



前瞻行业研究

买入（首次评级）

行业专题研究报告

证券研究报告

国金证券研究所

分析师：苏晨（执业 S1130522010001）
suchen@gjzq.com.cn

分析师：杨佳妮（执业 S1130524040002）
yangjiani@gjzq.com.cn

分析师：杨晨（执业 S1130522060001）
yangchen@gjzq.com.cn

分析师：姚遥（执业 S1130512080001）
yaoyao@gjzq.com.cn

分析师：陈传红（执业 S1130522030001）
chenchuanhong@gjzq.com.cn

分析师：孟灿（执业 S1130522050001）
mengcan@gjzq.com.cn

分析师：袁维（执业 S1130518080002）
yuan_wei@gjzq.com.cn

分析师：张敏敏（执业 S1130521080001）
zhangminmin@gjzq.com.cn

美国新政府下马斯克产业链投资机会展望

主要内容与投资建议

在本次美国大选中，马斯克成为特朗普胜选的重要推动力量。凭借马斯克与特朗普的政治同盟关系，旗下企业或将获得更多政策倾斜，进而带动全球相关产业发展。马斯克围绕互联网、可持续能源和太空旅行连续创业。截至目前，其商业版图囊括商业航天、新能源、人工智能、生物科技等前沿方向，我们通过分析其产业的历史沿革、板块布局、政策及产业链发展等，研究特朗普上台后相关产业可能的政策变化及对我国相关产业链的影响。

马斯克对美国政策的可能影响。1) 传统上，硅谷倾向于民主党，但正形成一股新“科技右翼”势力。美国大选换届成了硅谷“科技右翼”与金融资本、军工资本和娱乐资本竞争的平台。一向以中立政治为象征的硅谷科技时代正在成为过去。2) 顶尖科技为军队服务，经济、科技、产业与地缘的关系越来越密切。马斯克的空天地海一体化体系对美国军事、经济和科技影响深远。3) 在商业方面，马斯克的主要诉求是放宽或取消对其核心板块的监管。包括商业航天、脑机接口、自动驾驶等。

商业航天：SpaceX 全球领先，中国星网卫星组网加速推进。1) 据 Payload Research 测算，SpaceX 2023 年全年收入 87.21 亿美元，全球领先，其中星链收入占比接近一半。2) 中国的“星链”计划已经启动，规划卫星总数超过 3 万颗，预计将推动数千亿产值的产业发展。2025 年，商业航天领域有望迎来一个全新的时代。24 年 12 月，中国星网的“国网（gw）星座”首次批量组网发射顺利完成。预计 25 年将迈入 GW 发射和组网的关键时期！同时，G60 卫星项目在完成两轮严格的验证测试后，也有望启动其组网工作。3) 建议关注卫星总装、火箭总装以及地面设备等环节产业链核心标的。

光伏与储能：或在“维持行业规模”和“鼓励本土制造”间平衡。1) 特斯拉：受益于北美储能需求持续释放，储能业务收入占比大幅提升。2) 能源及贸易政策变动不改光伏装机增长趋势。美国光伏安装施工就业人数庞大（近 17 万人），任何导致潜在威胁新能源行业规模的激进政策变化（如取消或大幅削减 ITC 补贴、IRA 补贴）都将面临巨大阻力。

智能驾驶：政策支持可期，加速推进智能驾驶行业发展。目前，美国的自动驾驶监管体系在促进技术创新和确保公共安全之间寻求平衡，但仍需解决法规碎片化和责任划分等问题。未来美国自动驾驶立法进展有望加速推进，无监督 FSD 加速量产。产业与政策共振下，国内智能驾驶渗透率有望大幅提升。C 端更看好全栈自研整车厂商，而 B 端则更看好同时具备两种模式的 Robotaxi 玩家。

人形机器人：2025 年催化密集，持续看好特斯拉、华为等人形机器人供应链。特斯拉人形机器人实现了商业逻辑闭环，拥有智能驾驶、AI、脑机接口等人形机器人商业生态，有望成为最终的赢家之一。2025 年催化密集，有望为相关标的带来持续性投资机会。建议围绕核心主机厂产业链，重点关注订单、技术和设备等新变化。

风险提示

马斯克与特朗普关系超预期变差导致分析失效；马斯克本人的安全风险；马斯克相关产业进展低于预期的风险；国内相关产业发展不及预期及产业链发展没有跟上的风险；产业相关公司自身技术研发或供应链切入不及预期的风险等。



内容目录

一、马斯克商业版图及其历史沿革	9
1.1 马斯克个人经历及其创业历史	9
1.2 马斯克的商业版图	11
二、马斯克对美国政策的可能影响	12
2.1 马斯克在美国大选中作用以及美国的政治再重组	12
2.1.1 马斯克和特朗普结合的底层逻辑	12
2.1.2 马斯克为特朗普胜选作出巨大贡献	12
2.1.3 以马斯克为代表的“科技右翼”势力与建制派的矛盾	13
2.2 马斯克的诉求、目标及对美政策的影响	14
2.2.1 马斯克助力美国科技霸权	14
2.2.2 马斯克的政治诉求以及政策影响	15
2.2.3 新成立政府效率部以实现其政治理想	16
2.3 马斯克等新势力在中美关系中作用	17
2.3.1 马斯克在华利益庞大	17
2.3.2 马斯克对华态度积极	19
2.4 美国新格局对我国相关行业政策影响	20
2.4.1 自动驾驶以及特斯拉 FSD 入华	20
2.4.2 商业航天和卫星互联网	21
三、商业航天：SpaceX 全球领先，中国星网卫星组网加速推进	22
3.1 SpaceX：世界商业航天领导者，发射业务及星链并驾齐驱	22
3.1.1 发展历程：屡次取得技术突破，科技狂人马斯克目标火星移民	22
3.1.2 公司产品：发射涵盖猎鹰/星舰/龙飞船，星链已是最大收入来源	22
3.1.3 海外其他发射计划梳理：欧美参与企业众多，整体规模仍较小	25
3.2 中国商业航天现状：航天事业筚路蓝缕，迈向多元化时代	25
3.2.1 回顾中国航天：砥砺前行方得始终，中国航天事业的崛起之路	25
3.2.2 星际竞赛：中国三大万颗卫星星座 GW 星网/千帆 G60/鸿鹄星座	27
3.2.3 变革浪潮：中国航天市场目前由院所主导，大量民营玩家入场	30
3.3 中国商业航天展望：科技巨头华为下场，终端放量拉动产业	33
3.3.1 迈向新纪元：商业航天获中央及地方政策支持，高速发展可期	33
3.3.2 华为：科技巨头手机终端驱动产业，低轨卫星互联网发展提速	35
3.4 商业航天产业链标的梳理	36
四、光伏与储能：或在“维持行业规模”和“鼓励本土制造”间平衡	40



4.1 特斯拉：受益于北美储能需求持续释放，储能业务收入占比大幅提升	40
4.2 美国能源政策复盘：能源及贸易政策变动不改光伏装机增长趋势	42
4.3 特斯拉产业链及北美储能市场中国参与玩家梳理	45
五、人形机器人：美制造业回归下人形机器人有望迎来放量	47
5.1 整机：商业化在即，“中国供应链+高成本场景”放量的兑现度最高	47
5.1.1 整机：商业化在即，“中国供应链+高成本场景”放量的兑现度最高	47
5.1.2 政策：指引 25 年技术突破，27 年商业化突破	49
5.1.3 1H25 前向上催化密集，建议持续关注	50
5.2 供应链：关注高 asp、高壁垒的灵巧手、丝杠等核心产业链	51
5.2.1 灵巧手：人形机器人供应链的优质赛道	52
5.2.2 丝杠：加工和设备有望迎 0-1 国产化突破	55
5.2.3 机器人丝杠设备的国产替代，2025 年有望迎来丝杠专用磨床的效率和精度提升	56
5.2.4 轻量化材料：持续看好以塑代金属趋势，关注金字塔顶端 PEEK 材料	59
5.2.5 减速器：技术壁垒较高、可根据场景选定减速器类型	61
5.2.6 关节总成：丝杠供应链越成熟，使用线性执行器概率越高	62
5.3 机器人产业链相关标的梳理	63
六、智能驾驶：政策支持可期，加速推进智能驾驶行业发展	65
6.1 特斯拉有望依其政策主张 加速推进智能驾驶行业发展	65
6.1.1 美国自动驾驶立法进展有望加速推进，无监督 FSD 加速量产	65
6.1.2 全球智能驾驶将会加速普及，智驾时代初现曙光	66
6.2 产业与政策共振 国内智能驾驶渗透率有望大幅提升	72
6.2.1 重磅玩家到来，高阶智驾渗透率有望加速提升	72
6.2.2 国内 Robotaxi 行业进程加速，法规和商业模式有望快速落地	74
6.3 FSD 入华对 IDC 与车路云的影响：数据管制+鲑鱼效应	83
6.3.1 IDC：数据出境管制背景下，国内 IDC 行业有望受益于 FSD 入华	83
6.3.2 车路云：首批试点二十城稳步推进，FSD 入华有望刺激中国方案建设提速	83
七、xAI：AIGC 竞争格局有望向头部集中，安全与监管成为发展趋势	86
7.1 大模型训练与应用：加大算力投入仍是发展趋势，竞争格局或将进一步集中	86
7.2 AI+安全：马斯克致力于推动大模型监管，建议关注布局 AI 技术的网安龙头	90
八、脑机接口进展加速：临床试验推广启动，商业落地场景多样	93
8.1 脑机接口行业发展趋势：应用领域众多，机遇与挑战并存	93
8.1.1 全球脑机接口发展阶段及应用领域	93
8.1.2 国内 BCI 发展起步较晚，政策积极推动	96
8.2 Neuralink 临床试验进展迅速，产品商业化仍需较长时间	97
8.3 国内脑机接口领域相关公司梳理	98



九、投资建议..... 102

十、风险提示..... 103

图表目录

图表 1: 马斯克的商业版图 11

图表 2: 马斯克和特朗普的立场相近 12

图表 3: 马斯克的发推频率高于科技产业类 13

图表 4: 收购推特后马斯克发推频率显著上升 13

图表 5: 美国旧军工复合体的构成 13

图表 6: 美国商业航天航空大事件 15

图表 7: 猎鹰 9 号、猎鹰重型、星舰分别在 2010、2018、2024 年首飞成功..... 15

图表 8: 马斯克旗下公司的最新进展 16

图表 9: 马斯克政府效率部 (DOGE) 的创设背景和工作逻辑 16

图表 10: 上海工厂是特斯拉全球产量最大的单一工厂 18

图表 11: 特斯拉户用储能系统 Power Wall 18

图表 12: 特斯拉大规模储能系统 Megapack 18

图表 13: 马斯克的特斯拉超级工厂建设在德国受阻 18

图表 14: 马斯克 11 年 11 次访华 20

图表 15: Space X 大事记..... 21

图表 16: SpaceX 公司重要事件..... 22

图表 17: SpaceX 发射业务主要相关产品: 猎鹰、星舰、龙飞船..... 23

图表 18: Starlink 星链计划示意图..... 24

图表 19: SpaceX 商业运载项目示意图..... 24

图表 20: Starlink 星链重要事件..... 24

图表 21: SpaceX 营业收入以及同比变化 (估计) 24

图表 22: SpaceX 2023 年收入结构 (估计) 24

图表 23: 华尔街日报称 23Q1 SpaceX 实现 5500w 美金盈利 25

图表 24: 马斯克在 X 表示 2023 年公司业务现金流转正 25

图表 25: 海外主要发射计划 25

图表 26: 中国航天发射历史 26

图表 27: 海南商业航天发射场二号工位开建 27

图表 28: 我国首个商业航天发射场发射成功 27

图表 29: 中美俄三国发射数量对比 27

图表 30: 2024 年两会, 商业航天首次写入政府工作报告..... 27



图表 31:	中国三大星座特点梳理	28
图表 32:	国资委关于组建中国卫星网络集团公告	28
图表 33:	位于雄安新区的中国星网总部	28
图表 34:	“千帆星座”部署情况	29
图表 35:	“千帆星座”正式启动发射	29
图表 36:	上海蓝箭鸿擎科技有限公司向国际电信联盟 (ITU) 提交预发信息 (API)	29
图表 37:	中国三大星座对比	30
图表 38:	商业航天产业链各环节企业数量	30
图表 39:	商业航天产业链各环节企业数量占比	30
图表 40:	中国商业国家队主要参与者	30
图表 41:	中国商业航天民营卫星主要公司	31
图表 42:	中国商业航天民营火箭主要公司	32
图表 43:	部分中央政府政策文件	33
图表 44:	部分地方政府政策文件	34
图表 45:	手机直连非地面网络示意图	35
图表 46:	华为卫星服务分类	35
图表 47:	华为 Mate X6 发布会, 为全球首款支持三网卫星通信的大众智能手机	36
图表 48:	商业航天产业链图谱	36
图表 49:	商业航天相关标的业务梳理	37
图表 50:	特斯拉储能产品 Powerwall 及 Megapack 发展历史	40
图表 51:	24Q1-3 特斯拉储能及发电业务收入同比+53%	40
图表 52:	24Q1-3 特斯拉储能系统出货量同比高增+77%	40
图表 53:	2024 年特斯拉收入结构中储能及发电收入占比大幅提升 (百万美元%)	41
图表 54:	2024 年特斯拉储能及发电业务毛利润占比大幅提升 (百万美元%)	41
图表 55:	23 年特斯拉北美储能市场市占率第一 (MWh%)	41
图表 56:	美国是特斯拉 Megapack 销售的主要市场	41
图表 57:	23 年美国 58% 的新增装机为光伏配储 (MWh)	41
图表 58:	美国 53% 的排队并网储能项目是光伏配储项目	41
图表 59:	2022 年美国光伏供应链采购比例	42
图表 60:	2022 年美国光伏产业链中各环节岗位占比	42
图表 61:	2022 年美国电力生产中光伏产生的就业岗位最多, 50% 以上集中在安装施工环节	42
图表 62:	IRA 签署后宣布的清洁能源项目主要分布在共和党选区	43
图表 63:	美国光伏装机在能源政策频繁变动与国际贸易摩擦升级下仍实现顽强增长	44
图表 64:	特朗普时期煤电机组年均退役规模创历史新高	44
图表 65:	特朗普的能源政策并未阻止核电的退出进程	45



图表 66:	特朗普上台后仅前两年燃气发电装机有所提速	45
图表 67:	特朗普上届竞选期间的竞选承诺与上任后政策执行情况对比对比	45
图表 68:	2023 年阳光电源北美储能系统出货占比约 37%	46
图表 69:	2023 年阳光电源北美市占率由第三提升至第二	46
图表 70:	阿特斯 66GWh 储能储备项目中北美占比 30%	46
图表 71:	阿特斯美国储能工厂规划厂址	46
图表 72:	人形机器人发展展望	47
图表 73:	我们预计 2027 年人形机器人商业化即将开启	47
图表 74:	人形机器人落地进展	48
图表 75:	人形机器人揭榜挂帅任务榜单	49
图表 76:	2023-2024 年人形机器人政策	49
图表 77:	9 月至今, 人形机器人板块具备较好的持续性	51
图表 78:	特斯拉人形机器人产业链	51
图表 79:	零部件壁垒和价值量分布矩阵	51
图表 80:	特斯拉灵巧手自由度有提升趋势	52
图表 81:	采用进口空心杯电机和行星滚柱丝杠单手预估价格 13 万元 (单位: 元/只)	52
图表 82:	采用国产空心杯电机和行星滚柱丝杠单手预估价格 4.5 万元 (单位: 元/只)	53
图表 83:	量产后灵巧手可以降本至万元内 (单位: 元/只)	53
图表 84:	灵巧手当前市场价为 2-80 万元/只	53
图表 85:	国产新灵巧手产品快速追赶海外实力	54
图表 86:	灵巧手价值量最高的零部件为空心杯电机、丝杠、减速器、触觉传感器	55
图表 87:	新剑传动、KGG 和五洲新春已经研发出灵巧手部丝杠	55
图表 88:	行星滚柱丝杠加工流程五种工艺技术路线需要多样化的设备	56
图表 89:	国产行星滚柱丝杠设备面临的三大难题	57
图表 90:	要实现最终的高精度控制, 车铣磨床都需要具备较高精度	57
图表 91:	实现超高速磨削对磨床性能要求较高	58
图表 92:	丝杠设备海内外布局情况	58
图表 93:	特斯拉 OptimusGen2 减重 10 公斤	60
图表 94:	PEEK 综合性能处于塑料金字塔顶端	60
图表 95:	PEEK 材料与主要工程塑料、特种工程塑料综合性能对比	60
图表 96:	2021 年全球 PEEK 主要生产商情况	61
图表 97:	国内 PEEK 市场现有及潜在产能规模统计情况 (吨)	61
图表 98:	精密减速器主要技术指标对比	61
图表 99:	2021 年全球谐波减速器竞争格局	62
图表 100:	2022 年我国谐波减速器市场竞争格局	62



图表 101:	行星滚柱丝杠通过结构设计可实现自锁	62
图表 102:	宇树机器人基本全身采用旋转执行器	63
图表 103:	人形机器人供应链公司估值	63
图表 104:	特斯拉 FSD 累计行驶里程数	66
图表 105:	特斯拉 AI 算力预测	66
图表 106:	各国自动驾驶发展情况	67
图表 107:	各家车企自动驾驶情况梳理	68
图表 108:	国内智能驾驶政策梳理	69
图表 109:	高速城市 NOA 车型销量	69
图表 110:	美国 Robotaxi 行业进展	70
图表 111:	无人出租车业务三角模式	70
图表 112:	特斯拉 CyberCab 外观图示	71
图表 113:	特斯拉 Robovan 外观图示	71
图表 114:	Robotaxi 商业化面临的挑战	71
图表 115:	Robotaxi 营收端测算	72
图表 116:	Robotaxi 成本端测算	72
图表 117:	特斯拉端到端与 FSD 发展历史	72
图表 118:	特斯拉 FSD 价格发展历史	73
图表 119:	FSD V13 相对 V12 进步明显	73
图表 120:	国内端到端厂商技术路线	74
图表 121:	2024 年 1-10 月新能源汽车价格分布	74
图表 122:	百度 Apollo V2X 车路云协同技术	75
图表 123:	萝卜快跑第六代无人车亮相 Apollo Day	76
图表 124:	小马智行自动驾驶汽车搭载多种传感器	76
图表 125:	小马智行预测模块示意图	77
图表 126:	小马智行参与构建行业首个“技术+车辆+场景”黄金三角	78
图表 127:	“小马识途”智能驾驶解决方案	78
图表 128:	“方载”自动驾驶域控制器	78
图表 129:	“苍穹”自动驾驶数据闭环工具链	78
图表 130:	文远知行目前产品	79
图表 131:	扩大规模、实现量产成为 Robotaxi 企业降本的必经之路	80
图表 132:	硬件方案带动整车成本下探	80
图表 133:	中美 Robotaxi 主流公司情况概览	81
图表 134:	地方政府紧跟中央迅速跟进自动驾驶相关政策	82
图表 135:	20 个城市成为智能网联汽车“车路云一体化”应用试点城市	83



图表 136: xAI 发展历程图.....	86
图表 137: Grok-2 在多个领域性能领先.....	87
图表 138: Grok API 定价高于同类模型.....	87
图表 139: 全球大模型厂商盘点.....	88
图表 140: 科大讯飞合作华为共建“飞星”算力集群.....	88
图表 141: 商汤在国内 GenAI IaaS 服务厂商中份额第三.....	89
图表 142: 金山办公 WPS AI 2.0 功能情况.....	89
图表 143: 扫描全能王针对细分场景推出专属 AI 功能.....	89
图表 144: 全球基于 AI 的网络安全市场规模快速增长.....	90
图表 145: 海外生成式 AI 安全企业/工具概览.....	91
图表 146: 海外 AI 头部厂商积极布局大模型安全领域.....	91
图表 147: AI+网络安全相关标的.....	92
图表 148: 脑机接口工作方式.....	93
图表 149: 技术发展历程图.....	94
图表 150: 主要应用领域汇总.....	95
图表 151: 鼓励脑机接口产业的相关政策文件.....	96
图表 152: Neuralink 临床试验进展迅速.....	97
图表 153: Neuralink 部分产品示意图.....	97
图表 154: Neuralink R1 机器人.....	98
图表 155: Neuralink N1 应用程序.....	98
图表 156: 博睿康科研领域产品.....	99
图表 157: 博睿康临床医疗领域产品.....	99
图表 158: 博睿康研发项目及成果情况.....	99
图表 159: 瀚翔生物部分心理科研设备产品.....	100
图表 160: 瀚翔生物部分医疗诊断和检测产品.....	100
图表 161: 诺诚股份部分设备产品.....	101
图表 162: 脑电大模型的预训练与 fine-tuning.....	101



一、马斯克商业版图及其历史沿革

在本次美国大选中，马斯克成为特朗普胜选的重要推动力量。凭借马斯克与特朗普的政治同盟关系，旗下企业或将获得更多政策倾斜，进而带动全球相关产业发展。截至目前，马斯克的商业版图囊括了商业航天、新能源、人工智能、生物科技等前沿方向，其内核是通过科技影响、改变人类的未来。我们分析其产业的历史沿革和板块布局，来研究特朗普上台后相关产业可能的政策变化及对我国相关产业链的影响。

1.1 马斯克个人经历及其创业历史¹

埃隆·马斯克（Elon Musk）于1971年6月出生于南非，1992年由加拿大女王大学转学到美国宾夕法尼亚大学攻读物理学和商科双学位，并在大学期间已经构思出一组人生远景，认为真正能影响人类社会的东西就是互联网、可持续能源和太空旅行。1995年马斯克判断互联网大潮即将到来，遂延期原本即将入读的斯坦福大学材料科学专业研究生，选择创业。此后马斯克开启了他连续创业的生涯。

1) Zip2（1995-1999年）线上黄页公司

1995年年初互联网发展呈指数级增长，马斯克和弟弟金博尔在这一年创立了互联网黄页公司Zip2，将地图与该地区的企业名录结合起来。1996年年初收到风险投资公司300万美元投资方案并成功敲定。到1997年Zip2已被140家报纸采用，授权使用费从1000美元到10000美元不等。但马斯克想做直接面向消费者的品牌，其对Zip2的新战略定位感到失望，且被董事会逐出董事席位。1999年1月，康柏电脑公司以3.07亿美元现金收购Zip2以增强其搜索引擎，27岁的马斯克得到2200万美元，为后续创业积累了资金。

2) X.com（1999-2000年）互联网银行

马斯克在加拿大丰业银行的实习经历让他相信颠覆这个行业的时机已经成熟，1999年3月，马斯克与银行朋友哈里斯弗里克创办了X.com，打造互联网银行。马斯克对该公司的构想是一个能满足所有金融需求的一站式商店——银行、线上支付、支票、信用卡、投资和贷款。2000年年初互联网泡沫顶点初现，X.com和PayPal开启竞赛，后于同年3月X.com和Confinity（软件名叫PayPal）合并，X.com成为合并后的公司实体，最大股东马斯克成为董事长，以PayPal品牌名进行推广。2002年PayPal上市，7月以15亿美元价格被eBay收购，马斯克得到2.5亿左右美元。马斯克想做的不是一款小众产品，他想重塑整个银行业。这个经历使得马斯克收购推特，推特未来可能的使命是把社交网络和支付平台结合起来，创造出他心目中X.com互联网银行的样子。

3) SpaceX（2002年至今）太空探索技术公司

马斯克从PayPal离职后萌生了殖民火星，建立人类跨行星文明的新使命。去俄罗斯购买二手火箭屡次失败导致马斯克构思通过私营公司来建造火箭。2002年5月马斯克成立太空探索技术公司SpaceX，对成本控制极为关注。

2003年SpaceX取得国防部第一份合同，金额350万美元，发射一种全新的小型战术通信卫星，即“战术卫星（TacSat）”，能使地面部队的指挥官快速获取图像和其他数据。2008年9月28日猎鹰一号第四次发射，第一次成功进入轨道，发射成功。这导致NASA结束航天飞机计划，这意味着美国不再具备任何向国际空间站发送机组人员和货物的能力。因此NASA发起一项名为“商业再补给服务合同”的竞标活动，中标者执行向空间站发送货物的任务。2008年12月22日SpaceX将获得一份价值16亿美元的合同，在空间站和地球之间进行12次往返运输。2018年中SpaceX已经完成56次成功的发射，只有1次发射失败，可重复使用的主力机型猎鹰9号已成为高效且可靠的火箭，SpaceX正在向轨道中发射的有效载荷质量已经超过世界上任何一家公司和任何一个国家。2022年第一季度SpaceX发射进入预定轨道的有效载荷质量是所有公司、所有国家发射质量的总和的两倍多。

2020年5月，猎鹰9号火箭将两名NASA宇航员送往国际空间站，火箭头部是载人龙飞船，这是人类有史以来第一次由私营公司将人类送入预定轨道（2014年签订的合同）。2021年4月，SpaceX击败蓝色起源，赢得将NASA宇航员送上登月之旅最后一站的合同。2021年9月成功完成首次平民航天任务，发射灵感4号，预示着一一种新的太空经济正在到来。2022年4月，SpaceX完成第四次前往国际空间站的载人航天任务，为NASA和欧洲航天局运送了三名宇航员。

¹ 根据[美]沃尔特·艾萨克森著《埃隆·马斯克传》整理（中信出版集团，2023年9月第1版）



- **星链:** 前往火星需要花费大量资金, 马斯克在 2014 年年底注意到为付费用户提供互联网服务是一座更大的金矿。SpaceX 将打造并发射自己的通信卫星, 实际上就是在外太空重建互联网。2015 年 1 月马斯克宣布成立 SpaceX 的一个新部门“星链”, 计划将卫星送入近地轨道, 目标是最终建立一个由 4 万颗卫星组成的超级卫星群。2019 年 5 月, 简化后的星链设计方案完成, 四个月后的卫星进入运行状态。2022 年 4 月 SpaceX 卫星群中的卫星数量达到 2100 颗, 为包括乌克兰在内的 40 个国家的 50 万用户提供互联网连接服务。
- **星舰:** 2017 年 9 月马斯克宣布 SpaceX 将开发一枚更大的、可重复使用的运载火箭“BFR” Big F Rocket, 一年后更名为“星舰”。星舰系统配备了 33 个助推器发动机, 能够将超过 100 吨的有效载荷送入预定轨道, 这一数字是猎鹰 9 号的 5 倍。

4) 特斯拉 (2003 年至今) 电动车、自动驾驶、机器人

电动车: 2003 年 7 月马丁·艾伯哈德和马克·塔彭宁成立特斯拉公司, 2004 年马斯克以 640 万美元投资额入股, 领投天使轮并成为董事会主席。2008 年 10 月马斯克正式成为特斯拉首席执行官。马斯克认为车企要尽可能自己生产关键部件, 而不是采购独立供应商的数百个零部件后再组装成一辆车, 因此特斯拉通过垂直整合来掌控自己的命运, 把控车辆的质量、成本和供应链。2012 年 6 月第一批 Model S 从弗里蒙特装配线上正式下线。2017 年 7 月 Model 3 开始正式投产下线。2019 年 10 月第一批特斯拉从中国工厂下线, 在这之后不到两年时间内, 中国将制造出全球超过一半的特斯拉。

自动驾驶: 从 2016 年开始, 马斯克一直在力主实现完全自动驾驶车辆的设想, 这种车可以召之即来, 做到无人驾驶。马斯克坚持认为自动驾驶系统应只使用摄像头的视觉数据。

机器人: 2021 年 8 月马斯克宣布打造 Optimus。它是由特斯拉自动驾驶团队打造的人形机器人, 目标是打造出一款可以通过观察和模仿人类来学习完成任务的机器人。2022 年 6 月, 团队已完成机器人在工厂内搬运箱子的模拟任务。

5) SolarCity (2006 至今) 太阳能

2006 年 7 月马斯克表弟赖夫和彼得成立 SolarCity, 马斯克投资 1000 万美元, 是该公司的董事会主席。该公司的目标是打造一个面向消费者的全国知名品牌。到 2015 年, 美国非公用事业公司安装的太阳能设备中, 其市场份额占 25%。2015 年 4 月特斯拉宣布推出 Powerwall (特斯拉在内华达州开设电池工厂后, 开始为家庭用户生产一种冰箱般大小的电池, 名为 Powerwall, 它可以与太阳能板相连)。2016 年特斯拉出资 26 亿美元收购 SolarCity。合并后, 公司推出太阳能屋顶, 链接到家用储能电池和车库里的特斯拉电动汽车上, 给出了让可再生能源发电、储电、用电实现供需匹配的解决方案。

6) Open AI (2014-2018 年) 人工智能

早在 2012 年马斯克就向 DeepMind 投资 500 万美元, 以实时跟进相关领域进展, 2014 年 1 月谷歌宣布收购 DeepMind。马斯克认为, 防止人类滥用人工智能的最佳防火墙就是让尽可能多的人都拥有人工智能。2014 年马斯克和阿尔特曼创办 OpenAI, 一个非营利性人工智能研究实验室, 实验室的软件是开源的, 目标是提升人工智能安全发展的概率。马斯克对人工智能的兴趣让他启动了一系列相关项目: Neuralink, 目标在人类大脑中植入微芯片; Optimus, 一种人形机器人; Dojo, 一种能使用数百万条视频训练人工神经网络来模拟人类大脑的超级计算机; 这种兴趣还让他痴迷于推动特斯拉车辆的自动驾驶进程。马斯克决意在其各家公司中发展人工智能能力, 这直接导致 2018 年他与 OPENAI 决裂。

7) Neuralink (2016 年至今) 脑机接口公司

为了确保人类和机器协同工作, 实现人机共生, 马斯克在 2016 年底成立了 Neuralink 公司, 其业务是把小型芯片植入人类大脑, 让人类与计算机展开心智融合。最终目标是保护人类以抵御邪恶的人工智能。

8) Boring Company (2016 年至今) 管道隧道公司

2021 年, 该公司在拉斯维加斯建成了一条 1.7 英里长的隧道, 特斯拉的驾驶者和乘客可以从机场直达会议中心, 此后又开始在其他城市洽谈项目落地, 但直到 2023 年, 这些项目都没有开工。

9) 推特 (2022 年 10 月至今) 社交网络及微博客服务的公司

2022 年 10 月马斯克以每股 5420 美元, 总价 440 亿美元的价格现金收购推特 100% 的股份。2023 年将其改名为 X。

10) X.AI (2023 年至今) 人工智能公司



马斯克担心人工智能安全问题，确保“人工智能对齐”的一个方法是将机器与人类紧密联系起来。他还意识到，一个人工智能系统能否成功，取决于它能不能从真实世界获得大量数据供机器学习。特斯拉、推特是两个真实世界数据的宝库。2023 年马斯克成立了初创公司 X.AI。

1.2 马斯克的商业版图

马斯克在面对创业中的高失败风险有一种视死如归的定力。在他的连续创业生涯中建立了五步工作法，并且对产业链垂直整合、成本控制极度看重，追求完全目标的极致效率，并且勇于承担风险。

马斯克的商业版图依托 Space X、特斯拉、Neuralink、Boring Company、X.AI、X 等几大公司在商业航天、电动车、自动驾驶、可持续能源、基础设施建设、人工智能、生物科技等多领域布局与深耕。

商业航天板块，Space X 公司业务包括猎鹰，承接政府、企业客户的卫星发射服务；星链与星盾提供全球互联网通讯服务；龙飞船承接空间站运输任务；以及新一代空运输工具星舰，目前尚在研发中。

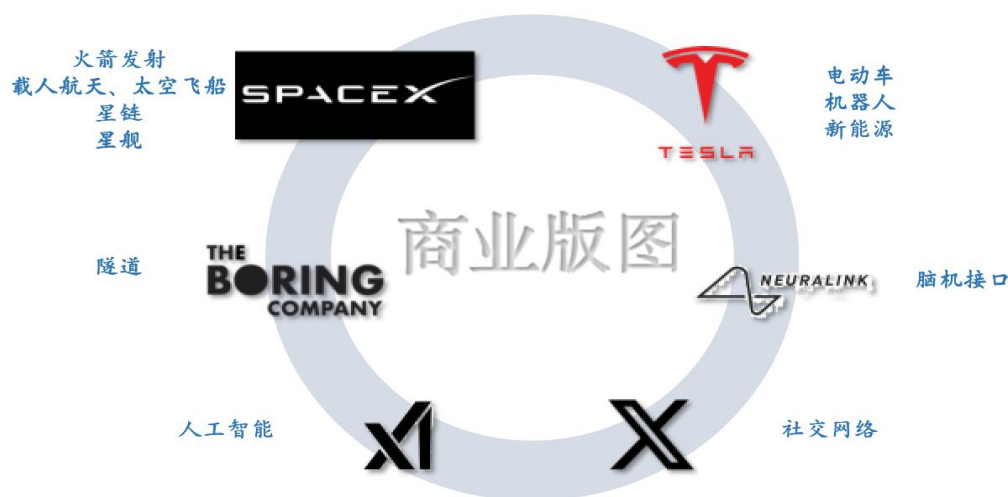
人工智能板块，马斯克布局特斯拉自动驾驶、机器人、Neuralink 等多个团队，并创立独立的人工智能初创公司 xAI。

新能源板块，特斯拉是智能电动汽车的领先创新者，业务包含电动汽车制造、自动驾驶以及汽车共享业务，具体产品包括电动汽车 Model S、Model Y 等；在可持续能源方面，特斯拉还涉及太阳能电池板、储能设备、Auto bidder 能源交易系统，产品包括太阳能屋顶和家用储能产品 Solar Roof 和 Power wall。在自动驾驶技术方面，特斯拉的产品有 FSD、D1 芯片与 Dojo 超级计算机。马斯克还计划将特斯拉 Cyber truck 皮卡和 Optimus 机器人送往火星，为载人火星任务做准备。

基础设施建设板块，Boring Company 致力于通过隧道技术解决地面交通拥堵问题。

在生物科技板块，Neuralink 在脑机接口领域处于行业引领地位，致力于将大脑与计算机以及 AI 融合。该公司的盲视技术已获得美国食品药品监督管理局 (FDA) 的突破性医疗器械认证。马斯克宣布特斯拉将为 CureVac 公司打造 RNA 微型工厂，这表明他个人对 mRNA 疫苗领域的投资兴趣。

图表1：马斯克的商业版图



来源：钛媒体 APP 官方号，特斯拉中国官网等，国金证券研究所整理



二、马斯克对美国政策的可能影响

2.1 马斯克在美国大选中作用以及美国的政治再重组

2.1.1 马斯克和特朗普结合的底层逻辑

马斯克作为美国最大电动汽车公司特斯拉的创始人，为何不支持鼓励电动汽车产业发展的民主党，反而全力支持特朗普，我们认为有五点原因。

第一，马斯克支持“去监管”的思路与特朗普一致。马斯克在技术监管问题上遭遇过一系列警告和调查，导致他多次批评拜登政府的科技监管措施太过严苛。特朗普支持“去监管”，他曾在第一任期内曾发布一则行政令，要求各部门每颁布一条新规，就要取消两条现有法规，在竞选期间也多次表示支持马斯克放松监管的观点。

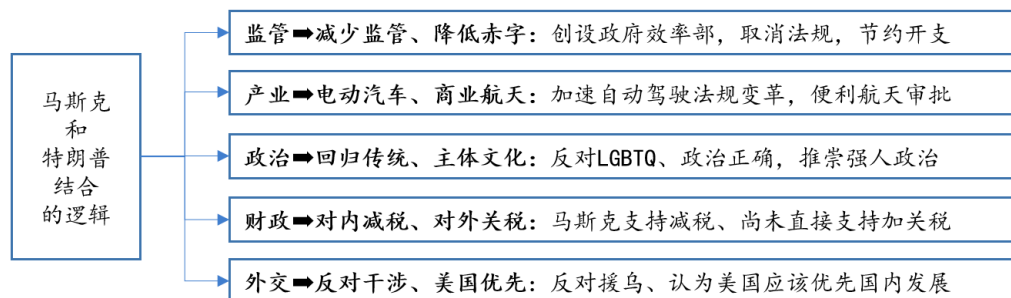
第二，马斯克不支持政治正确运动的思路与特朗普一致。马斯克认为美国的所谓“文化觉醒”运动鼓励青少年的变性手术，摧毁了自己的儿子也摧毁了美国青少年。

第三、特朗普作为更具备“交易特征”的总统，马斯克与特朗普同为商人，更容易取得特朗普的信任，从而在自动驾驶、SpaceX、Starlink等业务上获得政策、法规支持。

第四，马斯克与特朗普都支持加密货币。特朗普原本是加密货币的反对者，但为了获得加密货币的竞选捐款，特朗普宣称自己是“加密货币的朋友”。马斯克一直是加密货币支持者，并且运营一种加密货币狗狗币（DOGE）。

第五，马斯克在美国战略收缩、维持全球和平、减税、降低赤字等政策理念上与特朗普一致。为了增强美国联邦债务可持续性，特朗普委任马斯克为联邦政府效率部（DOGE）的领导者来负责美国联邦政府的机构数量、冗余员工的精简，以及大幅削减联邦法规的数量。

图表2：马斯克和特朗普的立场相近



来源：财联社，环球时报，凤凰网等，国金证券研究所

2.1.2 马斯克为特朗普胜选作出巨大贡献

马斯克全面、立体地运用其个人影响力支持了特朗普胜选。

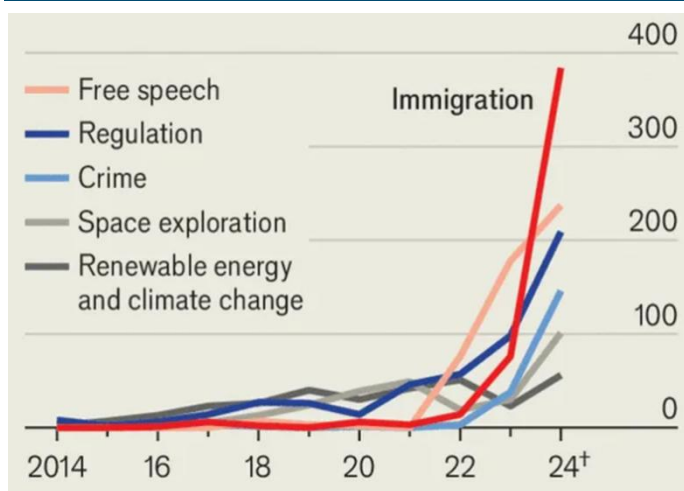
资金捐助。马斯克对特朗普团队总捐款超过 7500 万美元，由马斯克资助的超级政治行动委员会“美国政治行动委员会”在宾州等地为特朗普大规模助选。

现场背书。马斯克多次现场参加特朗普的选举集会活动并演讲，进一步把个人影响力投射到选战中。马斯克把在汽车、航天、卫星通讯、社交媒体等多方面拥有的全球影响力全部投射到了大选。

言论支持。马斯克从科技创新的旗手，变成了大选的活跃发声人。马斯克曾经专注于气候变化和清洁能源，但如今在公共场域主要谈论移民、言论自由等政治类议题。马斯克在社交媒体“X”（原推特平台）高频率持续推送特朗普的政策、政治、意识形态。经济学家统计发现，马斯克的发推频率从每周十余条激增至 220 条，其中政治类占比从不到 4% 跃升至 13%，显示其社交媒体兴趣已悄然从企业运营转向意识形态争鸣。此外，马斯克还通过与特朗普在“直播连线”，并在播客（Podcasts）上播出，对特朗普的各类政策表达支持。

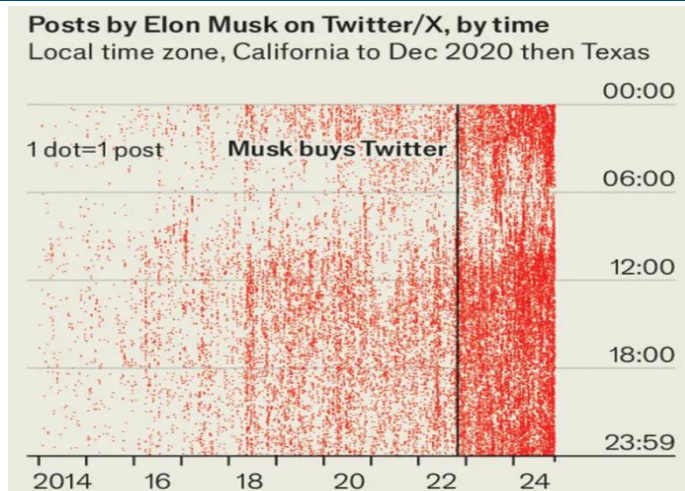


图表3: 马斯克的发推频率高于科技产业类



来源: 经济学人, 国金证券研究所

图表4: 收购推特后马斯克发推频率显著上升



来源: 经济学人, 国金证券研究所

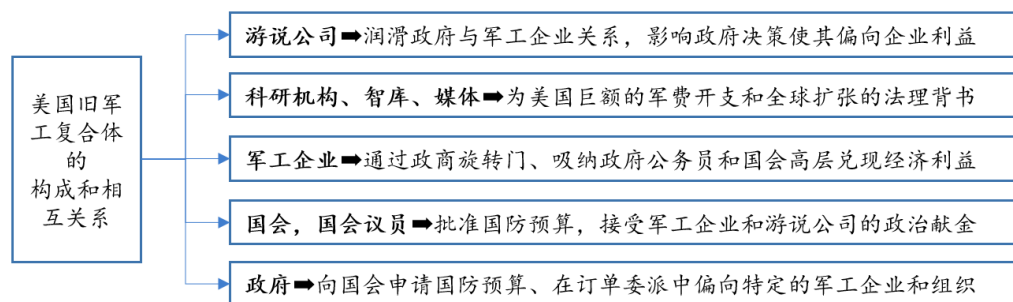
2.1.3 以马斯克为代表的“科技右翼”势力与建制派的矛盾

传统上, 硅谷倾向于民主党, 但近年来硅谷正形成一股新“科技右翼”势力。坐落在美国科技中心的旧金山湾区硅谷, 常年是美国民主党最稳定的票仓。特朗普也仍不被掌握科技、金融资源的建制派接纳。支持特朗普对那时的硅谷科技界来说仍是一种“道德羞耻”。但是, 2016年, 马斯克曾经的合作伙伴彼得·蒂尔开始为特朗普举旗, 彼得·蒂尔也逐渐成为这场新政治运动的核心。在此之后, Meta 创始人马克·扎克伯格、风险投资人萨克斯、a16z 基金合伙人安德里森等多位科技领域知名人物近期都开始捐款支持特朗普。

为什么这部分硅谷资本会做出转变, 原因之一在于“科技右翼”追求创新, 反对自由主义的强监管, 推崇保守主义小政府, 而民主党建制派却在不断加大监管力度。反垄断和监管, 打击了民主党与科技巨头之间的关系, 民主党和硅谷的关系每况愈下。民主党候选人伊丽莎白沃伦主张拆分谷歌和微软, 谷歌后续遭到美国司法部的反垄断诉讼。民主党人、联邦交易委员会 (FTC) 主席莉娜以反垄断的名义阻止科技并购, 尤其是科技巨头的并购。莉娜阻止了英伟达收购 Arm、迫使苹果公司对第三方开放维修方案, 还对 Meta、谷歌、亚马逊、微软等展开了反垄断调查。

原因之二在于“科技右翼”反对美国以军工复合体为代表的传统政治游戏, 支持科技创新产业为美国创造新的发展动力。二战期间, 美国奉行战时经济体制, 军工复合体悄然诞生。冷战期间, “战争与安全”上升为美国最高战略, 美国政府一直维持着庞大的国防预算, 军工巨头和游说集团获得巨额收入。而当前美国面临财政可持续性, 军工复合体仍在不断增大赤字, “科技右翼”希望美国财政应该有更高的投入产出比。以航空航天领域为例, 特朗普新任命的 NASA 局长艾萨克曼批评 NASA 重返月球的“阿耳忒弥斯计划”, 认为传统军工企业负责的 SLS 火箭、Orion 飞船等耗资近千亿美元而未有进展, 浪费了纳税人的金钱。

图表5: 美国旧军工复合体的构成



来源: 【赵海】美国军工复合体影响政府决策的方式, 国金证券研究所

美国大选换届成了硅谷“科技右翼”与金融资本、军工资本和娱乐资本竞争的平台。一向



以进步政治、中立政治为象征的硅谷科技时代正在成为过去，硅谷资本与美国经济、科技、产业、地缘政治的密切度越来越高。以美国当选副总统万斯的支持者彼得·蒂尔为例，万斯毕业后曾在蒂尔的金融公司工作，后竞选众议员时也获得了蒂尔的资金支持。作为为硅谷新科技资本的代表，蒂尔拥有众多科创公司，其中水晶球成名于 2011 年通过卫星图像发现本拉登位置并协助军方精准打击。水晶球公司为军事、情报机构提供了关键的决策支持和安全解决方案，主要客户包括美国情报界和美国国防部。

2.2 马斯克的诉求、目标及对美政策的影响

2.2.1 马斯克助力美国科技霸权

科技霸权本为军事霸权的一角，顶尖科技始终为军队服务。美苏冷战时期产生的军网随着冷战的结束而下放为民用，军网发展产生的互联网催生了近 30 年的数字革命，也在美国国内造就了一批新兴的硅谷科技资本。与冷战期间国家主导的科技进步不同，现代科技往往是军民两用，且需要庞大的民用市场来支撑其高昂的研发费用。

马斯克的空天地海一体化体系对美国军事、科技影响深远。空天地海一体化体系将推动研发支出增长。自 2019 年以来，美国的研发强度，即衡量研发支出相对于国内生产总值(GDP)的指标一直高于 3.0%，2022 年达到 3.4%。军事方面，美国的国防部预算支出也在不断增加。马斯克的空天地海一体化体系不仅展示了美国在太空探索和通信技术方面的领先地位，也体现了美国在全球科技竞争中的雄心，也为其他国家提供了在科技创新和产业链整合方面的借鉴。

1) 星链军事化

“星链”在俄乌冲突中正在帮助乌克兰感知战场态势。俄乌冲突爆发后，星链向乌克兰方面提供了两万多套“星链”终端，为乌军战场通讯发挥了重要作用。在军事作战方面，乌克兰在传统互联网被俄军物理中断的情况下，仍可以通过 Starlink 保持基本正常的运作。“星链”在军事领域对美国海军的帮助最大，可以帮助美国海军通讯、侦查和指挥无人编队。美国海军近期已经决定，将为其超过 200 艘水面舰艇和数十个海外港口基地配备美国太空探索公司的“星链”系统终端。

“星链”在海军应用具有以下优势。第一，美国海军看重“星链”通信带宽高、传输速率快，和传输延迟时间短等优势。“星链”系统与美国海军的指挥信息系统、水面舰艇数据网络和舰载机数据网络融合之后，就能为海军提供全时、全域的高效宽带通信服务，最大限度支持美国海军远程实时联合指挥控制。

第二，“星链”保证舰艇执行海上任务网络服务稳定可靠，扩大海上侦察监视范围。因为“星链”有卫星数量多、分布广、重访周期短的优势，能为美国海军解决传统侦察时效性差问题。

第三，“星链”可以大幅度提升无人舰艇的使用范围，强化“有人+无人”协同能力。“星链”通过提供精准导航定位服务，提升有人/无人舰艇、潜航器和舰载无人机的打击精度，增强有人/无人编队的作战杀伤能力。未来“星链”系统将逐渐融入美国海军训练和作战各个方面，成为美国海军维护其海上霸权的重要工具。

2) 星舰军事化

“星舰”因其巨大的载荷能力，被认为在军物流转任务中具有潜在的应用价值。由于“星舰”有潜力将大量卫星送入低地球轨道(LEO)，对于政府和商业太空产业来说是一个“游戏规则改变者”。美国太空军接管了空军研究实验室的实验性火箭货运先锋项目，并将其更名为点对点交付(P2PD)，旨在使用商业火箭快速将军事物资发射到地球上任何地方，包括非传统着陆点。作为美国全球运输能力的一种实现方式，美国运输司令部层讨论使用“星舰”快速运输货物或人员的可能性，能够在不到一个小时内将相当于 C-17 运输机的载荷运送到全球任何地方。

3) 星盾计划

“星盾”是军用版本的“星链”。2022 年 12 月 7 日，Space X 公布了名为“星盾”(Starshield)的秘密计划，面向军事应用。早在 2020 年，Space X 与美国情报机构签订了约 2 亿美元的合同，发射了星盾的首颗原型卫星。由此次订单，Space X 吸引了美国管理间谍卫星的情报机构国家侦察局(NRO)前来合作。2021 年 Space X 与 NRO 签订了一份价值 18 亿美元的重大秘密合同。目前，合同所述的卫星网络正在建造中，NRO 包括来自美国太空部队和中央情报局的人员，并为五角大楼和其他情报机构提供机密卫星图像。



图表6: 美国商业航天航空大事件

时间	事件
1903 年	莱特兄弟在北卡罗来纳州基蒂霍克首次试飞成功
1923 年	首次跨大陆直飞航班, 从纽约州罗斯福飞往加利福尼亚州圣地亚哥
1927 年	美国第一个飞机型号合格证、第一个飞行员执照颁发
1959 年	美国航空开始提供纽约和洛杉矶之间的跨大陆喷气式客机服务
1961 年	艾伦·谢泼德成为首位进入太空的美国人
1969 年	阿姆斯特朗登陆月球, 人类登月成功
2012 年	SpaceX 猎鹰 9 号成为首枚降落在国际空间站的美国商用火箭
2024 年	SpaceX 成功捕获回收火箭第一级助推器

来源: 美国联邦航空管理局, 新华网, 国金证券研究所

图表7: 猎鹰 9 号、猎鹰重型、星舰分别在 2010、2018、2024 年首飞成功



来源: Space X 官网, 国金证券研究所

2.2.2 马斯克的政治诉求以及政策影响

在商业方面, 马斯克的主要诉求是放宽其核心板块的行政监管。

在商业航天板块, Space X 的发射计划频频被加州的机构质疑和否决。Space X 起诉加州海岸委员会, 指控其因政治偏见而拒绝增加火箭发射次数。加州海岸委员会以 6:4 的投票结果拒绝了 Space X 的请求。此前委员会还要求军方和 SpaceX 减轻火箭造成的破坏性音爆, 并密切关注火箭发射对加州野生动物的影响。马斯克对此反应强烈, 在社交媒体上公开发帖。他表示将对该委员会提起诉讼, 指控委员会违反了美国宪法第一修正案。

在脑机接口板块, 马斯克对 Neuralink 十分自信, 反对 FDA 的担忧。2022 年初, FDA 拒绝了 Neuralink 人体试验的申请。2023 年 3 月 3 日, Neuralink 员工向媒体透露, FDA 再次给出书面拒绝。据 7 位该公司现员工及前员工透露, FDA 主要担忧其“安全风险”, 包括是否可以在不损害脑组织的情况下移除该设备、设备过热损害脑组织的可能性等。与 FDA 的担忧相反, 马斯克对 Neuralink 的脑机接口设备十分自信。马斯克 2022 年底对外宣称, 对这些脑机设备的安全性已经非常有信心, Neuralink 将使瘫痪的病人行动自如。

在自动驾驶板块, 马斯克一直倡导减少对自动驾驶技术的监管限制。特朗普过渡团队希望下届政府取消自动驾驶汽车碰撞数据申报规定, 这意味着马斯克将获得巨大的市场机遇。



特斯拉一直非常不满数据申报要求,认为美国国家公路交通安全管理局 NHTSA 提供的数据会误导消费者对特斯拉安全性的看法。此外, NHTSA 仅允许制造商在获得豁免的情况下每年部署 2500 辆自动驾驶汽车,对季度销量近 50 万的特斯拉来说是一个重大障碍。通过与特朗普及交通部长的合作,马斯克有望打通此商业板块的政策瓶颈。

图表8: 马斯克旗下公司的最新进展

领域	公司/品牌	企业简介
无人驾驶	Tesla Robotaxi/Robovan	2024 年 10 月 10 日的“WE, ROBOT”发布会上,特斯拉无人驾驶出租车 Robotaxi 正式亮相, Robotaxi 没有方向盘或踏板,为无司机全自动驾驶汽车。特斯拉无人驾驶货车 Robovan 同天公布,可搭载多达 20 人或货物。
人形机器人	Tesla Bot	2024 年 10 月 10 日的“WE, ROBOT”发布会上,执行日常任务的 Tesla Bot 正式亮相。通过利用特斯拉的人工智能技术,这款机器人有可能彻底改变日常生活,在家庭和工作场所提供支持。
脑机接口	Neuralink	脑机接口研发商,通过在大脑中植入电极和芯片,实现人脑与外部设备之间的直接通信。Neuralink 于 2023 年 5 月获得 FDA 批准,开始人体试验。Neuralink 的首款产品名为“心灵感应”,能够让植入 Neuralink 设备的人通过意念直接控制手机或电脑。
地下交通	The Boring Company	The Boring Company 正在开发用于高速运输车辆的隧道系统,从而大幅缩短繁忙城市的出行时间。代表产品有土拨鼠隧道挖掘机、环路(Loop)地下隧道等。
人工智能	xAI/OpenAI	xAI 成立于 2023 年,其使命是通过开发尖端人工智能技术“了解宇宙的真实本质”。公司已购买 100,000 块 Nvidia H200 GPU 处理器,以推进其研发工作。
社交媒体	X(原推特)	马斯克曾是 OpenAI 的联合创始人之一,后与其他创始人理念不合,宣布退出。全球最大的社交媒体之一,拥有数亿活跃用户。马斯克于 2022 年 10 月 27 日完成了对推特的收购,获得该公司控制权,并于 10 月 28 日在纽交所退市。2024 年 2 月 13 日,推特正式更名为 X。

来源: 证券时报, Neuralink 官网, The Boring 官网, 国金证券研究所

2.2.3 新成立政府效率部以实现其政治理想

除上述商业航天、脑机接口、自动驾驶板块马斯克的商业利益在一定程度上与美国国家竞争力捆绑外,从个人政治理想的角度,马斯克看到了美国当前面临的社保、医保危机以及财政可持续性危机,因此提议创设政府效率部,作为联邦政府的咨询机构,通过大规模裁员的方式降低联邦支出。

图表9: 马斯克政府效率部 (DOGE) 的创设背景和工作逻辑



来源: 华尔街日报等, 国金证券研究所

政府效率部计划通过总统行政命令推动改革,而不是再去制定新的法律。DOGE 将向特朗普总统提交这些监管法规的清单,总统可以通过行政命令,立即暂停相关法规的执行,并启动审查与撤销程序。

2024 年 11 月 20 日,马斯克在华尔街日报发表文章阐述了政府效率部的职能和目标,其



核心目标在于缩减联邦政府的规模。其中既包括使用资金的规模，也包括人员和机构的规模，以及法律法规条文的规模。在身份定位方面，政府效率部“是企业家，不是政治家将以“外部志愿者”的身份提供服务，而不是联邦政府的官员或员工”。在人员组成上，马斯克提到团队会包括“一些美国最顶尖的专业和法律专家”。在架构设置上，政府效率部的团队与与新政府的白宫管理与预算办公室（OMB）紧密合作，马斯克本人会在工作的每个环节里为 DOGE 提供建议。

撤销冗规、裁撤冗员、削减开支的三项任务往往需要结合进行。撤销冗规后得以撤销冗员，进而可以削减开支，因此削减开支是最核心的职能。大幅减少联邦法规，为大幅裁减联邦政府机构中的雇员提供了合理的经济逻辑。

在撤销冗规方面，国会立法历来很难，但行政机构颁布监管法规却容易得多。实际上，总统行政令本身就是行政机构越权的一部分：为了绕过国会立法，过去几任美国总统都大量颁布行政令，用行政令替代立法。特朗普第一任内签署了数百项与移民相关的行政命令。行政令的缺点是缺乏持久的法律效力，总统更替后，前任总统的行政令可以立即被废除。

在裁撤冗员方面，马斯克提到“DOGE 计划与各机构中的任命官员合作，确定各个部门、各个机构为履行其宪法授权及许可范围内的职能所需的最低员工数量。马斯克认为，联邦员工的裁减数量至少应该与联邦法规的废除数量成正比关系。被裁撤的员工应当得到尊重，DOGE 的目标是支持他们顺利转型到私营部门工作。总统可以利用现有的法律，为他们提供提前退休激励，并通过自愿遣散支付款项，帮助他们体面地离职。”

在削减开支方面，政府效率部仔细评估了削减各类开支所需付出的司法难度。很多联邦机构的编制和开支是国会授权，总统无权暂停，而且专有一条法律规定。1974 年的《冻结拨款法》（Impoundment Control Act）规定总统不得暂停经国会授权的支出。但特朗普曾表示该法案“违宪”，马斯克认为，目前的最高法院很可能会支持特朗普的观点。而即使不依赖于总统暂停由国会授权的开支，政府效率部仍可以削减 5000 亿美元，包括：每年拨给公共广播公司（CPB）的 5.35 亿美元；用于资助国际组织的 15 亿美元；用于进步团体如计划生育协会的约 3 亿美元等等。

2.3 马斯克等新势力在中美关系中作用

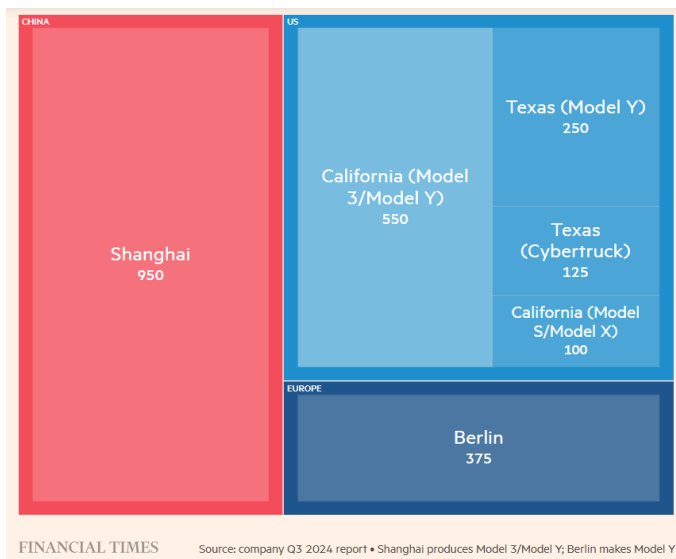
2.3.1 马斯克在华利益庞大

2019 年建成投产的特斯拉上海工厂显著提升了特斯拉在华销量，加快了特斯拉在华发展。马斯克在华超级工厂的成功建成与投产有赖于我国政府鼎力支持。首先，项目审批创造了令人瞩目的“特斯拉速度”。2018 年当年签约、当年取得土地、当年获取施工许可证，2019 年又实现当年开工、当年投产、当年交付。其次，政府对特斯拉给予诸多经济优惠。特斯拉以低于市场价（9.73 亿元）10% 的优惠获得了 86.49 万平方米的土地用于建设超级工厂。上海市政府在 2019 年至 2023 年期间给予特斯拉 15% 的优惠税率，低于企业所得税的标准税率 25%。特斯拉上海超级工厂是首个外商独资新能源汽车项目，2018 年，中国宣布要尽快放宽外资股比限制，特别是汽车行业。3 个月后，特斯拉宣布在上海建厂。除工厂外，特斯拉在亚洲、欧洲和美国布局的充电网络中中国区占比也较高。

当前，马斯克的“Mega pack”储能电池超级工厂已经再次获批建设。5 月 23 日下午，特斯拉上海储能超级工厂开工仪式在上海临港举行。预计投产后 Megapack 产量将高达 1 万台，储能规模近 40 吉瓦时，即每小时的发电量达到 4000 万度，相当于上海 5 万户家庭一年的用电量。时值美国打压中国新能源发展期，特斯拉再度在华投资彰显对华信心。《人民日报》署名“华平”的评论员文章对此高度评价：“特斯拉在中国市场的成功，正是一个双赢、多赢的过程，顺应的是经济全球化时代产业链供应链全球分工的大趋势，彰显的是合作共赢、和合共生的理念。”



图表10: 上海工厂是特斯拉全球产量最大的单一工厂



来源: 金融时报, 2024年Q3特斯拉财报, 国金证券研究所

图表11: 特斯拉户用储能系统 Power Wall



来源: 特斯拉官网, 国金证券研究所

图表12: 特斯拉大规模储能系统 Megapack



来源: 特斯拉官网, 国金证券研究所

相反, 马斯克在德国和墨西哥的超级工厂建设并不顺利。特斯拉于2023年3月宣布计划在墨西哥新莱昂州建厂, 但同年10月, 特斯拉第三季度业绩均未达预期, 加之对高利率的担忧, 马斯克称将对“全力”推进墨西哥工厂建设持谨慎态度。今年7月, 特朗普宣称将对墨西哥生产的汽车征收高额关税, 马斯克随即称将暂缓墨西哥超级工厂的建设。此外, 特斯拉在德国勃兰登堡的扩建计划已经得到环保部门的批准, 但特斯拉却“反悔”了。特斯拉柏林工厂经理安德烈·蒂埃里格称, “如果市场没有明确信号表明需要扩产, 我们就不会花几十亿美元来扩建工厂。”

图表13: 马斯克的特斯拉超级工厂建设在德国受阻

时间	事件
2020年1月	德国自然保护联盟认为工厂附近的蝙蝠正处在冬眠期, 不能被打扰。特斯拉格伦海德汽车工厂建设被迫停止。为此, 特斯拉在附近找到一处二战时期的地下掩体, 在多家媒体记者的见证下, 把蝙蝠转移到“新家”。
2021年12月	特斯拉在德国的“Gigafactory”在新的一年即将投入运营, 但工厂建设受到了当地争议和反对的影响。环保组织又认为特斯拉工厂将污染地下水。为此, 特斯拉提交了一份长达4000页的报告, 详尽阐明了其打入地下一万个左右混凝土支柱不会影响地下水源。为了平息民愤, 特斯拉将原计划每小时372立方米的用水量缩减至每小时233立方米。
2022年4月	德国国家环境局和奥德-斯普雷水务局发现, 特斯拉油漆车间有油漆混合物漏出。于是



时间	事件
	当地环保组织绿色联盟要求相关机构吊销特斯拉工厂许可证，直到特斯拉在油漆车间周围完成改进性的铺设，以防止危险物质进入地表含水层。
2022年9月	位于德国格林海德的特斯拉超级工厂发生了火灾。凌晨时分火灾发生在厂区东北部的一处室外回收点，约800立方米的纸板、纸张和木屑着火，大火持续了5个小时，所幸没有人员伤亡。
2023年3月	特斯拉向工厂所在的勃兰登堡州提交申请，希望其德国工厂的产能提高一倍，目标是每年生产100万辆电动汽车。结果就是环保组织因污染饮用水、砍伐树木等问题继续发难，还喊话马斯克让他“到火星造电动车”。
2023年8月	因破坏水资源，特斯拉德国工厂扩建再次受阻。特斯拉工厂扩建后的建筑占地96.3万平方米，对当地地下水的补充产生影响，且工程需要降低地下水位，预计当地的公共供水受到威胁。特斯拉则在递交给环境部门的审批申请中强调，工厂占地范围内的降水依然能渗入地下补充地下水，且工厂本身的淡水需求并不会随着扩建而增加。
2024年1月	由于红海的武装冲突，特斯拉不得不暂停其德国工厂的大部分生产，从1月29日到2月11日。这是因为红海是全球重要的航运通道，冲突导致全球制造供应链中断，船只被迫绕行非洲南端，增加了运输时间。
2024年2月	当地居民投票反对了特斯拉扩产的动议，月底开始，一些环保人士和反对特斯拉的团体在工厂附近森林搭建树屋，建起示威营地。
2024年3月	凌晨一名环保人士在一座高压输电塔纵火，导致附近多座村庄和位于格林海德市的特斯拉工厂断电，受此影响，柏林工厂被迫停产十几天，每天超过1000辆车无法下线。近千名抗议者聚集在柏林超级工厂外举行抗议活动，其中一些人在试图闯入工厂时与警方发生冲突，特斯拉当天又不得不关闭产线，让工人放假回家。另外，抗议者过去还曾堵塞柏林附近的高速公路，并坐在铁轨上中断铁路服务，从而扰乱周边地区。
2024年5月	在16日，特斯拉的德国工厂扩张计划获得了当地议会的批准，尽管该计划今年一直受到持续的抗议。
2024年9月	特斯拉德国 Gruenheide（格林海德）工厂因停电被迫停产，原因是环保活动人士涉嫌纵火，点燃了一个变电站。报道指出，德国警方炸弹处理小组已达到现场，除了该工厂，附近的其他一些地区也停电。
2024年11月	反对美国电动汽车制造商特斯拉在柏林附近扩建工厂的抗议者在树屋里举行抗议活动，而德国警方爬上梯子，砍断绳索结构，试图清除他们的森林营地。警方宣布需要清理森林营地后，虽然一些抗议者自愿离开，但“目前仍有人在树屋和绳索结构上”。警方表示，清理营地的行动仍在继续。

来源：环球杂志，凤凰网，杭州日报，德国之声等，国金证券研究所

2.3.2 马斯克对华态度积极

马斯克对中国的工业发展和创新能力给予了高度评价。马斯克根据能源研究所《世界能源统计年鉴》(2024年版)数据在社交媒体上评论说，“中国的工业产能已远超美国。”在电动汽车领域，马斯克赞扬“中国汽车公司是世界上最具有竞争力的汽车公司。我认为，他们将在中国以外取得重大成功”。在交通领域，马斯克多次在社交媒体上对中国先进的高铁技术给予了赞扬。2023年4月23日，他在风险投资人符传志(Alvin Foo)在一则赞扬中国高铁的推特下也表示了支持。

马斯克建议中美就监管人工智能技术进行国际合作。在当前AI飞速发展的前景下，一方面，马斯克指控OpenAI试图在生成式人工智能市场中建立垄断地位。另一方面，马斯克曾表达对中国加强人工智能国际治理和合作理念的赞同，后续有望推动中美在气候变化、禁毒、移民遣返、军事冲突管控对话之外，开辟新的对话与合作领域。2024年7月，《纽约时报》曾认为，马斯克有望在特朗普政府中成为又一个“中国利益的对话者”。马斯克可能会在特朗普的第二任期内，成为中美之间在许多技术和贸易问题上的关键对话者。

此外，马斯克欣赏中国文化、历史以及现代发展。马斯克多次在公开场合表达对中国的喜



爱，称中国政府关心人民福祉，或许比美国政府更具责任感。马斯克曾赞赏中国人民为“一群勤劳又智慧的人们”，并认为中国有着难以想象的文化底蕴，多次建议人们到中国的上海、北京等地游览，体验高铁，欣赏文化建筑。

图表14: 马斯克 11 年 11 次访华

时间	行程安排
2014 年 4 月	时任科技部长万钢会见马斯克；参与 Model S 首次在华交付仪式；参与央视专访。
2015 年 3 月	马斯克参加海南博鳌论坛，对话比尔·盖茨和李彦宏。
2015 年 5 月	时任北京市市长王安顺会见马斯克。
2015 年 11 月	马斯克参加 AutoPilot 7.0 版本国内发布会。
2017 年 4 月	时任国务院副总理汪洋会见马斯克。
2018 年 7 月	马斯克与上海临港管委会、临港集团共同签署了纯电动车项目投资协议。
2019 年 1 月	前国务院总理李克强会见马斯克；参与特斯拉上海超级工厂动工仪式。
2019 年 8 月	马斯克参加上海人工智能大会。
2020 年 1 月	马斯克参加 Model 3 首次交付仪式。
2023 年 5 月	时任外长秦刚、时任工信部长金壮龙、商务部长王文涛、上海市委书记陈吉宁分别会见马斯克。
2024 年 4 月	国务院总理李强会见马斯克。

来源：中国政府网，中新网，央视网等，国金证券研究所

2.4 美国新格局对我国相关行业政策影响

马斯克的商业版图覆盖了新能源汽车、无人驾驶、星链、脑机接口和机器人等多个领域，这些领域不仅是未来科技发展的前沿，也是中美两国竞争的关键点。以智能驾驶和星链为例：智能驾驶方面，中国用十几年的时间重点发展新能源汽车，使得本国从汽车大国走向汽车强国，并实现了新能源汽车产业链的全球竞争优势。中国发展无人驾驶具备数据、市场、政策支持的优势，但一旦在自动驾驶领域落伍，多年来在新能源领域积攒的产业链优势可能被再度弯道超车。星链方面，俄乌战争期间，星链发挥战略作用，而中国发射能力尚不足以支撑与 Space X 的“军备竞赛”，这正在加大中国对相关产业的重视。

2.4.1 自动驾驶以及特斯拉 FSD 入华

特斯拉 FSD 存在入华可能，中美或在自动驾驶领域短兵相接。FSD 是特斯拉研发的智能驾驶系统，基于大规模行驶里程、自研运算平台和巨大算力布局，已进入 V12.3 阶段。特斯拉预计在 2025 年第一季度在中国和欧洲推出 FSD 技术，但还需监管批准。特斯拉在中国提供 FSD 订阅服务已有四年，但是功能十分有限。数据安全是主要阻力，特斯拉需获得批准，才能将中国收集的数据转移至海外用于算法训练。如果 FSD 在中国落地，或将助力特斯拉与中国本土车企展开竞争，缓解电动车销量下滑的压力，并推动特斯拉多元化转型，增强其在自动驾驶技术、人工智能和机器人领域的竞争力。

FSD 入华对特斯拉至关重要，中国与特斯拉属于“竞争又合作”的关系。中国市场的 170 万辆特斯拉汽车的行驶数据对 FSD 算法训练非常宝贵。由于各地区道路情况和交通法规不同，FSD 在中国落地后的数据积累尤为重要，特斯拉在中国的保有量约为 170 万辆，这些车辆对 FSD 的接纳度和实际应用情况决定了该技术在中国市场成熟落地所需的时间。FSD 的商业化是特斯拉自动驾驶技术的重要一步，特斯拉在 2024 年推出的概念车 Cybercab 的生产与传统流水线不同，更像组装积木那样模块化制造。一旦特斯拉可以推出成本更低且无需司机的电动汽车，则可能对我国的新能源车产业造成较大的风险。

中国发展无人驾驶具有数据和市场优势，车路云一体化建设有望加速。快速发展的新能源汽车、共享出行产业为无人驾驶提供发展空间。若获政策持续支持，无人驾驶有望成为中国科技的新亮点。FSD 侧重车辆智能化与自我学习，车辆通过 AI 学习驾驶，车路云一体化更侧重系统性，布局智能交通基础设施，并将车端和路边信号传输至云端，由云指挥自动驾驶。2023 年 12 月，工信部等五部门印发通知，联合开展智能网联汽车“车路云一体化”应用试点工作，明确提出建设智能化路侧基础设施、提升车载终端装配率等九项建设内容。据不完全统计，截至 2024 年 9 月底，全国超 30 多个车路云一体化项目启动。7 月，工信部公布首批车路云一体化应用试点城市，目前多数城市已启动。



2.4.2 商业航天和卫星互联网

Space X 并非全面领先。航天任务的成功不仅取决于运载火箭，还依赖导航设备、深空通信网络、高精度雷达等关键技术。Space X 在技术创新和商业化方面表现出色，但在低轨道航天和国际导航系统上并未全面领先。中国在低轨道航天方面表现突出，如独立建设并运营了第三代空间站，并拥有国际领先的北斗导航系统。

Space X 带来的竞争压力加速中国商业航天发展。马斯克的 Space X 通过低成本大运力天地交通工具研发（可复用火箭和飞船）、大型空间基础设施建设（星链）和航天企业自我造血盈利，实现了商业闭环，为中国商业航天发展指明了方向。2023 年 11 月，马斯克在社交媒体 X 上称，2023 年第一季度 Space X 首次实现盈利，预计“星链”将很快实现正向现金流，并成为 Space X 最大收入板块。中国发射能力尚不足以支撑与 Space X 的“竞争”。Space X 凭借技术优势垄断空间资源，其星链星座已经规划将占据超过 4 万个位置，对中国规划中的近 3 万颗卫星构成竞争性的“零和关系”。据国际电信联盟（ITU）数据，地球低轨卫星总容量约 6 万颗，目前各国申报数量已超 7 万颗。

Space X 的实践证明了商业航天模式可以盈利，为国内企业提供借鉴。目前，Space X 在市场规模方面仍然领跑全球，释放市场需求是中国商业航天发展的重要动力。中国卫星数据向服务的转化是弱项，产业链呈哑铃状，需构建信息增值服务产业链，释放下游市场空间，推动产业链变为喇叭状。据泰伯智库报告，中国商业航天产业规模 2024 年将超 2.3 万亿，2025 年将达 2.8 万亿。

在俄乌战争期间，星链发挥战略作用，加大中国对相关技术的重视。传统的国有航天企业创新速度较慢，因此商业公司在航天创新中的作用受到更多重视。国家航天局总工程师李国平 11 月 11 日在 2024 珠海论坛商业航天发展论坛上表示，正在会同国家发改委等有关部门研究编制《国家民用空间基础设施中长期发展规划（2026-2035）》。该计划将留出商业航天发展的空间，研究放宽商业遥感卫星分辨率限制。

Space X 的军民两用的经验也会加速我国军民融合的思路进一步打开。Space X 的星舰项目虽然主要定位于民用任务，但其巨大的运载能力背后所包含的潜在军事用途也引发外界高度关注，为中国航天业提供了军民两用技术发展的启示。一方面，中国航天科技集团推进军转民项目，同时积极推进优势民用技术成果参与航天领域科研生产，形成军民技术双向转化、良性互动的局面。另一方面，Space X 的成功鼓励了中国民用商业航天企业的发展，推动了军民融合的商业化进程。

图表15: Space X 大事记

时间	事件
2002 年 5 月	SpaceX 注册成立
2006 年 3 月 24 日	猎鹰一号第一次发射失败，原因是使用的低价 B 型螺母被海风腐蚀
2008 年 9 月 28 日	猎鹰一号第四次发射成功，是第一个由私人制造的、从地面进入预定轨道的火箭
2008 年 12 月 22 日	获得 NASA 价值 16 亿美元的订单合同，在空间站和地球之间进行往返运输
2012 年 5 月	“龙飞船”成功入轨，成为第一个与国际空间站对接的私营飞行器
2015 年 1 月	火箭回收成功猎鹰九号着陆成功
2017 年 9 月	宣布启动星舰开发
2019 年 9 月	星链卫星进入运行状态
2021 年 9 月	灵感 4 号飞船成功入轨，成为第一个由私营公司为非职业宇航员完成的发射任务
2023 年 4 月 20 日	星舰第一次发射，上升阶段在空间爆炸
2024 年 6 月 6 日	星舰第四次发射，助推器成功溅落，飞船着陆成功，但部分受损
2024 年 9 月 10 日	猎鹰 9 号将 4 名非职业宇航员送入太空，实现首次商业太空行走

来源：University of Cincinnati, 中国经营报, 国金证券研究所



三、商业航天：SpaceX 全球领先，中国星网卫星组网加速推进

3.1 SpaceX：世界商业航天领导者，发射业务及星链并驾齐驱

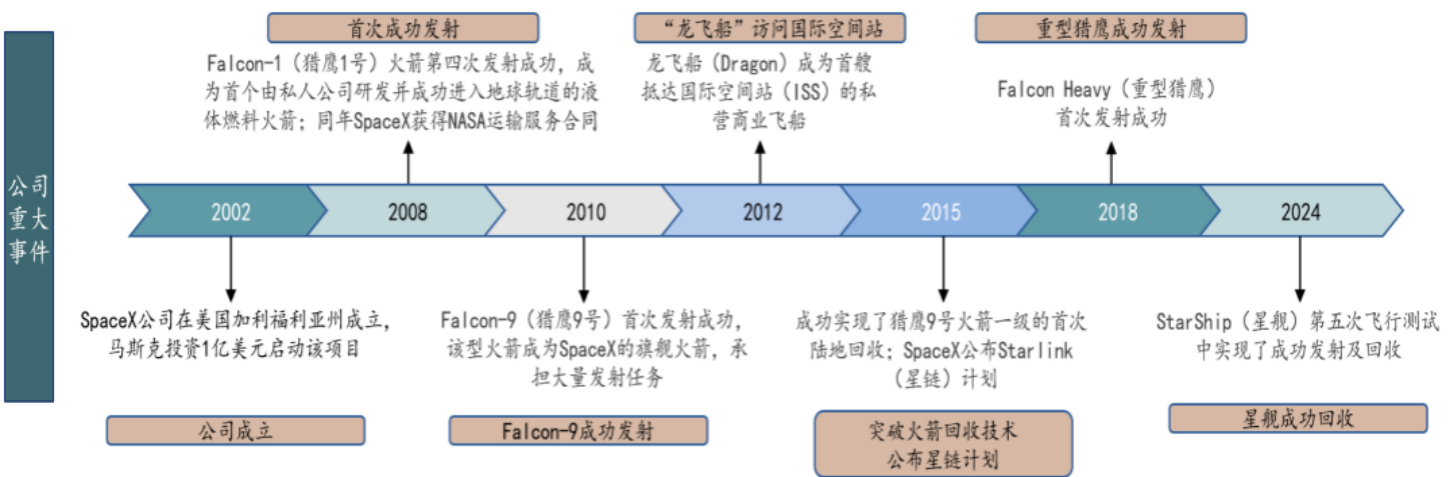
3.1.1 发展历程：屡次取得技术突破，科技狂人马斯克目标火星移民

世界商业航天领导者，目标火星移民。SpaceX (Space Exploration Technologies Corp, 译为太空探索技术公司) 由马斯克于 2002 年创立，为美国私人航天制造商和太空运输服务公司，是当前商业航天的领军企业，其总部位于加利福尼亚州霍桑。SpaceX 的主要目标是降低太空运输成本，并进行火星移民。当前，SpaceX 在载人航天、火箭制造与发射等多个领域具有独创性技术，占据行业龙头地位。

快速技术创新，屡次取得重大突破。2002 年，SpaceX 的研究项目在马斯克的 1 亿美元个人注资下启动；2008 年，Falcon-1 (猎鹰 1 号) 火箭成功发射，成为首个进入地球轨道的私人开发的液体燃料火箭；2012 年，Dragon (龙飞船) 首次向国际空间站运送货物，开启了私营航天的新时代；2015 年，Falcon-9 (猎鹰 9 号) 火箭首次实现一级火箭回收，这是轨道级火箭首次实现发射、回收全过程；2018 年，Falcon Heavy (猎鹰重型) 火箭成功发射，将特斯拉跑车送入太空，展示了其强大的运载能力。

2020 年，SpaceX 首次利用载人龙飞船将宇航员送入地球轨道，这是美国自 2011 年航天飞机退役以来，再次恢复载人航天能力；SpaceX 于 2015 年宣布其星链卫星项目，至今已成功部署了超过 7000 颗卫星，为全球提供互联网服务；2024 年，在第五次飞行测试中，星舰火箭实现了成功发射及回收，标志着公司在可重复使用火箭技术方面取得重大进展。

图表 16: SpaceX 公司重要事件



来源：每日经济新闻，popular timelines，上海蔚星，国金证券研究所

SpaceX 尚未上市，高增长使其保有高估值。SpaceX 营业收入保持高速增长，从 2022 年到 2023 年，营业收入从 46 亿美元增长至 87 亿美元，预计 2024 年将达到 133 亿美元。尽管尚未上市，据估计其公司估值已提升至约 2550 亿美元。SpaceX 具备可回收火箭技术及生产成本优势，在商业航天领域占据龙头地位。2024 年美国大选特朗普成功当选美国总统，也为马斯克的 SpaceX 公司带来了乐观的政府合同预期。

3.1.2 公司产品：发射涵盖猎鹰/星舰/龙飞船，星链已是最大收入来源

SpaceX 的旗舰产品包括猎鹰九号、猎鹰重型、龙飞船、星链计划及星舰计划，涵盖了火箭、飞船、卫星等组成成分，近地、深空探索等任务距离，通讯、货运与载人等多种应用方向，具有全方位的发展盈利能力：

- 猎鹰 9 号：可重复使用两级火箭，用于可靠、安全地将人员和有效载荷运送到地球轨道及更远的地方。猎鹰 9 号是世界上第一个轨道级可重复使用火箭。可重复使用性使 SpaceX 能够重复使用火箭最昂贵的部件，从而降低太空访问的成本。截至目前已执行 414 次发射。
- 重型猎鹰：重型运载火箭，由三个可重复使用的“猎鹰 9 号”9 个发动机核心组成，



其中 27 个“梅林”发动机在升空时总共产生超过 500 万磅的推力，相当于大约 18 架 747 飞机。是世界上运载能力最强的火箭之一，可以将近 64 吨（14.1 万磅）的重量送入轨道。截至目前已执行 11 次发射。

- 星舰：可重复使用星际飞船，旨在将宇航员和货物运送到地球轨道、月球、火星等深空。是迄今为止世界上最强大的运载火箭，能够携带 150 公吨的完全可重复使用的和 250 公吨的消耗品。
- 龙飞船：为 NASA 的商业轨道运输服务（COTS）和商业补给服务（CRS）项目研发的可重复使用飞船，能够携带多达 7 名乘客往返地球轨道和更远的地方。执行低成本、业务化的低地球轨道载人航天飞行任务，预计还将执行登月任务。截至目前，龙飞船已完成 49 次发射。

图表17: SpaceX 发射业务主要相关产品：猎鹰、星舰、龙飞船



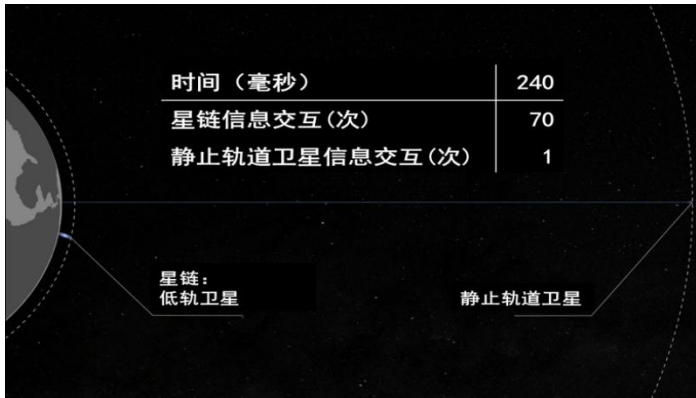
来源：SpaceX 官网，国金证券研究所

星链计划：卫星互联网项目，是世界上第一个和最大的卫星星座，计划卫星数量达到 4.2 万颗，旨在通过部署大量小型卫星来提供全球互联网覆盖，并为手机提供流媒体、在线游戏、视频通话等服务。相对于现有距地约 3.5 万公里的地球静止轨道卫星，星链卫星处于距地约 550 公里的低轨道，将通信延迟从 600ms 降低到约 25ms。截至目前，星链已发射超过 7000 颗 Starlink 卫星。

商业运载项目：包括商业载人与载货项目。SpaceX 提供了低成本的载货服务，对低轨卫星的货载收费标准最低达到 30 万美元/50kg；同时，其计划了长期的商业载人发展计划，包括空间站、地球轨道，直至月球与火星。目前，SpaceX 已实现到达空间站与地球轨道的商业载人航天活动。

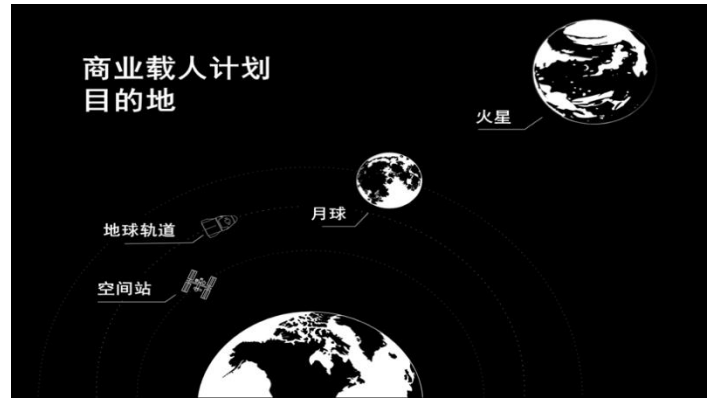


图表18: Starlink 星链计划示意图



来源: starlink 官网, 国金证券研究所

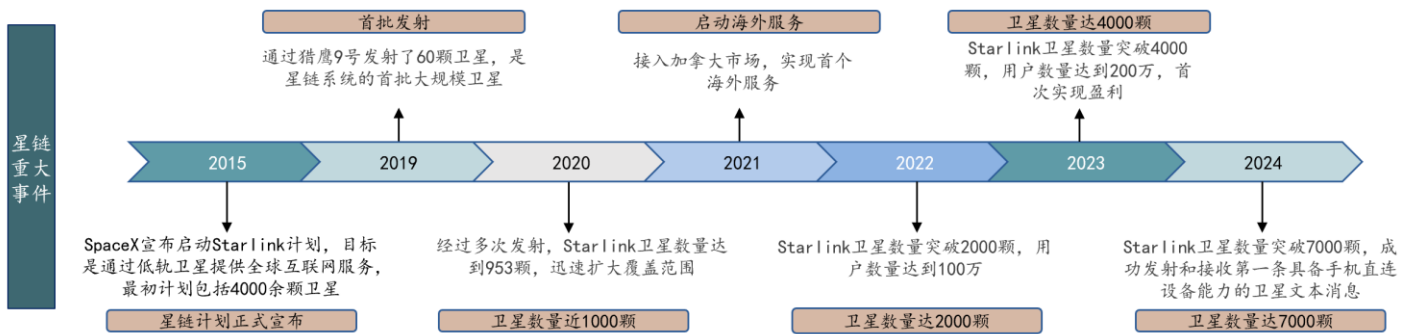
图表19: SpaceX 商业运载项目示意图



来源: SpaceX 官网, 国金证券研究所

低轨布局全球互联网。星链是唯一覆盖整个地球的高带宽互联网系统，通过低轨布置大量卫星，星链提供高速互联网接入服务。截至目前，星链卫星总发射颗数达到了 7589 颗。直连手机的星链卫星总发射数目达到了 375 颗，占全球在轨活跃卫星数量超过一半。目前，轨道上共有 363 颗直连手机的星链卫星，直连手机的星链卫星小星座即将完成发射。星链项目已在 118 个国家和地区落地，全球用户总数超过 400 万。

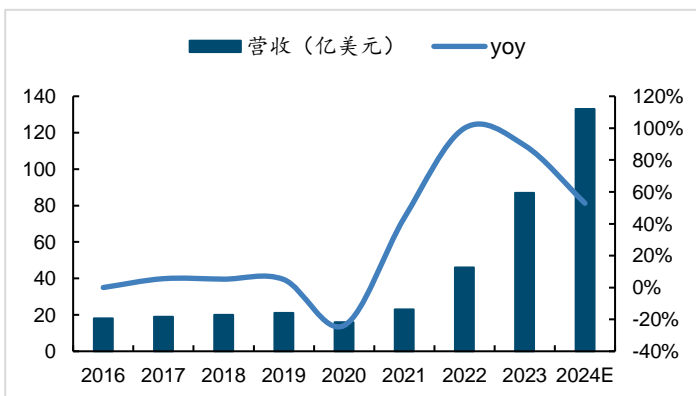
图表20: Starlink 星链重要事件



来源: popular timelines, X, BigTechWire, statista, 上海蔚星, 国金证券研究所

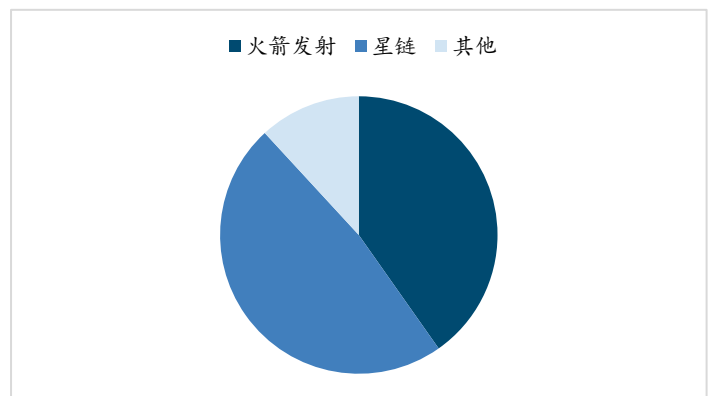
星链或已经成为 SpaceX 最大收入来源。SpaceX 未公开披露具体的财务情况。而根据 Payload Research 测算，2023 年全年，SpaceX 收入为 87.21 亿美元，其中发射收入占 35.09 亿美元，星链收入占 41.78 亿美元，其他收入占 10.34 亿美元，星链收入首次超过发射收入，成为收入占比最大的业务。

图表21: SpaceX 营业收入以及同比变化 (估计)



来源: Sacra, Payload Research, 国金证券研究所

图表22: SpaceX 2023 年收入结构 (估计)



来源: Payload Research, 国金证券研究所



从盈利的层面看，SpaceX 各项业务发展态势良好。《华尔街日报》在 2023 年 8 月 17 日报道，SpaceX 在 2023 年第一季度实现了 5500 万美元的利润，收入为 15 亿美元，表明公司在加强其星链互联网卫星服务并竞相让其火箭将有效载荷送入太空的过程中，逐步实现盈利。马斯克于 2023 年 11 月 2 日在 X 上宣布：“非常激动地宣布，SpaceX、Starlink 已经实现了收支平衡的现金流！这是一支优秀团队的杰出工作。Starlink 现在也是所有活跃卫星中体量最大的，并且到明年也是”。随着整体收入体量的持续扩大，SpaceX 已经逐步走向盈利的道路。

图表23：华尔街日报称 23Q1 SpaceX 实现 5500w 美金盈利

图表24：马斯克在 X 表示 2023 年公司业务现金流转正

SpaceX turned a profit during the first quarter due to surging revenue, [The Wall Street Journal reported](#) Thursday, citing documents detailing the privately held company's quarterly and annual results.

The [Journal reports that SpaceX posted a first-quarter profit of \\$55 million on revenue of \\$1.5 billion.](#) For the full year 2022, Elon Musk's rocket company posted a loss of \$559 million on revenue of \$4.6 billion, the report says. It roughly halved losses while doubling what it brought in during 2021.

The rare look at SpaceX's financials offers a clue into how the company is faring while it ramps up its Starlink internet satellite service and races to get its monster Starship rocket delivering payloads to space.



来源：CNBC，国金证券研究所

来源：X，国金证券研究所

3.1.3 海外其他发射计划梳理：欧美参与企业众多，整体规模仍较小

海外主要卫星互联网参与国家/地区有美国、英国、俄罗斯、加拿大与欧盟。美国除 Starlink 外还有亚马逊推出的 Kuiper，提供与 Starlink 类似的服务，但目前仍在开发阶段，尚未大规模发射卫星；OneWeb 是总部位于英国的卫星互联网项目，专注于提供高速、低延迟的互联网服务，相对 Starlink，OneWeb 更侧重商业客户及物联网业务；俄罗斯的 Sfera 目标提供全球互联网及物联网服务，目前尚处于早期发展阶段；加拿大的 LightSpeed 及欧盟 IRIS² 的规模较小，专注于特定领域市场。

图表25：海外主要发射计划

国家/地区	企业	星座	卫星数量规划	发射进度
英国	OneWeb	OneWeb	6372 颗	初始星座由 648 颗近地轨道卫星组成。当前已发射 654 颗。于 2024 年 10 月完成第一代组网
美国	亚马逊 Kuiper	Kuiper	3232 颗	目前已完成 2 颗原型星发射，计划 2025 年中期开始由 SpaceX 猎鹰 9 号发射正式卫星，2029 年前完成组网
俄罗斯	俄罗斯航天集团	Sfera	162 颗	计划在 2024 年发射 4 颗试验原型星，2025-2026 年实现核心星座的运行
加拿大	Telesat	Telesat Lightspeed	188 颗	计划于 2026 至 2027 年进行发射
欧盟	空客防务与航天公司等	IRIS ²	290 颗	计划于 2025 至 2027 年进行发射

来源：spacenews, CNN, Amazon, Telesat, 上海蔚星, fujisu, gunter's space page, EU Space, 国金证券研究所

3.2 中国商业航天现状：航天事业筚路蓝缕，迈向多元化时代

3.2.1 回顾中国航天：砥砺前行方得始终，中国航天事业的崛起之路

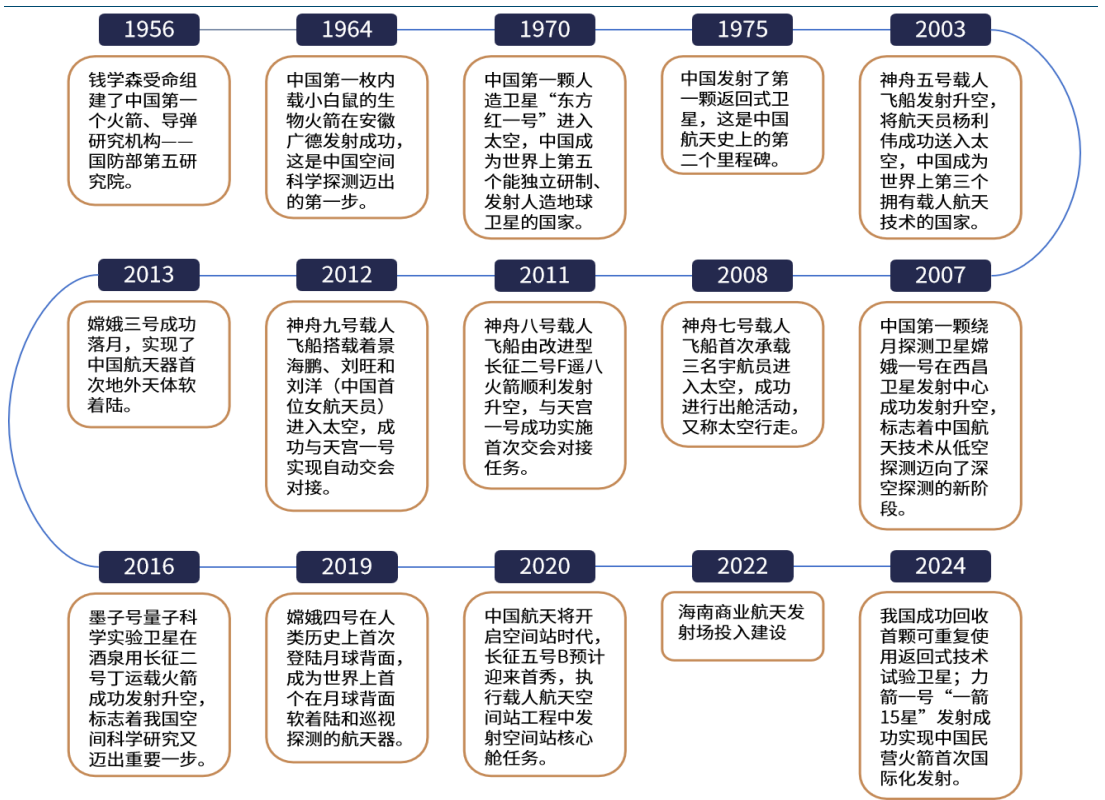
在 1956 年 2 月，钱学森向中央提出了“建立中国国防航空工业的意见”；同年 10 月，钱学森受命组建了第一个火箭、导弹研究机构——国防部第五研究院。1964 年 7 月中国第一枚内载小白鼠的生物火箭在安徽广德发射成功，中国迈出探索宇宙的第一步。1970 年 4 月中国第一颗人造卫星“东方红一号”进入太空，中国成为世界上第五个能独立研制、



发射人造地球卫星的国家。1975年11月中国发射了第一颗返回式卫星，这是中国航天史上的第二个里程碑。

2003年10月，神舟五号载人飞船发射升空，将航天员杨利伟成功送入太空，中国成为世界上第三个拥有载人航天技术的国家。2016年8月，墨子号量子科学实验卫星在酒泉用长征二号丁运载火箭成功发射升空，标志着我国空间科学研究又迈出重要一步。2020年中国航天开启空间站时代，长征五号B执行载人航天空间站工程中发射空间站核心舱任务。2024年，我国在东风着陆场成功回收首颗可重复使用返回式技术试验卫星——实践十九号卫星，搭载的植物及微生物育种载荷、自主可控和新技术验证试验载荷、空间科学实验载荷、社会公益和文化创意载荷等回收类载荷已全部顺利回收；由广州中科宇航探索技术有限公司研制的力箭一号遥五运载火箭成功将15颗卫星送入预定轨道，实现了中国民营火箭首次国际化发射。

图表26: 中国航天发射历史



来源：中国科技新闻网，央视网，国金证券研究所

商业航天蓬勃发展，我国首个商业航天发射场于2022年投入建设。2022年海南商业航天发射场投入建设。发射成本低和履约周期短是商业发射的两大特点。海南拥有地理位置优势和自贸港的政策优势，有望成为中国乃至全球进行航空航天应用合作的重要基地。海南商业航天发射场在项目规划和建设过程中，与多家商业航天企业反复进行调研和对接，为发射做好前期的准备工作。

2024年11月30日，我国首个商业航天发射场海南商业航天发射场首次发射取得圆满成功。新型运载火箭长征十二号成功将卫星互联网技术试验卫星、技术试验卫星03星送入预定轨道。长征十二号运载火箭由中国航天科技集团有限公司八院抓总研制，火箭全长约62米，采用二级构型设计，是我国首型4米级运载火箭，也是目前我国运载能力最大的单芯级运载火箭，近地轨道运载能力不少于12吨、700公里太阳同步轨道运载能力不少于6吨。



图表27: 海南商业航天发射场二号工位开建



来源: 海南省科技厅, 国金证券研究所

图表28: 我国首个商业航天发射场发射成功

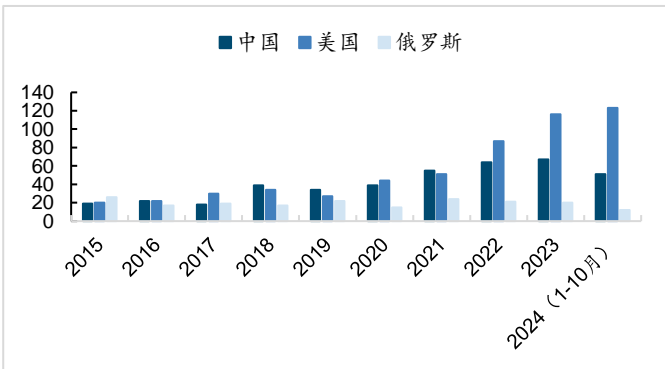


来源: 央视, 国金证券研究所

近年来, 中国的航天发射活动十分活跃, 2019年至2024年10月, 中国共实施了310次发射任务, 其中包括嫦娥揽月、北斗指路、祝融探火等重大工程。这些发射任务的成功实施, 不仅展示了中国在航天技术方面的进步, 也为中国航天事业的未来发展奠定了坚实的基础。其中, 2019年至2024年10月, 中国每年的发射次数分别为34次、39次、55次、64次、67次以及51次, 呈现出逐年增长的趋势。在310次发射中, 失败次数仅为16, 成功率高达94.8%。在发射数量方面, 美国Space X公司“星链”计划进展迅速已经拉开与中国的差距, 俄罗斯方面因引擎技术问题、航天预算减少等问题而掉队。

国家政策支持主要体现在对商业航天新增长引擎的打造、科技创新的促进、对外贸易创新发展的推动等方面。2020年4月, 国家发改委首次明确“新基建”范围, 提及在信息基础设施建设中以卫星互联网为代表的通信网络基础设施之一。2021年4月, 国务院批准成立中国卫星网络集团有限公司推进国家战略实施、推动卫星互联网产业发展、打造卫星互联网和北斗系统融合发展的创新高地。2024年两会期间, 商业航天作为新增长引擎首次被写入政府工作报告。

图表29: 中美俄三国发射数量对比



来源: SpaceLive, 国金证券研究所

图表30: 2024年两会, 商业航天首次写入政府工作报告

积极培育新兴产业和未来产业。实施产业创新工程, 完善产业生态, 拓展应用场景, 促进战略性新兴产业融合集群发展。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。鼓励发展创业投资、股权投资, 优化产业投资基金功能。加强重点行业统筹布局和投资引导, 防止产能过剩和低水平重复建设。

来源: 中华人民共和国商务部, 新华社, 国金证券研究所

3.2.2 星际竞赛: 中国三大万颗卫星星座 GW 星网/千帆 G60/鸿鹄星座

中国的“星链”计划已经启动, 预计将推动数千亿产值的产业发展。国内低轨卫星互联网星座的代表主要包括GW星座、G60星座以及鸿鹄-3星座, 这些星座的规划卫星总数超过3万颗, 它们将成为国内低轨卫星互联网网络构建的主要力量。



图表31：中国三大星座特点梳理

千帆星座	 上海垣信卫星科技有限公司	<p>多层、多轨道、分阶段实施的星座设计：千帆星座采用创新的星座设计，以适应不同的通信需求。</p> <p>长三角九大城市共同打造：千帆星座由上海等长三角九大城市共同打造，显示了区域合作的特色。</p> <p>快速组网：预计到2030年底实现1.5万颗卫星提供多业务融合服务，显示了快速组网的能力。</p>
GW星座	 CSCN 中国星网	<p>国家级企业主导：由中国卫星网络集团有限公司主导，涉及的技术和资源整合能力较强。</p> <p>复杂轨道布局设计：GW星座的轨道倾角分布在30°-85°之间，显示了其复杂的轨道布局设计。</p> <p>轨道高度分为两组：一组极低轨道和一组近地轨道，类似于Starlink星链系统，可以覆盖全球的卫星通信网络。</p>
鸿雁星座	 LANDSPACE 蓝箭航天	<p>创业公司主导：由蓝箭航天旗下的鸿擎科技主导，展示了中国在商业航天领域的活力和创新。</p> <p>技术突破：鸿擎科技实现了氟气工质霍尔电推进百公里级变轨，有助于卫星互联网低成本建设。</p> <p>永磁励磁霍尔推进技术：鸿擎科技是国内外少数掌握永磁励磁霍尔推进技术的公司之一，具有比冲高、寿命长的特点。</p>

来源：科普中国、网易、上海经信委、东方中科公司官网、企查查、中国发展网，国金证券研究所

1) “GW 星座”：中国星网牵头的国家队重磅玩家

GW 星座是中国卫星网络集团有限公司(简称“中国星网”)规划的低轨宽带卫星通信星座，是中国在卫星互联网领域的重要布局之一。2020年9月，中国以“GW”为代号正式向ITU提交了2个低轨互联网星座的轨道和频率申请资料，2个星座总计12992颗卫星。2021年4月中国卫星网络集团有限公司正式成立。

图表32：国资委关于组建中国卫星网络集团公告



来源：国务院国资委，国金证券研究所

图表33：位于雄安新区的中国星网总部



来源：澎湃网，国金证券研究所

GW 星座旨在整合鸿雁星座、虹云星座等原有国有低轨卫星建设计划。该计划预定在2029年前发射约1300颗卫星，并计划在2035年完成大约1.3万颗卫星的部署目标。GW星座由GW-A59和GW-2两个子星座构成，GW-A59子星座的卫星分布在500km以下的极低轨道，GW-2子星座的卫星分布在1145km的近地轨道。两组卫星的轨道倾角分布在30度85度之间。各自运行于不同的空间区域，旨在通过组网实现全球覆盖，确保任何地区都能接入高速互联网通信服务。

2) 千帆星座 (G60 星座)：打造覆盖全球的低轨互联网星座

千帆星座，也被称为G60星座，是中国积极推进的低轨卫星互联网星座建设规划之一。该



项目由上海松江区牵头，联合多家资本共同打造，项目的实施主体是上海垣信卫星，该计划于 2023 年启动，包括三代卫星系统，采用全频段、多层多轨道星座设计。一期计划完成发射 1296 颗卫星，未来将打造 1.4 万多颗低轨宽频多媒体卫星的组网。

2024 年 8 月 6 日，千帆极轨 01 组共 18 颗卫星成功发射，标志着千帆星座建设的正式启动。按照规划，2025 年将完成一期 648 颗卫星的部署，提供全球网络覆盖。到 2030 年底，计划实现超过 1 万颗低轨宽频多媒体卫星的组网，进一步巩固和拓展全球卫星互联网服务的覆盖范围和能力。目前，该生产线已具备年产 300 颗以上卫星的能力，未来将可支持“一箭 36 星”发射，满足更大规模星座快速组网密集发射的需求。

上海垣信卫星科技有限公司高级副总裁陆犇表示：“现在规划了两个阶段，第一个阶段是 1296 颗星，它可以具备一个全球互联的能力，可以完成全球的一个完整的覆盖，可以提供全方位、多样化的商业服务。再往后，我们会把卫星建设的高度从现在第一阶段的 1000 多公里降到 300、500 公里，那么离地球表面更近，具备了提供手机直连、宽窄带物联网更高级的应用，我们在不同的轨道高度会发展更丰富的一些低轨卫星互联网的业务。”

图表34：“千帆星座”部署情况

部署阶段	卫星数量	服务范围
一期	648颗	提供区域网络覆盖
二期	1296颗	实现全球网络覆盖
三期	超过1.5万颗	提供多元业务融合服务

来源：科普中国，国金证券研究所

图表35：“千帆星座”正式启动发射

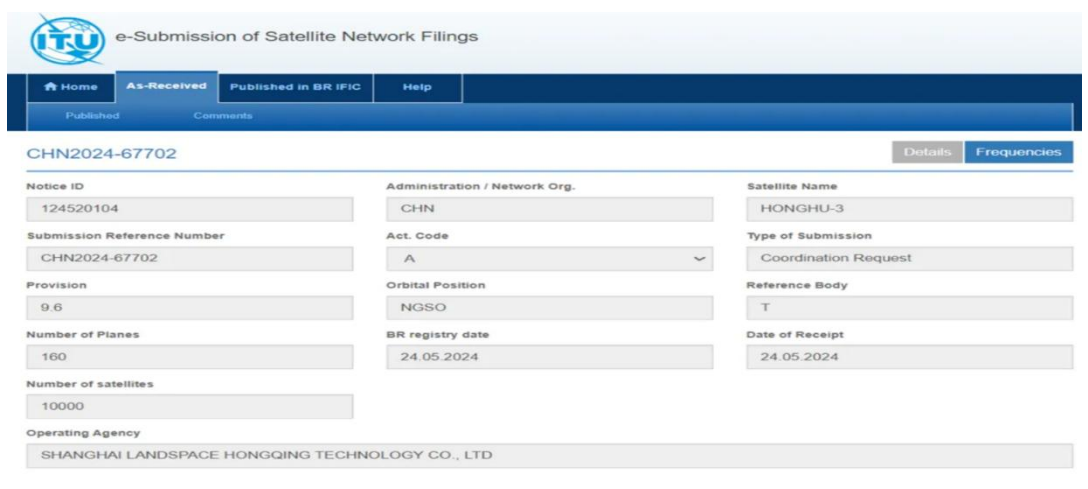


来源：央视网，国金证券研究所

3) 鸿鹄星座：蓝箭航天旗下的鸿擎科技主导的民营代表

鸿鹄星座由蓝箭航天旗下的鸿擎科技主导，计划在 160 个轨道平面上总共发射 10000 颗卫星。2024 年 5 月 24 日，鸿擎科技向国际电信联盟提交了频轨申请，标志着鸿鹄星座建设的正式启动。蓝箭航天正在研发的朱雀三号火箭是一款可重复使用的液氧甲烷运载火箭，该火箭将具备一次性任务低轨运载能力达 21.3 吨，航区回收任务运载能力达 18.3 吨的能力。火箭预计将于 2025 年具备首飞能力，届时将为构建鸿鹄星座提供高效运载服务。

图表36：上海蓝箭鸿擎科技有限公司向国际电信联盟（ITU）提交预发信息（API）



来源：国际电信联盟（ITU），国金证券研究所



图表37: 中国三大星座对比

星座名称	用途	发射进度
千帆星座	提供低延时、高速率及高可靠性的卫星宽带互联网服务	2024 年预计发射 108 颗卫星；2025 年底完成 648 颗发射，提供区域网络覆盖；2027 年底完成 1296 颗的一期建设，提供全球网络覆盖；到 2030 年底，实现超 1.5 万颗低轨卫星的互联网组网
GW 星座	实现卫星网络的全面布局，提供全球覆盖的高速互联网通信服务	2029 年前发射约 1300 颗卫星，计划在 2035 年完成大约 1.3 万颗卫星的部署目标
鸿鹄星座	卫星互联网领域	将在 160 个轨道平面上总共发射 10000 颗卫星

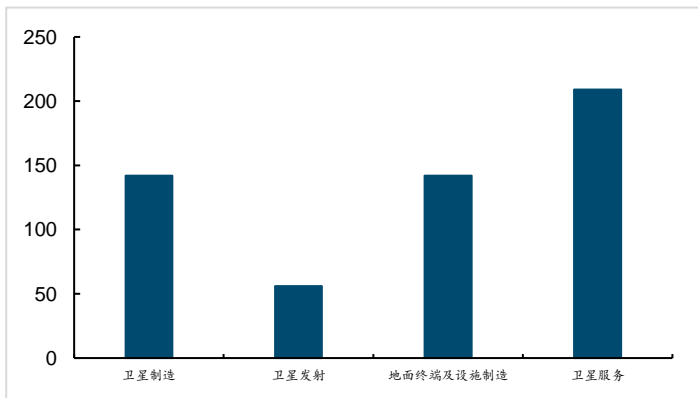
来源：新华网，深圳晚报，国金证券研究所

3.2.3 变革浪潮：中国航天市场目前由院所主导，大量民营玩家入场

商业航天大量参与方进场，国有民营百花齐放。据未来宇航最新数据统计，国内已注册并有效经营的商业航天主体企业数量达到 549 家。按照不同的产业领域划分，卫星制造和地面终端及设施制造企业均为 142 家，卫星服务企业为 209 家，卫星发射企业数量较少为 56 家。

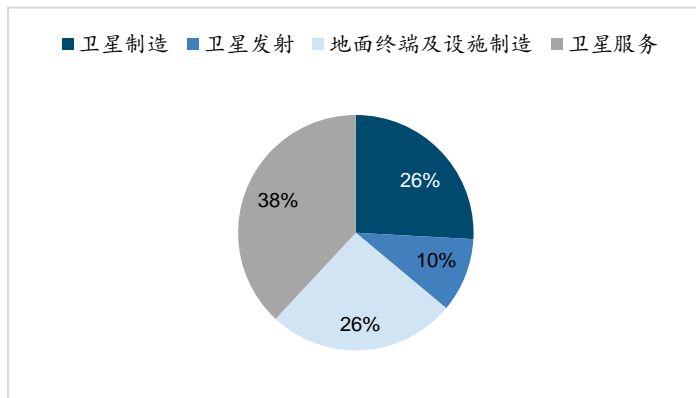
在整个商业航天产业链中，上游和下游企业数量多于中游企业。商业航天产业链下游卫星服务领域企业数量最多，占商业航天主体企业总数约 38%；产业链上游的卫星制造和卫星发射在商业航天主体企业总数中的占比约为 36%；产业链中游地面终端及设施制造相关企业在商业航天主体企业中占比较少，约为 26%。

图表38: 商业航天产业链各环节企业数量



来源：未来宇航，国金证券研究所

图表39: 商业航天产业链各环节企业数量占比



来源：未来宇航，国金证券研究所

央企院所仍是主导，民营企业快速成长。根据中国航天科技集团有限公司发布《中国航天科技活动蓝皮书（2023 年）》，中国航天深入贯彻落实习近平总书记重要指示批示精神，加快推动航天强国建设，2023 年实施 67 次发射任务，位列世界第二，研制发射 221 个航天器，发射次数及航天器数量刷新中国最高纪录。其中长征系列运载火箭 47 次发射全部成功，成功率 100%，累计发射突破 500 次，其他商业火箭发射 20 次。可见，目前发射端的中坚力量仍是央企院所单位主导，但民营企业已经在快速成长。

图表40: 中国商业国家队主要参与者

研究院名称	成立时间	主要成就与贡献
中国运载火箭技术研究院	1957 年	研制了 10 余种长征系列运载火箭，形成长征火箭系列型谱。成功实施了载人航天工程、探月工程、北斗工程等重大工程的运载火箭发射任务。



研究院名称	成立时间	主要成就与贡献
中国空间技术研究院	1968年	成功发射了470余颗航天器，实现280余颗航天器在轨运行。研制的航天器覆盖载人航天、月球与深空探测、导航定位、对地观测、通信广播、空间科学与技术试验六大系列。
上海航天技术研究院	1961年	在运载火箭领域，抓总研制的运载火箭占中国长征系列运载火箭发射任务总量的三分之一强；在应用卫星领域，抓总研制了以风云系列气象卫星为代表的卫星，部分卫星技术水平领跑或并跑世界一流，有力支撑了国家空间基础设施建设；在空间科学领域，圆满完成了以载人航天工程、探月工程、火星探测工程为代表的历次任务，推动了从地月系到行星际的跨越。

来源：中国运载火箭技术研究院官网，中国空间技术研究院官网，上海航天技术研究院官网，国金证券研究所

中国商业卫星制造业正迅速崛起，企业特色鲜明，各家业务覆盖遥感、通信和整星研发等。长光卫星凭借吉林一号星座在全球遥感市场中领先，而格思航天、工大卫星和时空道宇等在星座组网和卫星制造方面展现出不俗潜力。银河航天、微纳星空等推动技术创新，共同推进中国商业航天的发展，提升国际竞争力。目前，中国商业航天民营卫星主要公司包括：长光卫星、格思航天、工大卫星、时空道宇、微纳星空、银河航天、天仪研究院、零重实验室、国星宇航、九天微星等。

图表41：中国商业航天民营卫星主要公司

公司名称	公司所在地	总结
长光卫星	长春市	长光卫星创立于2014年12月，是我国第一个商业遥感卫星公司，其运营的吉林一号星座是目前全球最大的亚米级商业遥感卫星星座。同时，长光卫星也是我国第一家集卫星研发制造、运营管理和遥感信息服务于一体的全产业链商业遥感卫星公司，其研制的高分03D星能够在整星40kg的基础上做到全色0.75m分辨率。目前，长光卫星已具备年产100颗卫星的生产能力。
格思航天	上海市	格思航天成立于2022年01月，由垣信卫星与中科新辰共同发起，专为解决千帆星座卫星批量生产问题创立。根据媒体消息，千帆星座将于2024年完成108颗卫星的发射，其中一半产能来自格思航天。未来，格思航天将会成为千帆星座的重要卫星供应商，而后者计划在2030年前发射1.5万颗低轨宽带互联网组网卫星。
工大卫星	哈尔滨市	工大卫星成立于2020年12月，由哈工大卫星研究所核心团队创立，继承了哈工大微小卫星20多年的积累与经验。是国内少数具备通、导、遥卫星研制能力的商业航天企业。其研制的龙江三号，是中国首颗平板式低轨宽带通信卫星，用于验证大型低轨宽带互联网星座手机直连、星上再生处理、网络功能切片以及星地融合通信等卫星通信技术。2023年9月，工大卫星制造基地举行奠基仪式。建成后具备年产200颗微小卫星的生产能力。
时空道宇	杭州市	时空道宇创立于2018年8月，是一家从事卫星研发、星座组网运营、卫星应用的商业卫星公司，背靠吉利控股。创始人王洋毕业于哈工大、曾就职于中科院微小卫星创新研究院，2014年创立欧科微，后被吉利全资收购。时空道宇是中国少数布局卫星研发、制造、运营、应用全产业链的商业卫星公司。其运营的吉利未来出行星座计划发射卫星168颗，已发射卫星20颗，是全球首个通、导、遥一体星座。2021年，吉利台州卫星超级工厂建成，可实现年产卫星500颗的产能。
微纳星空	北京市	微纳星空由国际宇航科学院院士吴树范创立于2017年8月，主要从事遥感、通信卫星的整星研发业务。吴树范毕业于南京航空航天大学，是蓝箭航天创始人，曾担任上海微小卫星工程中心总工程师。微纳星空共发射卫星30颗，其研发的泰景三号-01星遥感卫星分辨率为0.5m，客户包括国星宇航等。2023年底，微纳星空卫星工厂落地无锡。2024年6月，微纳星空获得10亿元C+轮融资，累计融资金额接近20亿。
银河航天	北京市	银河航天创立于2018年4月，主要从事遥感、通信卫星的整星研发业务。其研发的灵犀03星是我国首个柔性太阳翼卫星。银河航天共发射卫星9颗，其中两颗卫星是为四象爱数研制，其余为技术验证卫星。其卫星工厂位于南通市，可实现年产平板通信卫星50颗。



公司名称	公司所在地	总结
天仪研究院	长沙市	天仪研究院创立于2016年1月，主要从事SAR合成孔径雷达卫星的整星研制业务，200kg以下小型SAR卫星分辨率可达米级，具备图像星上处理能力。天仪发射卫星数量为31颗，公司在长沙拥有6000平米的整星研究中心，可年产50颗立方星或10颗500公斤级平板折叠卫星。
零重实验室	北京市	零重实验室创立于2016年10月，主营遥感卫星整星研制业务。目前发射卫星13颗，其中12颗成功入轨，其中6颗的客户为港航科金紫荆星座。2023年3月17日，零重空间与港航科签订一箭30星研制发射协议，金额为9千万元，研制发射期限为一年。但由于未知原因，该发射至今未执行。
国星宇航	成都市	国星宇航创立于2018年5月，主营业务包括整星与组部件研制，AI星座组网平台以星上算力、通遥一体为特色，适合城市监测与通信应用。2024年，国星宇航嘉兴工厂实现首批两颗卫星星时代21/22星下线，具备年产500kg以下卫星20颗的能力。
九天微星	北京市	九天微星创立于2015年6月，主营业务为遥感、通信卫星的研制，在北京、上海、成都设立研发中心，唐山、宜宾为制造中心。共发射了10颗卫星，成为中国商业卫星企业的领跑者，融资金额超过5亿。但2022年后，九天微星再也没有发射过卫星。目前创始人谢涛已被列入失信人名单，限制高消费。

来源：你好太空公众号，国金证券研究所

中国民营火箭公司同样取得了很大进展。来自蓝箭航天空间科技股份有限公司（简称“蓝箭航天”）的朱雀二号，就曾两度将载荷送入预定轨道。在时间进入2024年后，中国商业航天民营火箭公司继续加快脚步。年初，蓝箭航天推出了可回收火箭朱雀三号，并在酒泉卫星发射中心点完成了首次点火试验。9月11日，朱雀三号VTVL-1可重复使用垂直起降回收试验箭，又进一步成功完成了十公里级垂直起降返回飞行试验。目前，中国商业航天民营火箭主要公司包括：蓝箭航天、天兵科技、东方空间、中科宇航、星际荣耀、星河动力、深蓝航天、箭元科技、零壹空间、星途探索等。

图表42：中国商业航天民营火箭主要公司

公司名称	公司所在地	公司介绍
蓝箭航天	北京市	蓝箭航天是国内最为低调的民营火箭公司，旗下的朱雀二号是全世界首个入轨的液氧甲烷火箭。今年1月，朱雀三号可回收火箭进行了300米VTVL飞行试验，是国内民营航天最大规模的VTVL飞行试验。今年7月，蓝箭将进行10公里级VTVL试验。
天兵科技	北京市	天兵科技可能是中国民营火箭公司里最激进的企业，也是大型可回收火箭研发进度最快的企业之一，同时也是国内最“吸金”的民营火箭公司，融资金额超过40亿。7月，天龙三号的试车变试飞事件让天兵科技备受打击，但依然无法掩盖其强大的研发实力。其自主研发天火12液氧煤油发动机，是国内推力最大的民营液体发动机。
东方空间	山东省烟台市	东方空间成立较晚，但仅用4年就造出了旗下首款、也是目前世界上最大的固体火箭引力一号，强大的实力吸引了众多投行青睐，目前融资金额超过17亿。旗下大型可回收火箭引力二号采用自研的原力-85液氧煤油发动机，推力可达85t。首台原力-85于今年2月在无锡正式下线。
中科宇航	北京市	中科宇航是中国第一个混合所有制商业发射公司，背靠中科院力学研究所，技术实力雄厚，力箭一号在2023年创造了一箭26星的中国一箭多星发射纪录。首款可回收火箭力箭二号也在进行箭体研发阶段的静力、震动以及热环境模拟等各项试验，所采用的发动机来自航天科技六院。
星际荣耀	北京市	尽管双曲线一号前不久发射又一次失利，但仍然开创了我国民营商业航天首次成功入轨的纪录，双曲线二号更是中国首个完成公里级VTVL飞行试验的全尺寸一级火箭。目前，星际荣耀正在研发荷载能力更强的可回收火箭：双曲线三号。该型号使用的百吨级可重复使用液氧甲烷发动机焦点二号，由星际荣耀自主研发，成功试车超过10次。
星河动力	北京市	星河动力旗下的小固体火箭谷神星一号目前是中国商业发射市场中最活跃的产品，但大型液体可回收火箭智神星一号的研制进度却并不乐观。2021年，星河动力公布了VTVL飞行试验箭“火鸟一号”，但使用发动机未公布。



公司名称	公司所在地	公司介绍
深蓝航天	江苏省无锡市	2021、2022年，深蓝航天分别完成百米级、公里级VTVL飞行试验，在业内引起不小的轰动，具备中大型液体火箭研发能力，但首款小型可回收火箭星云一号首飞前深蓝还缺乏成熟的产品。
箭元科技	北京市	箭元科技核心团队具备液体火箭研发经验，但公司成立较晚，暂时没公布太多研发进展，元行者一号动力系统非自研。
零壹空间	重庆市	零壹空间曾是中国第一个将运载火箭业务写入营业执照的民企，但OS-M1的失利让企业人才流失严重，产业转型实属迫不得已。
星途探索	北京市	星途探索星途一号火箭发布后销声匿迹，业务重心逐渐转向防务、飞控产品等方向，入轨级火箭研发基本无望。

来源：中关村军民融合信息装备促进会公众号，国金证券研究所

3.3 中国商业航天展望：科技巨头华为下场，终端放量拉动产业

3.3.1 迈向新纪元：商业航天获中央及地方政策支持，高速发展可期

卫星互联网纳入政府远景规划，政策支持战略地位。2014年，国务院印发《关于创新重点领域投融资机制鼓励社会资本的指导意见》首次鼓励民间资本进入卫星研制、发射和运营商业遥感卫星；2015年，国家发改委发布《国家民用空间基础设施中长期发展规划（2015—2025年）》，表明“十四五”时期的目标是构建包括卫星遥感、通信广播和导航定位在内的三大系统。

2020年4月，国家发改委将卫星互联网纳入“新基建”，作为通信网络基础设施的重要组成部分；2021年，国家发布“十四五”规划，提出建设天地一体、集成互联、安全高效的信息基础设施，将卫星互联网纳入国家新基建范畴，明确了卫星互联网在国家战略中的重要地位；同年，国家发改委指出信息基础设施是指基于新一代信息技术演化生成的基础设施，如5G、物联网、工业互联网、卫星互联网等，这标志着卫星互联网首次作为重要的信息基础设施被纳入国家“新基建”政策支持的重点方向。2024年两会期间，商业航天作为新增长引擎首次被写入政府工作报告。

图表43：部分中央政府政策文件

年份	部门	文件
2014	国务院	《关于创新重点领域投融资机制鼓励社会资本的指导意见》： 首次鼓励民间资本进入卫星研制、发射和运营商业遥感卫星
2015	发展与改革委	《国家民用空间基础设施中长期发展规划（2015—2025年）》： 提出“十四五”时期的发展目标，包括构建卫星遥感、通信广播和导航定位三大系统；以商业化模式为主，保障公益性发展需求，发展固定通信广播卫星和移动通信广播卫星；计划逐步建成覆盖全球主要地区、与地面通信网络融合的卫星通信广播系统
2021	发展与改革委等	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》： 要建设天地一体、集成互联、安全高效的信息基础设施
2022	工业与信息化部	《关于大众消费领域北斗推广应用的若干意见》： 推动卫星互联网与北斗系统的融合应用，提升卫星互联网的服务质量和应用范围
2023	工业与信息化部等	《元宇宙产业创新发展三年行动计划（2023-2025年）》： 打造一流基础设施，建设5G-A/6G、千兆光网/万兆光网、FTTR、卫星互联网等新型网络，满足元宇宙高速率、低时延、全域立体覆盖的应用需求
2024	工业与信息化部	《关于创新信息通信行业管理优化营商环境的意见（征求意见稿）》： 统筹推进电信业务向民间资本开放，加大对民营企业参与卫星互联网业务的支持力度
2024	工业与信息化部等	《关于推动未来产业创新发展的实施意见》： 强化新型基础设施，深入推进5G、算力基础设施、工业互联网、物联网、车联网、千兆光网等建设，前瞻布局6G、卫星互联网、手机直连卫星等关键技术研究



来源：政府网，部委官网，国金证券研究所

全国多数省市均发布地方性政策文件，跟进卫星互联网政策。上海市在《上海市推进新型基础设施建设行动方案(2020-2022年)》中明确提出推动卫星互联网基础设施建设，并计划完成通信网络及基础配套设施建设，初步形成卫星互联网信息服务能力；重庆市发布《重庆市人民政府关于加快推进以卫星互联网为引领的空天信息产业高质量发展的意见》提出创建卫星互联网产业创新中心及时间节点；深圳市支持企业参与卫星互联网设施建设，推进北斗卫星地基增强系统、全球高通量宽带卫星通信系统和区域特色遥感星座建设，加快在卫星制造、卫星系统运营和卫星应用等环节布局。

图表44：部分地方政府政策文件

年份	地区	文件
2021 2023	北京	《北京市支持卫星网络产业发展的若干措施》：加强政策支持，创新投融资机制，发挥央企和头部企业的引领示范作用，优化产业空间布局，促进产业集聚发展，推动卫星网络产业成为北京经济增长的新高地 《北京市促进未来产业创新发展实施方案》：研制商业化中继测控通信卫星、平板式卫星、软件定义卫星和标准化卫星平台，实现星地异构网络互联融合
2021 2023 2023	上海	《上海市推进新型基础设施建设行动方案(2020-2022年)》：提出布局“天地一体”的卫星互联网 《上海市促进商业航天发展打造空间信息产业高地行动计划(2023-2025年)》：明确到2025年的主要目标，推动空天地信息网络一体化融合，提供更广阔的发展空间和应用场景 《上海市进一步推进新型基础设施建设行动方案(2023-2026年)》：布局“天地一体”的卫星互联网，推动卫星互联网与地面网络的融合发展
2023	河北	《加快建设数字河北行动方案(2023-2027年)》：加快卫星互联网建设与应用。配合国家做好卫星互联网系统地面设施建设，规划建设低轨卫星互联网地面信关站
2023	河南	《河南省重大新型基础设施建设提速行动方案(2023-2025年)》：实施空天地一体设施建设工程。推进“河南系”高中低轨卫星融合星座建设，到2025年完成38颗卫星组网，建成国家北斗导航位置服务数据中心河南分中心
2021 2024	广东	《广东省推进新型基础设施建设三年实施方案(2020-2022年)》：加快北斗卫星地基增强系统建设，逐步构建无缝覆盖、安全可靠的卫星网络设施 《广东省推动商业航天高质量发展行动方案(2024-2028年)》：打造以广州、深圳为核心，珠海、阳江等地为支点，全省协同发展的商业航天产业空间布局。
2023	重庆	《重庆市人民政府关于加快推进以卫星互联网为引领的空天信息产业高质量发展的意见》：到2025年，构建空天地一体化、通导遥深度融合的空天信息服务体系，创建国家级卫星互联网产业创新中心
2021	福建	《卫星应用助力数字福建创新发展总体方案》：推动福建省创新发展以卫星应用为特色的数字经济，推进“151”卫星应用创新示范工程建设
2021	宁夏	《促进人工智能创新发展政策措施》：支持和鼓励建设量子网络、未来网络和卫星互联网
2021	山西	《山西省推进北斗卫星导航系统应用产业发展若干措施》：支持北斗大规模深化应用，扶持北斗产业化发展，培育壮大市场主体
2021	浙江	《浙江省航空航天产业发展“十四五”规划》：推动卫星应用企业、高校院所开展卫星通信、遥感等技术服务，满足智慧海洋精准导航、稳定通讯和数据监测等服务要求
2023	江西	《江西省制造业数字化转型实施方案》：推进物联网、卫星互联网、车联网等基础设施建设，布局人工智能基础设施，建设数据集和开源工具库
2023	江苏	《江苏省航空航天产业发展三年行动计划(2023-2025年)》：重点发展火箭发动机及主要结构部段、微小卫星、有效载荷和分系统研发制造。推动卫星数据与地理信息及互联网数据的深度融合，重点发展高精度定位终端和服务运营商
2022	黑龙江	《黑龙江省产业振兴行动计划(2022-2026年)》：支持工大卫星等龙头企业参与国家卫星互



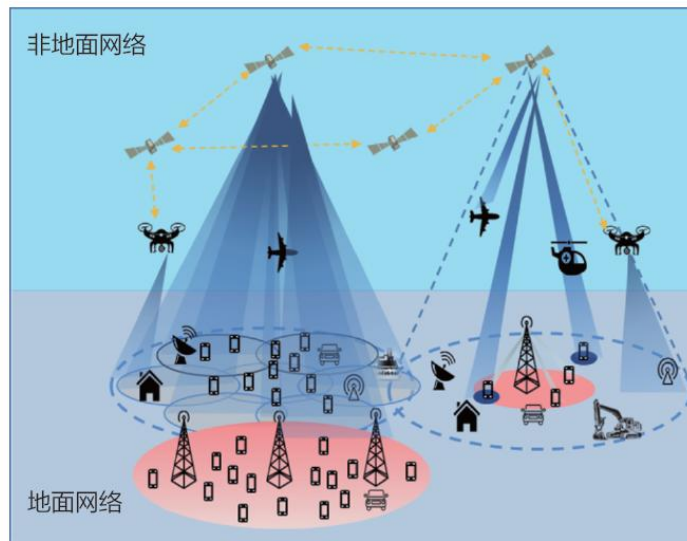
年份	地区	文件
		联网系统建设，打造国内领先的智能化卫星制造基地
2022	深圳	《深圳市推进新型信息基础设施建设行动计划(2022-2025年)》：支持企业参与卫星互联网设施建设，推进北斗卫星地基增强系统、全球高通量宽带卫星通信系统和区域特色遥感星座建设

来源：各级政府网，国金证券研究所

3.3.2 华为：科技巨头手机终端驱动产业，低轨卫星互联网发展提速

手机终端应用低轨卫星。手机终端接入低轨道卫星互联网并建立非地面网络（NTN）是当前最主流的商业发展方向，NTN可以为地面网络建设成本高昂的地区提供价格合理且质量可靠的网络连接和宽带服务，通过智能手机、笔记本电脑、固话、电视等各种设备实现互联，并大幅降低时间延迟。卫星通信技术的市场潜力巨大。随着技术标准的完善和产业链的成熟，未来十年内，全球手机直连市场的累计规模有望达到668亿美元。

图表45：手机直连非地面网络示意图



来源：华为官网，国金证券研究所

华为在国内最早实现手机终端卫星通信。2022年9月，华为发布了具备单向卫星通信功能的Mate 50机型，通过在手机中集成北斗通信所需的射频和基带硬件，可在荒漠无人区、地震救援等无地面网络信号覆盖环境下对外发送文字和位置信息；2023年9月，华为发布Mate60系列机型，加入完整卫星服务，实现双向卫星通信功能，Mate60 Pro实现直连高轨天通与北斗双卫星系统功能，Pura 70系列手机在原有双卫星通信的基础上进一步升级，支持北斗卫星图片消息发送。

图表46：华为卫星服务分类

	天通卫星通信	北斗卫星通信
效果	无网络情况下，在空旷无遮挡的场景拨打/接听语音电话和接收/发送短信，短信支持自由编辑和发送位置信息。	无网络情况下，在空旷无遮挡的场景通过北斗卫星发送和接收消息
通信卫星	天通卫星	北斗卫星
功能	语音电话、可编辑的短信	图片、自由编辑文本
支持机型	Mate 60 Pro、Pura 70 Pro+、Pura 70 Ultra、Mate XT	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持单向北斗卫星消息： Mate 50、Mate 50 Pro、Mate 50 RS、Mate Xs 2 ● 支持双向北斗卫星消息： Mate 60 系列、P60 系列、Pura 70 系列、nova 11-12



天通卫星通信	北斗卫星通信
	Ultra、nova 12-13 Pro、nova13
	● 支持发送图片：
	Pura 70 系列、nova 13 系列

来源：华为官网，国金证券研究所

2024 年 11 月 26 日，华为宣布将在新一部 Mate X6 发布三网卫星版，加入低轨卫星互联网通讯，成为全球首款支持三网卫星通信（北斗卫星小型/天通卫星通信/低轨卫星互联网）的大众智能手机。其中低轨卫星互联网系统测试中，预计将于 2025 年下半年开启众测。

图表47：华为 Mate X6 发布会，为全球首款支持三网卫星通信的大众智能手机



来源：观察者网，国金证券研究所

3.4 商业航天产业链标的梳理

商业航天产业链情况相当广泛，可分为：卫星总装、火箭总装、有效载荷（含射频载荷、通信载荷、可见光相机载荷、时频导航系统等）、卫星平台（含电源系统、控制系统、结构系统、测控系统等）、地面设备（信关站、移动终端等）几个重要环节。

图表48：商业航天产业链图谱



来源：wind，各公司公告，共青团中央，环球时报，国金证券研究所



图表49：商业航天相关标的业务梳理

产业链位置	公司简称	卫星互联网相关业务
卫星总装	中国卫星	公司业务包括小卫星和微小卫星系列化公用平台的研发；小卫星和微小卫星的总体专业设计；小卫星和微小卫星的总装、测试和试验；小卫星和微小卫星的在轨技术服务、技术培训和技术咨询等。
	航天宏图	航天宏图依托其自研的“女娲星座”卫星，提供包括可见光在内的多光谱相机载荷服务，这些服务能够覆盖全球，进行高分辨率动态监测
可见光相机载荷	臻镭科技	专注于终端射频前端芯片、高密度封装微波模组和微系统，是集设计开发、研制、生产和销售为一体化的民营高新技术企业。
	铖昌科技	公司作为国内微波毫米波射频集成电路创新链的典型代表。是少数能够提供完整、先进 T/R 芯片解决方案及宇航级芯片研发、测试及生产的企业，近年来相继承担多项国家重点项目并通过严格质量认证。
	航天电子	公司航天技术应用产业不断取得突破，宽带射频前端研制技术取得进展，为可编程射频收发产品的研制奠定基础；公司航天电子信息业务领域的惯性与导航、测控通信与网络信息、微电子、机电组件与传感系统、精导对抗与有效载荷等是公司传统优势专业，始终在相关行业领域内保持国内领先水平，并保持着较高的配套比例，市场份额基本呈现稳中有升态势。
有效载荷	亚光科技	公司为军用射频微波领域第一梯队，未来一方面要巩固微波集成电路领域市场地位，另一方面要加强对新技术的前瞻研究，加大重大专项研发实施力度
	国光电气	自成立以来，公司一直从事微波器件的研制生产，至今拥有超过 60 年的研制生产经验。目前，公司已经发展成为国内专业从事真空及微波应用产品研发、生产和销售的高新技术企业。
通信载荷	信科移动	公司是从事移动通信国际标准制定、核心技术研发和产业化的央企控股高新技术企业，始终专注于移动通信技术的开发、应用、服务，面向 5G 新生态、6G 预研、面向数字化转型，坚持自主创新驱动价值创造，持续掌握核心技术，打造移动通信领域的“创新高地”和“国之重器”。
	创意信息	公司以软件定义世界、信息成就未来为愿景，致力成为国内领先的数字化转型服务提供商。经过二十余年的持续发展，公司基于大数据与人工智能、数据库和 5G/卫星互联网三大核心技术能力，构建起从感知层、网络层、平台层到应用层的全栈自主可控技术、产品和解决方案，广泛服务于政府、能源、通信、金融、交通等多个行业的 700 多家客户。
	天奥电子	公司主要从事时间频率、北斗卫星应用产品的研发、设计、生产和销售，拥有国家企业技术中心，拥有多项专利和核心技术，致力于成为世界一流的时间频率创新型企业。
电源系统	中国卫星	由于公司天津恒电空间电源有限公司经营电源系统方面业务，范围包括航天电源制造；航天电源技术开发。通过天津恒电，中国东方红卫星股份有限公司在电源系统领域拥有专业的技术力量和生产能力，为航天器提供关键的电源系统解决方案和产品。
	航天智装	公司智能测试仿真系统和微系统与控制部组件业务板块的产品主要应用于航天、航空等领域。
卫星平台	控制系统	复旦微电是一家从事超大规模集成电路的设计、开发、测试，并为客户提供系统解决方案的专业公司。公司目前已建立健全安全与识别芯片、非挥发存储器、智能电表芯片、FPGA 芯片和集成电路测试服务等产品线，产品广泛应用于金融、社保、防伪溯源、网络通讯、家电设备、汽车电子、工业控制、信号处理、数据中心、人工智能等众多领域。



产业链位置	公司简称	卫星互联网相关业务	
结构系统	天银机电	在雷达与航天电子板块，子公司华清瑞达、讯析科技及天银星际深耕雷达与电子战技术、空间技术等专业领域，拥有自主可控的核心技术，多年的技术积累和长期的工程实践形成较强的技术壁垒。	
	航宇微	公司是一家专业从事嵌入式 SoC/SiP 芯片/模块、航空电子系统、宇航控制系统、人脸识别与智能图像分析、微型飞行器、人工智能、卫星星座及卫星大数据服务平台研制生产的高科技企业，科技是公司发展的源动力。	
	光威复材	依托公司全产业链的资源协同优势，专注于航天航空复合材料产品的设计与研发，致力于打造成为国内航天火箭、导弹发动机壳体的研发和自动化批量生产基地。同时还具备针对于各领域各类型的结构性及功能性复合材料产品制造工艺及批量生产线建设研发能力。	
	中简科技	公司是我国航空航天用高端碳纤维核心供应商，通过自主设计的柔性化产线，持续的研发投入，不断完善产品谱系和产品工程化能力，更好的满足用户设计选型与批产需求。在国内率先走通高精尖装备全流程、全周期严苛的“积木式”验证流程，性能、质量、结果均超出预期，实现了我国航空关键主干材料从跟踪仿制到自主创新的转变，践行了重大装备关键材料自主保障的承诺。	
	宝钛股份	公司的产品中钛材在航空航天主要应用于以下领域：主要用作宇宙飞船的船舱骨架，火箭发动机和人造卫星壳件，航天方面的液体燃料发动机燃烧舱、压力容器、对接件、发动机吊臂	
	西部材料	公司是主要从事稀有金属材料的研发、生产和销售的新材料行业的领军企业，经过多年的研发积累和市场开拓，已发展成为规模较大、品种齐全的稀有金属材料深加工研发生产基地。	
	铂力特	公司通过自有金属增材设备为客户提供金属 3D 打印定制化产品的设计、生产及相关技术服务，主要应用于航空航天、工业机械、能源动力、科研院所、医疗研究、汽车制造及电子工业等领域。	
	数管系统	佳缘科技	在网络信息安全领域，公司主要聚焦于编码理论和人工智能研究、商业密码产品与系统研制，航天、航空和地面安全终端设计开发等
	热控系统	长盈通	公司是专业从事光纤陀螺核心器件光纤环及其综合解决方案研发、生产、销售和服务的国家级专精特新“小巨人”企业，致力于开拓以军用惯性导航领域为主的光纤环及其主要材料特种光纤的高新技术产业化应用。
	地面设备	震有科技	震有科技的产品战略是 5G、F5G 和卫星互联网。公司在境内外市场以及卫星互联网领域充分发挥不同产品线的发展战略，突出自身的差异化竞争优势，紧随通信行业迅猛发展的步伐。
航天环宇		公司主营业务专注于航空航天领域的宇航产品、航空航天工艺装备、航空产品和卫星通信及测控测试设备的研发和制造，主要为航空航天领域科研院所和总体单位的科研生产任务提供技术方案解决和产品制造的配套服务。	
信关站		雷科防务	公司为某卫星星座提供 SAR 载荷关键处理设备、光学载荷关键处理设备；为环境减灾二号 F 星提供关键星载处理设备，该卫星是《国家民用空间基础设施中长期发展规划（2015-2025 年）》支持立项，由生态环境部与应急管理部联合牵头组织研制的业务卫星。
盟升电子		公司自成立以来，持续专注于卫星应用技术领域相关产品的研发及制造，是一家卫星导航和卫星通信终端设备研发、制造、销售和技术服务的国家级专精特新“小巨人”企业，主要产品包括卫星导航、卫星通信、电子对抗等系列产品。	
移动终端	国博电子	国博电子主要从事有源相控阵 T/R 组件和射频集成电路相关产品的研发、生产和销售，是目前国内能够批量提供有源相控阵 T/R 组件及系列化射频集成电路产品的领先企业，核心技术达到国内领先、国际先进水平，公司主要客户为各科研院所和整机单	



产业链位置	公司简称	卫星互联网相关业务
		位、移动通信设备制造商等。
	航天环宇	公司主营业务专注于航空航天领域的宇航产品、航空航天工艺装备、航空产品和卫星通信及测控测试设备的研发和制造，主要为航空航天领域科研院所和总体单位的科研生产任务提供技术方案解决和产品制造的配套服务。
	海格通信	公司充分发挥通信产品手段齐全、宽带窄带融合、公网专网融合的优势，积极开展融合通信系统产品布局与开发，是广东省应急管理通信系统及终端的主流供应商。
	华力创通	公司是国内少数同时掌握“卫星通信+卫星导航”关键核心技术的企业之一，全国产化的自主产品和体系化解决方案在应急管理、地灾监测、交通运输、民用航空、国防装备等领域得到广泛应用。终端方面产品主要是为适应不同应用场景而研制的各类手持、车载、机载、船载、弹载等导航通信终端。
	唯捷创芯	唯捷创芯是专注于射频前端芯片研发、设计、销售的集成电路设计企业，致力于为客户提供完整的射频前端解决方案。目前主要产品涵盖射频功率放大器模组、接收端模组，广泛应用于智能手机、平板电脑、无线路由器、智能穿戴设备等具备无线通信功能的各类终端产品。
测试	霍莱沃	公司 2023 年在卫星领域的市场开拓取得了丰硕的成果，一方面，面向卫星领域的测量系统订单同比快速增长；另一方面，公司成功开拓了多个卫星领域新客户，客户覆盖广度和深度均得到了进一步提升。公司近年来在卫星领域的布局，不仅为该板块的未来发展打下了坚实的基础，也为公司其他产品线进入卫星市场提供了良好的机遇和条件。通过内部资源共享、市场渠道拓展、品牌影响力提升以及技术创新驱动等方式，公司有望在卫星市场中迎来更加全面的市场机遇和业务增长空间。

来源：公司官网，公司年报，国金证券研究所

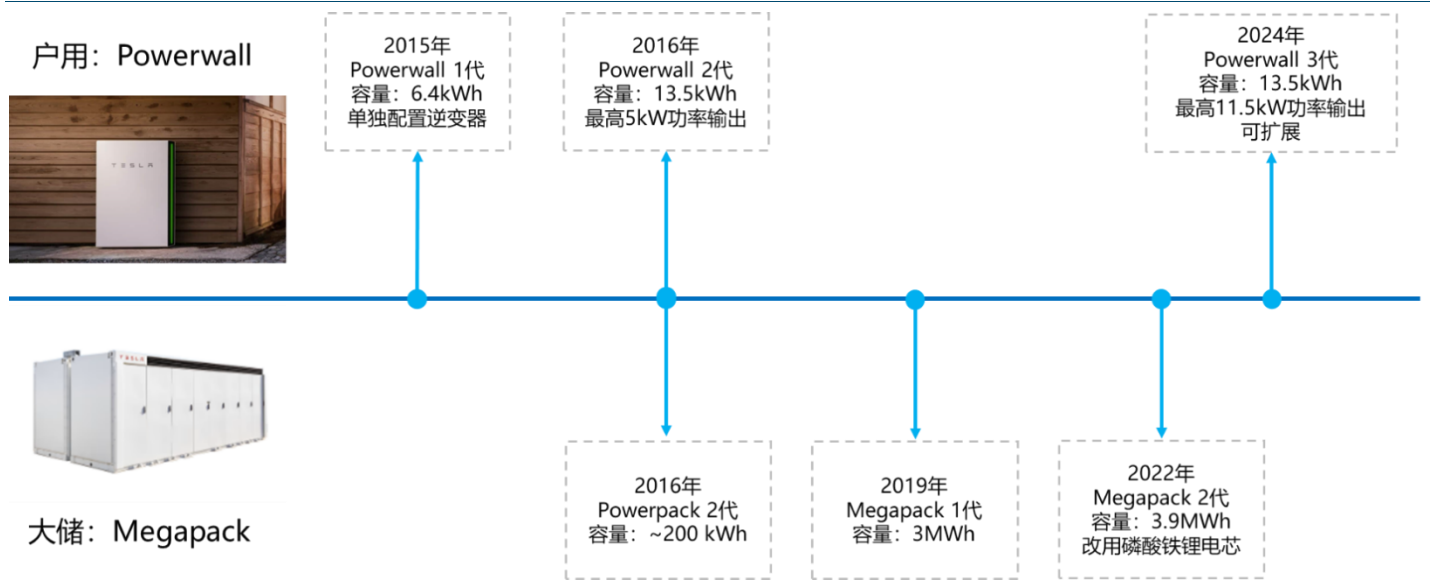


四、光伏与储能：或在“维持行业规模”和“鼓励本土制造”间平衡

4.1 特斯拉：受益于北美储能需求持续释放，储能业务收入占比大幅提升

特斯拉储能产品主要分为户用及公用事业（大储）两条产品线，均采用大单品的形式进行销售。1) 户用产品 Powerwall 于 2015 年推出，并在之后根据下游用户端需求持续迭代，2016 年推出 2 代 Powerwall，主要升级了储能容量以及将逆变器进行集成以减少安装复杂程度，2024 年特斯拉推出 Powerwall 3 代，主要的升级点在于提高了系统的功率输出以保证更多的负载输出，提升用户体验。2) 大储产品 Megapack 为早期 Powerpack 产品迭代而来，后期主要的变化在于 2022 年改用磷酸铁锂电芯，并加大容量。

图表50：特斯拉储能产品 Powerwall 及 Megapack 发展历史

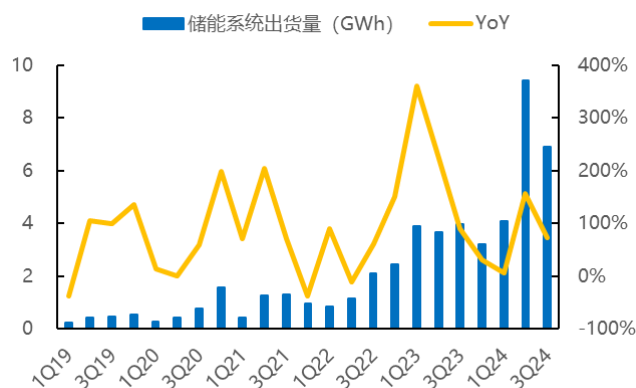
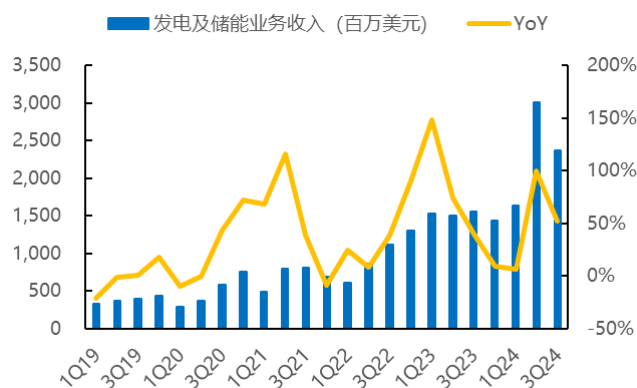


来源：green ridge solar、tesmanian、特斯拉官网、energy storage news，国金证券研究所

受益于美国光储需求持续释放，特斯拉储能系统出货量持续高增，根据特斯拉业绩演示材料，2024 年前三季度公司储能系统出货量为 20.4GWh，同比高增 77%，储能及发电业务收入为 70.25 亿美元，同比增长 53%。

图表51：24Q1-3 特斯拉储能及发电业务收入同比+53%

图表52：24Q1-3 特斯拉储能系统出货量同比高增+77%

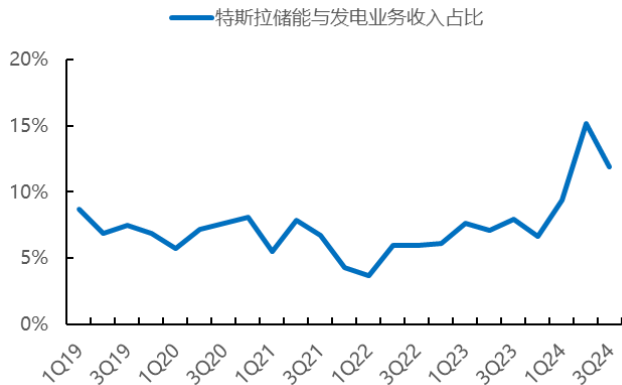


来源：特斯拉业绩演示材料，国金证券研究所；注：含部分发电收入

来源：特斯拉业绩演示材料，国金证券研究所

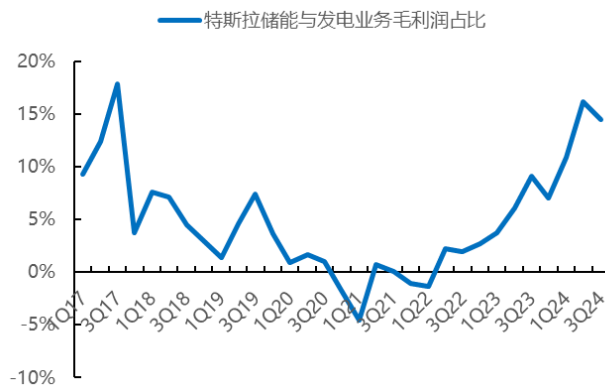


图表53: 2024年特斯拉收入结构中储能及发电收入占比大幅提升(百万美元%)



来源: ifind, 国金证券研究所

图表54: 2024年特斯拉储能及发电业务毛利润占比大幅提升(百万美元%)

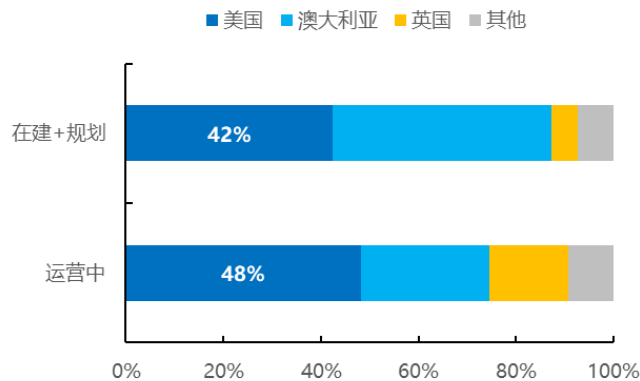


来源: ifind, 国金证券研究所

北美市场是特斯拉大储产品的主要销售区域, 据伍德麦肯兹, 2023年特斯拉在北美大储市场出货量排名第一。此外, 根据第三方项目网站统计, 目前全球在建及规划中的Megapack项目中, 美国市场项目占比约42%。

图表55: 23年特斯拉北美储能市场市占率第一(MWh)

图表56: 美国是特斯拉Megapack销售的主要市场



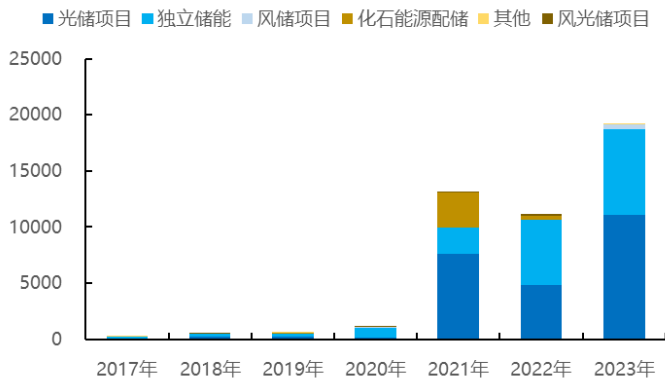
来源: 伍德麦肯兹, 国金证券研究所; 注: 统计口径为表前大储及工商业

来源: lorenz-g.github.io, 国金证券研究所; 单位: MWh

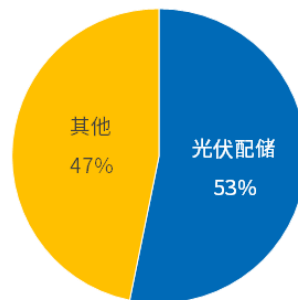
北美储能项目主要装机类型为光伏配储及独立储能, 项目需求与光伏装机强相关。根据伯克利实验室统计, 2023年58%的美国新增储能容量来自与光伏装机直接关联的光伏配储项目, 40%的新增容量来自与光伏装机间接关联的独立储能项目。此外, 从现有等待并网排队的1030GW储能项目来看, 其中约53%的项目是光伏配储项目。

图表57: 23年美国58%的新增装机为光伏配储(MWh)

图表58: 美国53%的排队并网储能项目是光伏配储项目



来源: Berkeley Lab, 国金证券研究所



来源: Berkeley Lab, 国金证券研究所; 单位: GW

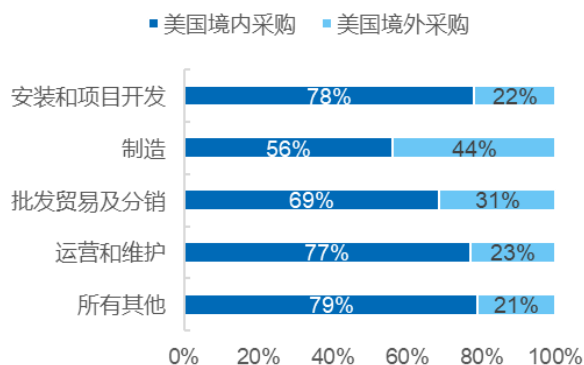


4.2 美国能源政策复盘：能源及贸易政策变动不改光伏装机增长趋势

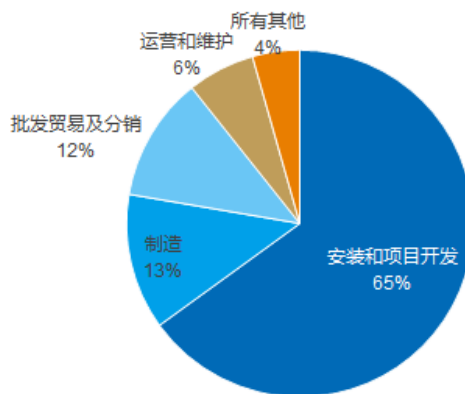
美国光伏安装施工就业人数庞大（近 17 万人），任何导致潜在威胁新能源行业规模的激进政策变化（如取消或大幅削减 ITC 补贴、IRA 补贴）都将面临巨大阻力。

根据州际可再生能源委员会（IREC）发布的 2022 年全国太阳能就业普查报告，截至 2022 年底，美国共有 26 万太阳能行业工人，其中约 65% 来自安装和项目开发公司，13% 来自制造业，12% 来自批发贸易和分销商，其他主要从事运营和维护工作。此外，美国能源部发布的 2022 年能源行业就业报告显示，光伏是发电部门中提供就业岗位最多的技术种类，高达 34.6 万个，甚至比天然气、煤电、核电的工作岗位总和还多，其中一半以上是光伏电站安装施工相关的岗位，其岗位需求与新增装机规模密切相关，而传统发电技术的就业主要集中在负责运营和维护的公用事业类公司，新增装机对就业的边际贡献较小。由此可见，若从增加就业岗位的角度出发，无论是光伏短期需求让位于本土制造，亦或是清洁能源让位于传统能源，对就业的损失都远大于收益，牺牲装机需求的政策或将面临来自美国国内的巨大压力。

图表59：2022年美国光伏供应链采购比例



图表60：2022年美国光伏产业链中各环节岗位占比

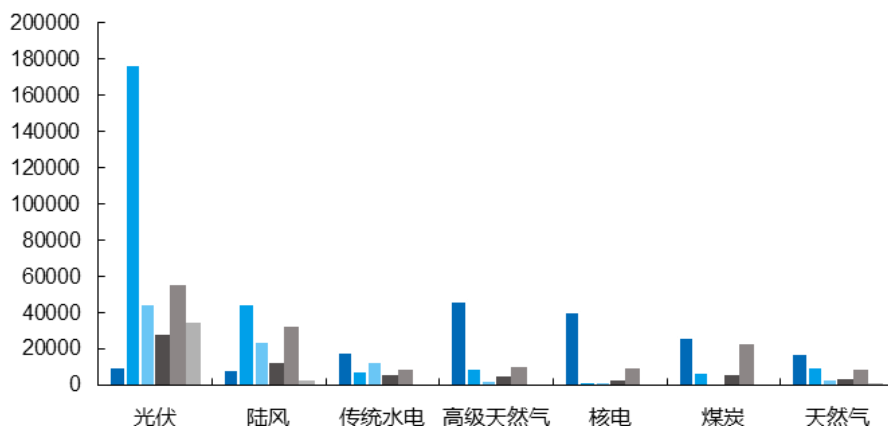


来源：IREC National Solar Jobs Census 2022，国金证券研究所

来源：IREC National Solar Jobs Census 2022，国金证券研究所（仅统计将50%以上工作时间用于光伏相关工作的人）

图表61：2022年美国电力生产中光伏产生的就业岗位最多，50%以上集中在安装施工环节

公用事业（运营等） 安装施工 制造业 批发贸易 专业商业服务 其他



来源：USEER，国金证券研究所

IRA 法案显著带动就业及投资，且清洁能源投资排名前 20 的选区大部分为共和党选区，共和党内部对废除 IRA 法案仍有分歧，预计废除 IRA 概率较低。

现阶段《通胀削减法案》（IRA 法案）的推行是两党在新能源政策上的核心分歧，2023 年共和党先后在众议院推动限制、储蓄、增长法案（Limit, Save, Grow Act）与美国建造

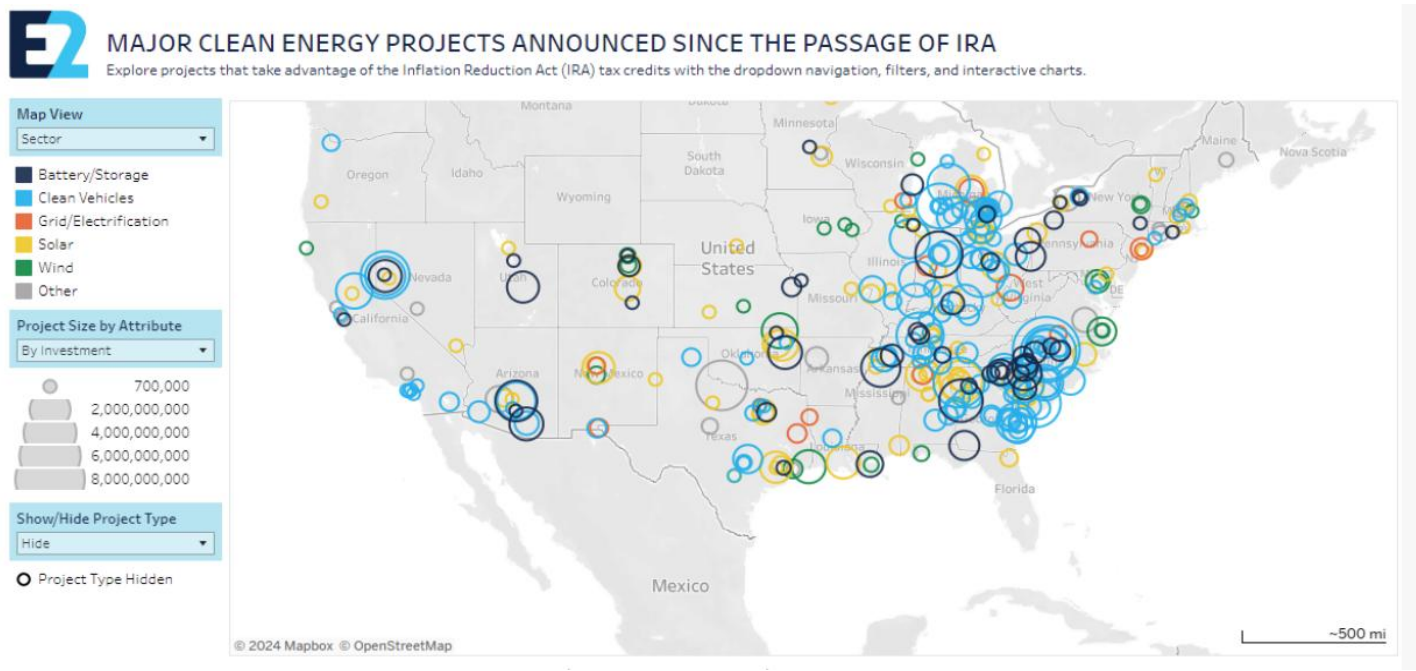


法案 (Build it in America Act), 这两项法案的目的皆为删减乃至废除 IRA 法案中对于再生能源的资金投入, 并将预算转向发展传统能源。

美国财政部公布的美国国税局数据和经济政策办公室的最新分析显示, 2023 年有超过 340 万美国家庭从 IRA 法案的 84 亿美元税收抵免中受益。近期美国无党派商业组织 E2 发布的一份新报告显示, IRA 法案实施的第二年宣布了至少 118 个新的清洁能源项目, 预计将产生超过 400 亿美元的新投资、创造至少 3.46 万个就业机会, 若这些项目完成, IRA 签署以来宣布的 334 个项目将创造近 11 万个新工作岗位、为 40 个州带来至少 1260 亿美元的直接私人投资。

值得注意的是, E2 的报告显示, 60% 与 IRA 法案相关的清洁能源项目以及 85% 的私营部门投资总额流向了共和党国会选区, 在清洁能源投资排名前 20 位的国会选区中, 有 19 个由共和党人控制。8 月 6 日, 18 名共和党国会议员在致众议院议长迈克·约翰逊 (Mike Johnson) 的一封信中敦促其不要废除 IRA。目前共和党内部对废除 IRA 法案仍有分歧, 预计废除 IRA 概率较低。

图表 62: IRA 签署后宣布的清洁能源项目主要分布在共和党选区



来源: Renewable Energy World, 国金证券研究所

历史上美国各届政府上台后都会发布新的能源政策, 但复盘美国能源政策及相关能源发展情况, 我们发现各届政府能源政策的实际效果并不总是尽如人意, 能源及贸易政策变动不改光伏装机增长趋势。

美国民主党及共和党在能源政策上的立场具有显著差异, 共和党倾向于支持传统能源, 而民主党更重视清洁能源及气候变化。复盘看, 民主党执政时期美国在新能源领域的投资和研发支出通常较高 (如奥巴马、拜登时期), 而共和党执政时期则相对保守 (如特朗普时期)。

奥巴马 (民主党): 对可再生能源支持力度大, 2008-2016 年光伏新增装机 CAGR 高达 62.7%, 在此期间新能源发展迈入新阶段。2015 年 8 月 3 日正式发布《清洁电力计划》以应对全球气候变暖。

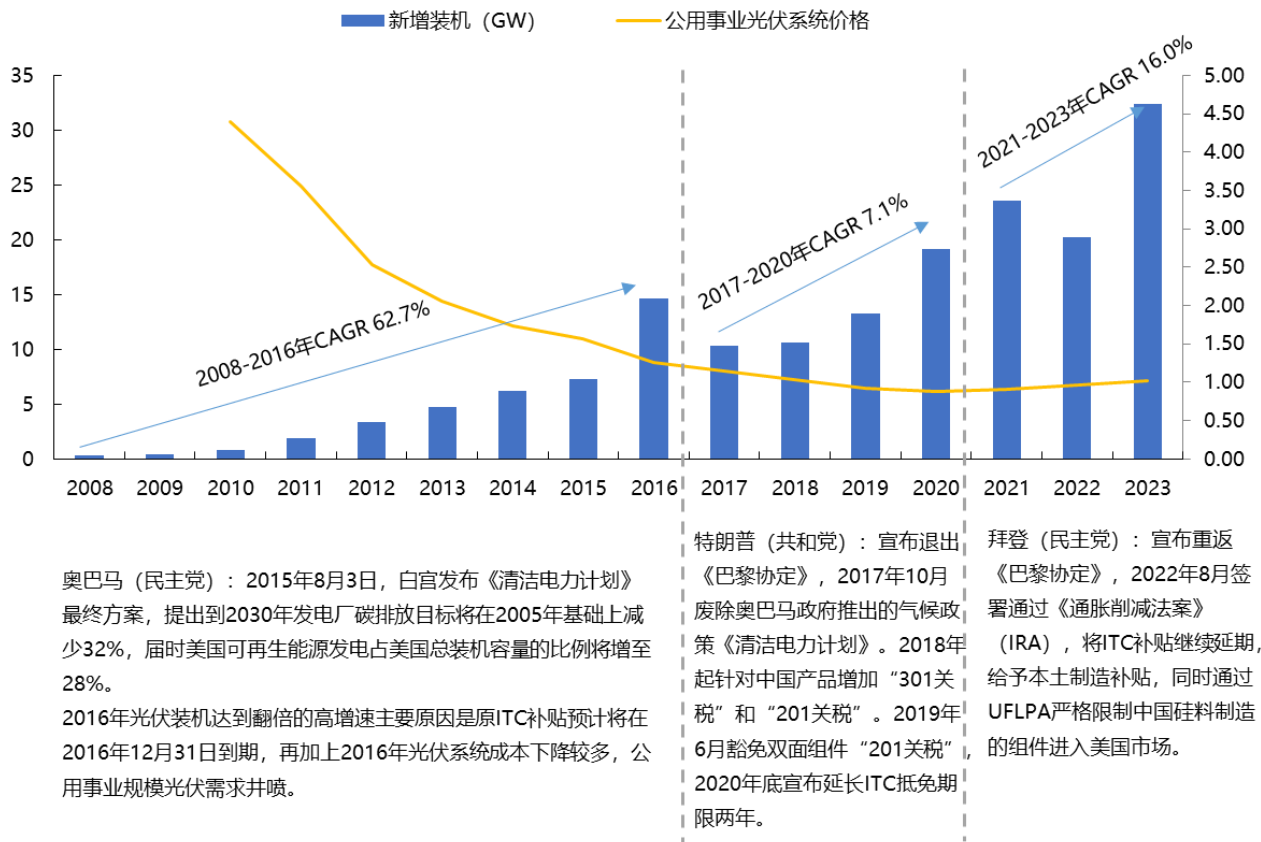
特朗普 (共和党): 竞选期间以支持煤炭、天然气等传统化石燃料、打击可再生能源发展为其能源政策纲领, 2017 年上任后退出《巴黎协定》、废除《清洁电力计划》, 出台一系列支持传统化石能源的政策, 但从实际效果来看, 光伏新增装机仅在 2017-2018 年受 2016 年高基数和关税政策影响出现短暂下滑, 2019-2020 年又重新恢复高增长, 2017-2020 年期间光伏新增装机 CAGR 仍有 7.1%。

拜登 (民主党): 修正特朗普时期激进的能源政策, 重返《巴黎协定》, 2022 年 8 月正式发布《通胀削减法案》(IRA) 大力支持可再生能源发展, 同时通过补贴和贸易壁垒鼓励本土制造发展。虽然拜登时期能源政策重新向可再生能源倾斜, 但受到 UFLPA (维吾尔强迫劳动法) 法案影响, 实际上美国光伏装机增速与同期其他国家相比并不十分理想,



2021-2023 年光伏新增装机 CAGR 为 16%。

图表63: 美国光伏装机在能源政策频繁变动与国际贸易摩擦升级下仍实现顽强增长

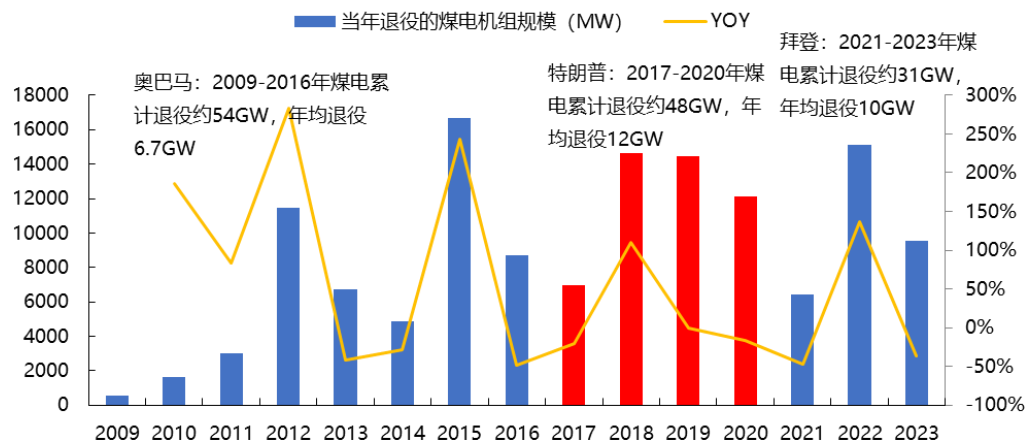


来源: 美国商务部、白宫、SEIA, 国金证券研究所

此外, 特朗普政府虽然一直强调要重振美国煤炭工业, 但在其执政期间不仅美国光伏装机仍实现增长, 同时煤电退役也在加速。根据 EIA 的数据, 奥巴马执政八年期间有近 54GW 煤电机组退役, 年均退役 6.7GW, 而特朗普执政期间有 48GW 煤电退役, 年均退役 12GW, 这一数值也高于拜登执政期年均 10GW 的退役规模。

类似的情况也出现在核电和燃气发电机组上, 特朗普上台后仅 2017-2018 年燃气发电装机有所增长, 2019-2020 年又重新下滑至 2016 年的装机规模, 核电退役进程也并未受到太大影响。产生上述结果的根本原因在于可再生能源的成本竞争力早已领先于传统煤电、核电及燃气发电, 任何试图违背市场客观规律的政策最终都只能宣告失败。

图表64: 特朗普时期煤电机组年均退役规模创历史新高

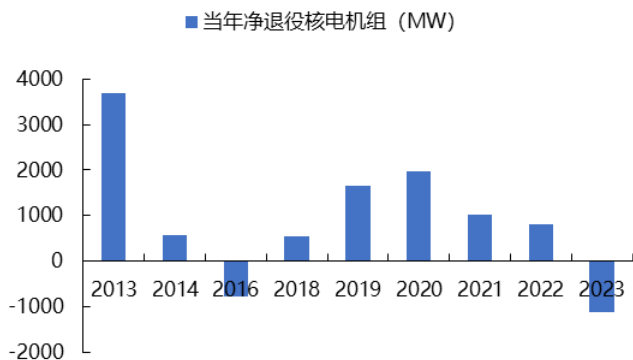


来源: EIA, 国金证券研究所



图表65: 特朗普的能源政策并未阻止核电的退出进程

图表66: 特朗普上台后仅前两年燃气发电装机有所提速



来源: EIA, 国金证券研究所

来源: EIA, 国金证券研究所

在美国大选年,对华贸易政策和对能源产业的态度是两党候选人争夺选票的重要战场之一,但需要指出的是,在任总统发表的即刻生效的声明,和候选人在竞选期间的“宣言”,在政策效力和对市场的影响力方面完全不同,最终执行落地情况也具有较大的不确定性。

图表67: 特朗普上届竞选期间的竞选承诺与上任后政策执行情况对比对比

	竞选承诺	执行情况
能源	承诺复兴美国煤炭产业,让矿工重返工作岗位,创造新的蓝领就业机会	政策实施后煤炭行业就业人数不及预期
	承诺一旦当选将会遣散美国环保署,因为该机构是“创造就业、实现经济增长的绊脚石”	未遣散,缩减预算支出
关税	宣称调整关税政策,对中国和墨西哥等实施惩罚性关税政策,要对中国征收45%的惩罚性关税	征收关税但未达到45%
移民	遣返全美1100万非法移民; 在美墨边境建立隔离墙、由墨西哥付款;	承诺的驱逐所有非法移民的计划未能如期实现,特朗普政府的驱逐出境人数甚至低于奥巴马时期的峰值; 动用国防预算和其他资金推进隔离墙建设; 2020年6月,美最高法院驳回特朗普政府废除“童年抵美者暂缓遣返计划”(DACA计划)的举措
经济	特朗普政府承诺任期内实现平均3%的经济增长;	2017-2019年GDP年均增速2.7%,2020年增速-2.2%;
减税	承诺减税	2017年12月美国国会通过税改法案,将企业所得税35%的累进税率调整为21%的单一税率,下调了个税税率,但财政赤字创历史新高
医疗	废除奥巴马时期医改	参议院驳回废除和替换“奥巴马医改”的提案,最终特朗普对奥巴马其进行了小幅修改
外交	曾扬言要退出北约	上任后改口称北约“不再过时”
	撤销奥巴马时期的古巴解冻政策	采取更为严厉的制裁措施

来源: 美国白宫、新华社、人民网、新华网等, 国金证券研究所

我们认为吸引制造业回流是特朗普政府的核心诉求,因此以“对外关税+对内补贴”为主要形式的贸易壁垒大概率延续,但低成本的核心部件供应(如储能电池、光伏组件)也是美国市场必需品,因此贸易政策大概率会在“维持行业规模”和“鼓励本土制造”之间寻求一定平衡。

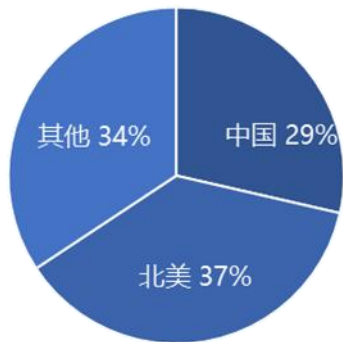
4.3 特斯拉产业链及北美储能市场中国参与玩家梳理

阳光电源: 公司与特斯拉同为全球储能系统集成环节龙头,2023年全球储能系统出货量排名第二。公司持续深耕北美市场,2023年美国市场储能系统出货量占总出货量约37%,根据伍德麦肯兹2022及2023年全球储能系统集成出货排名,公司2023年北美市场份额



从第三名提升至第二名。

图表68：2023年阳光电源北美储能系统出货占比约37%



图表69：2023年阳光电源北美市占率由第三提升至第二

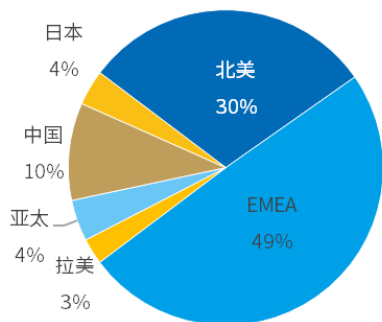
	全球		北美	
	2022	2023	2022	2023
第一名	阳光电源	特斯拉	特斯拉	特斯拉
第二名	Fluence	阳光电源	Fluence	阳光电源
第三名	特斯拉	中国中车	阳光电源	Fluence

来源：公司公告、CNESA、Wood Mackenzie，国金证券研究所估算；单位：GWh%

来源：伍德麦肯兹，国金证券研究所

阿特斯：公司母公司CSIQ为美国上市公司，在北美市场拥有较多光伏及储能电站开发经验。储能方面，CSIQ目前全球储备储能项目规模达66GWh，其中北美市场储备项目约20GWh，项目储备充沛。2024年公司宣布将在美国肯塔基州建造一座储能系统及电池制造工厂，预计完工后有望受益于美国本土制造补贴，增强公司北美竞争实力。

图表70：阿特斯66GWh储能储备项目中北美占比30%



来源：阿特斯微信公众号，国金证券研究所；注：单位GWh%

图表71：阿特斯美国储能工厂规划厂址



来源：.energy storage news，国金证券研究所



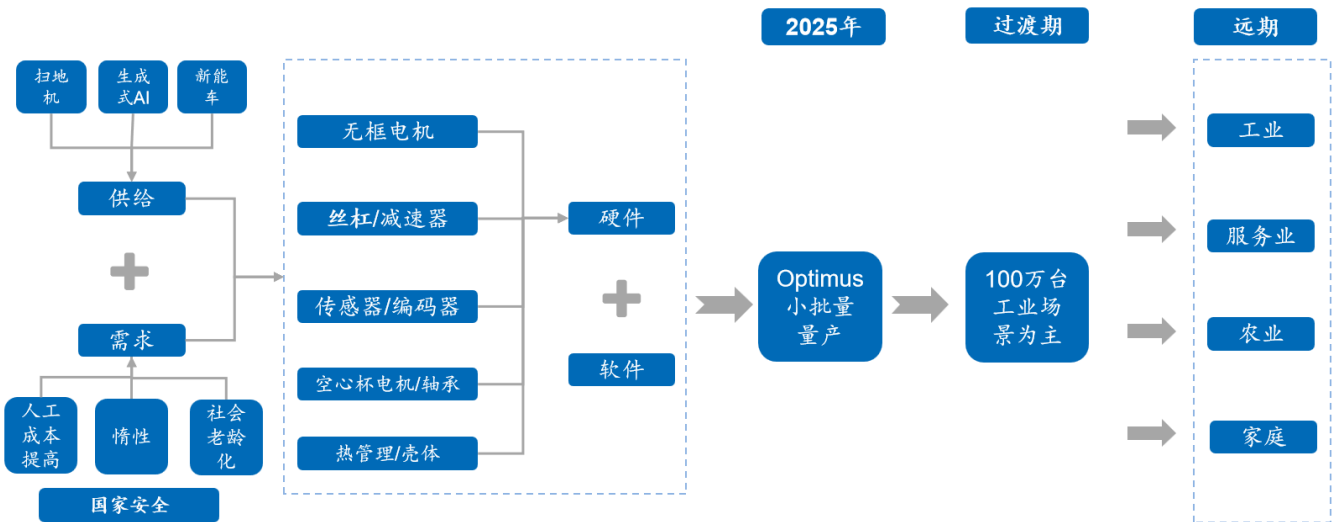
五、人形机器人：美制造业回归下人形机器人有望迎来放量

5.1 整机：商业化在即，“中国供应链+高成本场景”放量的兑现度最高

5.1.1 整机：商业化在即，“中国供应链+高成本场景”放量的兑现度最高

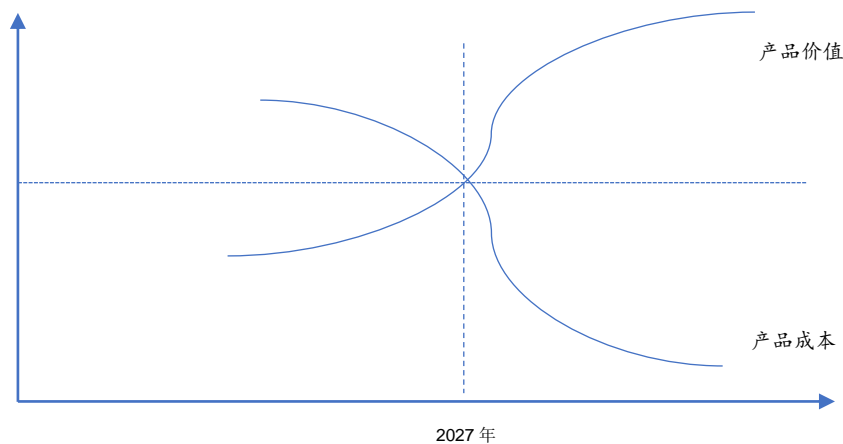
在以特斯拉为首的科技巨头持续发力投入以及人工智能技术不断进步的共同推动下，人形机器人产品和成本迭代速度显著加快，成为未来最确定的产业方向之一。从产品端看，24年特斯拉人形围绕关节、灵巧手方案、算法训练等快速迭代，运动和认知能力大幅提升。从成本端看，随着丝杠、灵巧手、传感器等产业链迭代加速，大规模量产线的加速研发和投入使用，生产成本开始走向大幅度下降的通道。人形机器人会先从高人工成本、较低任务复杂度的领域开始迭代。我们预计25年，人形机器人在欧美等高人力成本地区或者国内特殊作业领域，具备商业化价值。2023年11月2日，工信部发布《人形机器人创新发展指导意见》指出，到2025年，人形机器人创新体系初步建立，“大脑、小脑、肢体”等一批关键技术取得突破，确保核心部件安全有效供给，到2027年，人形机器人技术创新能力显著提升，形成安全可靠的产业链供应链体系，构建具有国际竞争力的产业生态，综合实力达到世界先进水平。我们预计2027年，人形成本将会在国内一般应用场景具备商业化价值。

图表72：人形机器人发展展望



来源：国金证券研究所

图表73：我们预计2027年人形机器人商业化即将开启



来源：国金证券研究所



中国供应链+高成本场景整机应用将成为兑现度最高的方向。人形机器人最核心矛盾在于量，有量就有产品和成本的快速迭代。中国供应链拥有研发效率高、成本低、迭代快的优势，高成本场景将是量突破最早的方向，欧美等高人工成本地域或率先放量，中国供应链+欧美高人工成本场景的特斯拉等整机公司或率先放量。

根据特斯拉等公司公开信息，25年产品将率先在自有工厂迭代和使用，我们预计25年下半年开始或逐步加单放量；Agility Robotics 官推显示，其部署在GXO Spanx仓库的人形机器人Digit，已经批量交货并完成了10000个物流订单的履约。海内外各家公司的人形机器人预计要到2026年才能达到上万台的订单量。

图表74：人形机器人落地进展

公司名称	机器人称号	视频	是否商业化	公开行走	灵巧手	已公布合作公司
Figure.ai	Figure 02					BMW
Tesla	Optimus Gen2					Tesla
Agility Robotics	Digit v4a				\	Amazon
Sanctuary AI	Phoenix Gen7		\			Canadian Tire Corporation, Limited; Magna International
Aptronik	Apollo					\
1X Technology	EVE/NEO					EVE:StrongPoint; ADT Security Services
Mentree Robotics	MenteeBot		\			\
Boston Dynamics	New Atlas					现代、丰田
Neura Robotics	4NE-1		\			
Kind Humanoid	Mona		\	\	\	\
K-Scale Labs	Stomp		\	\	\	\
Reflex Robotics	Reflex		\	\	\	\
Pollen Robotics	Reachy2		\	\	\	\
智元机器人	远征A1					临港集团、均普智能
宇树科技	Unitree H1					大学、科研机构
傅利叶智能	Fourier GR-1					科研院校
星动纪元	XBot-L		\			\
优必选	Walker S					比亚迪、蔚来、东风柳汽、一汽大众、极氪
乐聚机器人	夸父					蔚来、江苏亨通集团
开普勒机器人	先行者					SIMPPLE
天链机器人	t1					\
戴盟机器人	Sparky1			\		\
星尘智能	Astribot S1		\	\		\
银河通用机器人	Galbot		\	\	\	\
帕西尼感知科技	Tora			\		\

来源：各公司公告，各公司官网等，国金证券研究所

政策指引 25 年技术突破，27 年商业化突破。2023 年 8 月 28 日，工信部组织开展 2023 年未来产业创新任务揭榜挂帅工作，面向元宇宙、人形机器人、脑机接口、通用人工智能 4 个重点方向，通过“揭榜挂帅”可聚力解决机器人产业短板问题和“卡脖子”技术难题，推动机器人核心技术迭代升级、产业链成本降低、典型场景优化推广，加快实现人形机器人规模化生产和应用。


图表75：人形机器人揭榜挂帅任务榜单

大类	项目	到 2025 年预期目标
核心基础	全身动力学控制算法	不少于 28 个自由度，实现平地、斜坡、台阶、非平整路面、松软路面等环境的高动态行走，平地最大行走速度 $\geq 4\text{km/h}$ ，最大奔跑速度 $\geq 9\text{km/h}$
	电机驱动器	最高效率不低于 95%，重量小于 210g（含散热片），尺寸小于 170cm ³ ，最大连续功率达到 6kW
	力传感器	传感器采用低成本、高性能的设计，精度达到 0.5%FS，响应时间优于 0.03s
	MEMS 姿态传感器	完成高性能、低成本的 MEMS 姿态传感器研制，具有较强的抗振动和抖动性能，俯仰角和横滚角静态精度为 0.1°，零偏稳定性（1 σ ，10s 平滑）不低于 0.3°/h，MEMS 姿态传感器具有强的鲁棒性和智能稳定算法
	触觉传感器	实现指尖、指腹和掌面部位传感器阵列密度 1mm \times 1mm（厚度 $\leq 0.3\text{mm}$ ）；力检测范围 0.1N/cm ² ~240N/cm ² （10g/cm ² ~24kg/cm ² ） $\pm 5\%$ ；最小检测力 10g
重点产品	旋转型电驱动关节	峰值输出功率密度优于 600W/kg，峰值力矩密度优于 100N.m/kg
	直线型电驱动关节	实现双向驱动伺服线性致动，推力覆盖 500-10000N，推力密度不低于 1500 N/kg
	机械臂与灵巧手	手指末端负载能力 $\geq 3\text{kg}$ ，灵巧手集成位置、力、触觉等传感器，臂体重量 $\leq 9\text{kg}$ （其中灵巧手 $\leq 900\text{g}$ ）
	高算力主控制器	单台主控制器工作功耗不高于 60W，算力不低于 200Tops
	高能量密度电池	输出电压 48V-100V，电池组的能量密度不低于 220Wh/kg
公共支撑	端到端仿真开发平台	支持大规模并行 GPU 机器学习训练，同一场景下并行开展训练的机器数量不低于 1000 个
	机器人智能控制技术	建立不低于 100 亿的典型任务参数集，自动化处理任务的类型不低于 100 种
典型应用		工业制造、灾害救援、危险作业、智慧物流、安防巡逻、服务娱乐

来源：工业和信息化部、国金证券研究所

5.1.2 政策：指引 25 年技术突破，27 年商业化突破

2023 年 11 月 2 日，工业和信息化部又印发了《人形机器人创新发展指导意见》，提出到 2025 年人形机器人创新体系初步建立，“大脑、小脑、肢体”等一批关键技术取得突破，整机产品达到国际先进水平，并实现批量生产；到 2027 年，人形机器人技术创新能力显著提升，构建具有国际竞争力的产业生态，综合实力达到世界先进水平。自上而下的政策支持体系，产生了一系列区域集群效应，各地区积极响应，北京、上海、深圳等地相应的支持性举措已加速落地，有效地推动了人形机器人行业的快速发展。

图表76：2023-2024 年人形机器人政策

发布时间	政策名称	发布机构	主要内容
13/03/2023	《上海市智能机器人标杆企业与应用场景推荐目录》	上海经化委等八部门	促进产业成果赋能工业、医疗、建筑、农业、商业、家用、应急等领域智能应用升级。力争到 2025 年，上海将打造 10 家行业一流的机器人头部品牌、100 个标杆示范的机器人应用场景、1000 亿元机器人关联产业规模。
20/04/2023	《北京市机器人产业创新发展行动方案（2023-2025 年）（征求意见稿）》	北京经信局	到 2025 年，我市机器人产业创新能力大幅提升，培育 100 种高技术高附加值先进产品、100 种具有全国推广价值的示范场景、100 家专精特新“小巨人”企业，建成 5 个国家级机器人产业公共服务平台。全市机器人核心产业收入达到 300 亿元以上，打造国内领先、具有国际先进水平的机器人产业集群。



发布时间	政策名称	发布机构	主要内容
21/05/2023	《北京市加快建设具有全球影响力的人工智能创新策源地实施方案（2023-2025）》	北京市人民政府	到 2025 年，北京的人工智能技术创新和产业发展即将迈入新阶段。核心技术基本实现自主可控，部分达到世界先进水平。北京成为全球有影响力的人工智能创新中心，基本建成具有全球影响力的人工智能创新策源地。
23/05/2023	《北京市促进通用人工智能创新发展的若干措施》	北京市人民政府	系统构建大模型等通用人工智能技术体系，突破机器人在开放环境、泛化场景、连续任务等复杂条件下的感知、认知、决策技术。
31/05/2023	《深圳市加快推动人工智能高质量发展高水平应用行动方案（2023-2024 年）》	中共深圳市委、深圳人民政府	聚焦通用大模型、智能算力芯片、智能传感器、智能机器人、智能网联汽车等领域，重点支持打造基于国内外芯片和算法的开源通用大模型；开展通用型具身智能机器人的研发和应用；加快组建广东省人形机器人制造业创新中心；发挥粤港澳大湾区制造业优势、开展人形机器人规模化应用。推广民意速办机器人、医用机器人、市容巡查机器人、扫地机器人、生产机器人等。
15/06/2023	《上海市推动制造业高质量发展三年行动计划（2023-2025 年）》	上海市人民政府	旨在推动制造业高端化、智能化和绿色化发展，增加制造业中工业机器人的使用密度，以及前瞻性布局人形机器人、智能机器人等赛道。
16/06/2023	《北京市机器人产业创新发展行动方案（2023—2025 年）》	北京市人民政府	到 2025 年，本市机器人产业创新能力大幅提升，培育 100 种高技术高附加值机器人产品、100 种具有全国推广价值的应用场景，并加紧布局人形机器人、巩固提升四类优势机器人。
28/08/2023	《关于组织开展 2023 年末产业创新任务揭榜挂帅工作的通知》	工信部	面向元宇宙、人形机器人、脑机接口、通用人工智能 4 个重点方向，聚焦核心基础、重点产品、公共支撑、示范应用等创新任务。发掘培育一批掌握关键核心技术、具备较强创新能力的优势单位，突破一批标志性技术产品，加速新技术、新产品落地应用。
02/11/2023	《人形机器人创新发展指导意见》	工信部	提出到 2025 年，人形机器人创新体系初步建立，“大脑、小脑、肢体”等一批关键技术取得突破，整机产品达到国际先进水平，并实现批量生产；到 2027 年，人形机器人技术创新能力显著提升，构建具有国际竞争力的产业生态，综合实力达到世界先进水平。
21/12/2023	全国工业和信息化工作会议	工信部	出台未来产业发展行动计划，瞄准人形机器人、量子信息等产业，着力突破关键技术、培育重点产品、拓展场景应用。
22/10/2024	《重庆市“机器人+”应用行动计划（2024—2027 年）》	重庆市政府	提出到 2027 年，机器人广泛应用于经济社会各领域，机器人典型示范应用成效显著。聚焦机器人应用重点领域，突破一批机器人关键技术，开发一批机器人中高端产品，引育一批“机器人+”应用标杆企业

来源：各政府部门，国金证券研究所

5.1.3 1H25 前向上催化密集，建议持续关注

行情复盘：新增长曲线和产业进展推动向上催化，性能和业绩不及预期推动向下催化。历史上特斯拉人形机器人板块已经历过多轮涨跌，每次向上和向下演绎具备共性，其中：

向上催化：

- 1) 新增长曲线：2022 年 6 月，马斯克预告推出人形机器人原型机，人形机器人将成为特斯拉成长第三曲线。
- 2) 产业进展：人形机器人商业化进展顺利，包括特斯拉在内的科技厂商尝试将图像语言大模型能力和知识迁移到机器人领域，同时国内政策持续利好，提振估值指数；2023 年下半年，人形机器人产业链进入 B 样阶段，市场信心提振，估值上升。

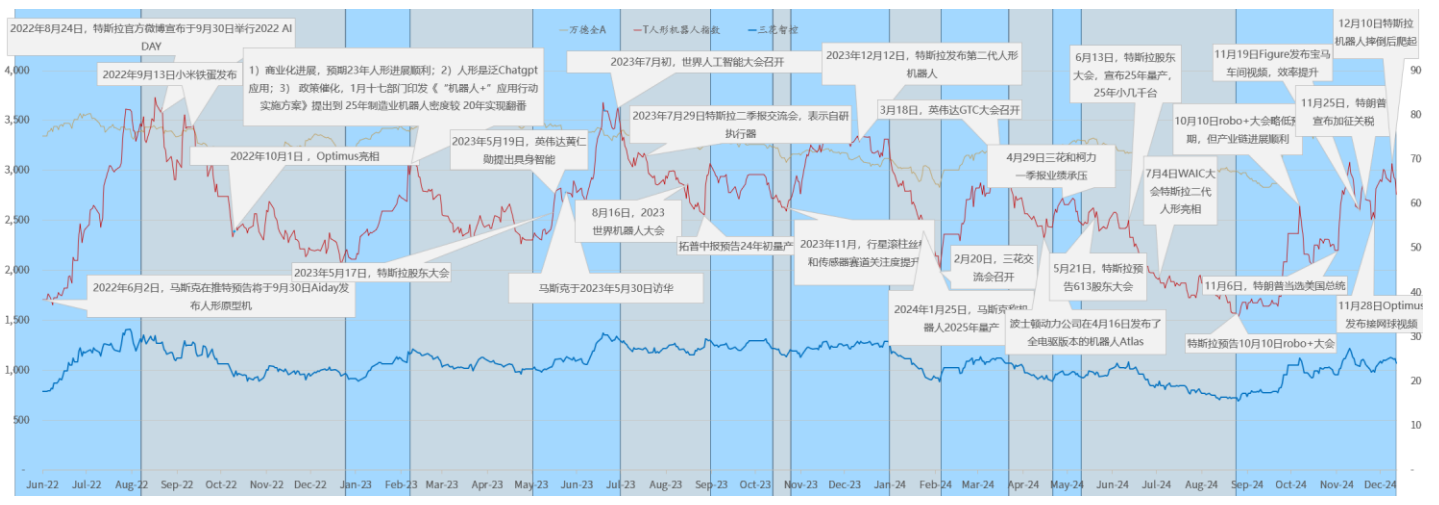
向下催化：

- 1) 性能不及预期：2022 年 9 月，小米发布“铁蛋”四足机器人，特斯拉发布第一代人形机器人，行走能力低于市场预期；10 月特斯拉发布 Optimus，运动能力不及市场预期，影响人形机器人估值下降。
- 2) 业绩不及预期：相关公司主业中报和三季度业绩不及预期时，估值都经历了一定程度



的回调或逆势下跌。

图表77：9月至今，人形机器人板块具备较好的持续性



来源：Wind，各公司公告，公司官网，国金证券研究所

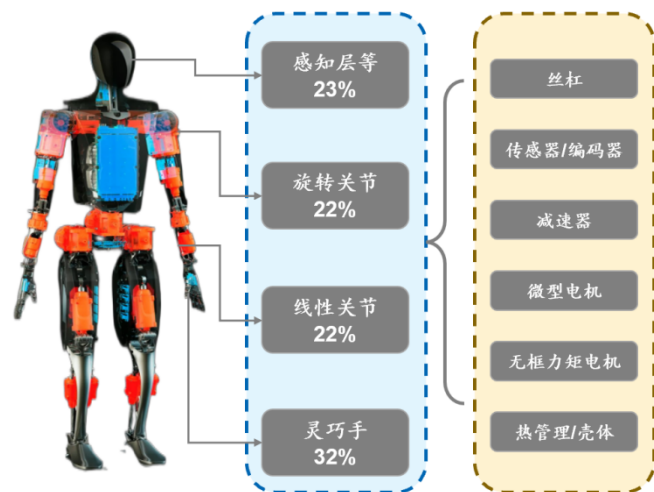
1H25 前向上催化密集，主要包含 GEN3 发布和大批量定点。我们认为，人形机器人 GEN1 到 GEN3 属于成熟度逐步临近商业化量产的版本，GEN2 在灵巧手、轻量化等角度对于进行了大幅更改，例如手部加装了触觉传感器，减重了十公斤。但当前手部、减速器等方案尚未定型，因此特斯拉大概率会在量产方案落定后，于明年一季度前推出第三代人形机器人，紧接着结合产业链公司的报价和性能强弱发放大批量定点，乐观看，明年上半年大批量定点有望落定，从而迎来产业链的量产阶段。

5.2 供应链：关注高 asp、高壁垒的灵巧手、丝杠等核心产业链

根据特斯拉人形机器人 Optimus 公开信息，预计特斯拉人形机器人 Optimus 量产 BOM 成本中运动系统（包含线性执行器+旋转执行器+灵巧手）成本最高，约占 70%以上。

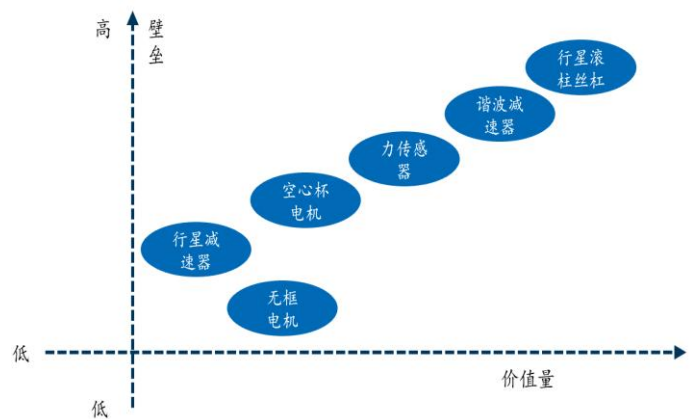
从 ASP 看：灵巧手（占比约 32%）>丝杠（18%）>微型电机（18%）>减速器（12%）>力传感器（7%）≈无框电机（7%）。从壁垒看：灵巧手>行星滚柱丝杠>六维力矩传感器>谐波减速器>微型电机>无框电机。

图表78：特斯拉人形机器人产业链



来源：特斯拉发布会，国金证券研究所

图表79：零部件壁垒和价值量分布矩阵



来源：特斯拉发布会，国金证券研究所



5.2.1 灵巧手：人形机器人供应链的优质赛道

涉及多学科交叉，灵巧手具备较高壁垒。灵巧手涉及仿生结构、驱动、传动、感知、复合/智能材料、建模与控制等多方面综合能力把控。综合性能上，灵巧手的难点在于高灵巧性、高自由度与低驱动数低重量小体积之间的权衡；商业化落地上，存在性能和成本之间取得合理平衡的困难。

公开资料显示，特斯拉第三代人形机器人变化最大的地方在于灵巧手自由度提升，11月28日后主要变化趋势为触觉传感器的面积提升和轻量化的实现。下一代机器人灵巧手变化有三处：

- 1) 自由度提升：单手由11个自由度（DOF）提升至22个自由度，主动自由度（DOA）由6个提升至预计17个；
- 2) 电机方案：从手掌变到的手臂位置，因此体积限制解开，所以空心杯电机的体积优势不再具有必要性，因此可能更多往无刷有齿槽电机切换；
- 3) 丝杠方案：单手由0根提升至约17根。我们预计，降本方案是（2~3根滚柱）+（14~15根滚珠），高承载力方案需要17根滚柱丝杠。

图表80：特斯拉灵巧手自由度有提升趋势



来源：特斯拉发布会，马斯克采访，国金证券研究所

当前灵巧手单手纯 bom 成本约 4.5 万元（采用国产空心杯电机和滚柱丝杠，13 个主动自由度）~13.3 万元（采用进口空心杯电机和滚柱丝杠，17 个主动自由度）。

图表81：采用进口空心杯电机和行星滚柱丝杠单手预估价格 13 万元（单位：元/只）

单手总价值量		总价	零部件	方案：自由度数量为 17 个	单位	无刷有齿槽电机	单位		
130175.3	驱动	76500	驱动器种类	进口空心杯电机 (带霍尔传感器)	单位		单位		
			驱动数量	17	个	0	个		
			驱动单价	4500	元/个	160	元/个		
	传动	52750	传动器种类	进口滚柱丝杠	单位	行星减速器	单位	腱绳	单位
			传动数量	17	根	17	个	10	根
			传动单价	3000	元/根	100	元/个	5	元/根
	传感	675.25	传感器种类	触觉传感 (指腹)	单位	大面积皮肤	单位	温度传感器	单位
			传感器数量	5	个	0.015	m ²	5	个
			传感器单价	100	元/个	350	元/m ²	34	元/个
	其他零部件	250	其他零部件种类	电缆、扭簧、齿轮等	单位				
其他零部件数量			5	套					
其他零部件单价			50	元/套					



来源：深圳力感科技淘宝官方旗舰店，墨感科技淘宝官方旗舰店，KMU 淘宝官方旗舰店，国金证券研究所

图表82：采用国产空心杯电机和行星滚柱丝杠单手预估价格 4.5 万元（单位：元/只）

单手总价值量		总价	零部件	方案：自由度数量为	13	个			
45075.25	驱动	16800	驱动器种类	国产空心杯电机 (带霍尔传感器)	单位	无刷有齿槽电机	单位		
			驱动数量	8	个	5	个		
			驱动单价	2000	元/个	160	元/个		
	传动	27350	传动器种类	国产滚柱丝杠	单位	行星减速器	单位	腱绳	单位
			传动数量	13	根	13	个	10	根
			传动单价	2000	元/根	100	元/个	5	元/根
	传感	675.25	传感器种类	触觉传感(指腹)	单位	大面积皮肤	单位	温度传感器	单位
			传感器数量	5	个	0.015	m ²	5	个
			传感器单价	100	元/个	350	元/m ²	34	元/个
	其他零部件	250	其他零部件种类	电缆、扭簧、齿轮等	单位				
			其他零部件数量	5	套				
			其他零部件单价	50	元/套				

来源：深圳力感科技淘宝官方旗舰店，墨感科技淘宝官方旗舰店，KMU 淘宝官方旗舰店，国金证券研究所

量产后单手价格有望做到 1 万元以下：空心杯电机、丝杠、传感器等通过设备国产化和规模化等措施降本后，成本会大幅度下降。

目前大部分灵巧手的单手市场价为 2-15 万元/只，整体价格与精度、关节数和驱动数等关键指标呈现正相关关系。DLR 配备了较高精度的零配件售价 80 万元/只，根据线上购物平台显示，DLR 单手包含 15 个自由度，高度集成了电机、齿轮、哈默纳科减速器、传感器等零部件。

图表83：量产后灵巧手可以降本至万元内（单位：元/只）

量产后成本测算		总价	零部件	方案：自由度数量为	13	个			
7224.5	驱动	2650	驱动器种类	空心杯电机	单位	无刷有齿槽电机	单位		
			驱动数量	8	个	5	个		
			驱动单价	300	元/个	50	元/个		
	传动	3950	传动器种类	丝杠	单位	行星减速器	单位	腱绳	单位
			传动数量	13	根	13	个	10	根
			传动单价	200	元/根	100	元/个	5	元/根
	传感	374.5	传感器种类	触觉传感(指腹)	单位	大面积皮肤	单位	温度传感器	单位
			传感器数量	5	个	0.015	m ²	5	个
			传感器单价	30	元/个	300	元/m ²	34	元/个
	其他零部件	250	其他零部件种类	电缆、扭簧、齿轮等	单位				
			其他零部件数量	5	套				
			其他零部件单价	50	元/套				

来源：深圳力感科技淘宝官方旗舰店，墨感科技淘宝官方旗舰店，KMU 淘宝官方旗舰店，国金证券研究所

图表84：灵巧手当前市场价为 2-80 万元/只

灵巧手名称	厂商	单价 (万元)	触觉 传感	抓握力 分辨率	指尖力控精度	自由 度	关节 数	驱动 数	重复定位精 度	电机类型
FTP 系列	因时机器人	4.8	≥12 个	\	\	\	≥12 个	≥6 个	±0.2mm	\
RH56BFX、 RH56DFX	因时机器人	4	0 个	0.5N	\	\	12 个	6 个	\	\
RH8D	京天博特	15.3	5 个	\	1mN	19	\	8 个	\	\
RH8D	京天博特	7.8	0	\	-	19	\	\	\	\
瓴乐灵巧手	瓴乐	3.3008	\	\	\	\	12	6	\	FOC 无刷电机
BXCG	钛虎	2.199	\	\	\	\	\	6	\	FOC 无刷电机
傲意灵巧手			\	\	\	\	\	\	\	\



灵巧手名称	厂商	单价 (万元)	触觉 传感	抓握力 分辨率	指尖力控精度	自由 度	关节 数	驱动 数	重复定位精 度	电机类型
韩国 Allego Hand	韩国 Allego	13.98	\	\	\	\	\	\	\	\
DLR	哈工大	80	\	\	0.5degrees	15	\	\	\	DC 无刷电机
Qb softhand		11	\	\	\	19	\	\	\	\

来源：深圳力感科技淘宝官方旗舰店，墨感科技淘宝官方旗舰店，KMU 淘宝官方旗舰店，国金证券研究所

灵巧手产业化还处于起步状态，迭代能力决定长期竞争力。当前美国在机器人灵巧手技术上处于领先地位，特别是在人工智能、传感器融合以及仿生技术领域有显著优势。灵巧手核心技术指标包括自由度、抓握力等，自由度角度看，海外特斯拉、Shadow Hand、SCHUNK 和 ILDA 已经将 DOF 自由度做到 20 个以上，国内青龙灵巧手自由度做到 19 个，处于国内较为领先地位。抓握力角度看，海外的 QBhand 和国内的星动纪元较为领先，抓握力分别达到 62N 和 80N。国内市场的兆威机电、因时机器人、傲意、腾讯 RoboticsX 实验室等企业也在积极布局。国内灵巧手目前技术落后于海外，但是迭代效率上领先，长期看，灵巧手及核心供应链将由国内公司主导。

图表85：国产新灵巧手产品快速追赶海外实力

灵巧手名称	驱动方式	传动方式	重量	最大抓握力	手指数量	DOF	DOA	传感方式	执行器数量	承载力
特斯拉灵巧手	电驱	腱绳、蜗轮蜗杆	\	\	5	22	13-17 (预测)	霍尔传感器、触觉传感器	13-17 (预测)	\
Shadow Hand	仿人工肌肉驱	腱绳	4300g	\	5	24	20	129个传感器	20	4KG
SCHUNK SVH Hand	电驱	齿轮/连杆	1300g	0.85kg	5	20	9	\	9	\
SoftHand Pro		腱绳			5	19	\	\	\	\
Pisa/IIT SoftHand	电驱	腱绳	\	\	5	19	\	\	\	\
DLR 五指灵巧手	电驱	谐波减速器、齿轮、绳驱	1800g	10N	5	\	15	40个模拟传感器+45个数字传感器	15	\
Qbhand	电驱	腱绳	770g	62N	5	19	\	\	\	1.1KG
ILDA hand	电驱	连杆	1100g	34N	5	15	15	\	15	\
因时科技灵巧手	电驱	齿轮/丝杠	540g	30N	5	12	6	\	6	2-3KG
思灵灵巧手	电驱	齿轮/连杆	490g	15N	5	15	6	\	6	数千克
清华大学	电驱	\	550g	\	5	\	\	\	\	5KG
腾讯灵巧手TRX-Hand	电驱	减速器	1160g	15N	3	\	8	角度传感器、接近传感器、微型激光雷达	8	6.5KG以上
小鹏灵巧手PX5	电驱	\	430g	\	5	11	\	\	\	数千克
智元高自由度灵巧手	电驱	\	1600g	5KG	\	19	12	于视觉的指尖传	12	1.1KG
傲意灵巧手	电驱	\	535±5g	\	5	6	11	\	6	10KG
星动纪元	电驱	\	1100g	80N	5	12	\	\	\	25KG
青龙灵巧手	电驱	\	600g	≥15N	5	19	6	指尖触觉感知	12	≥5KG
钛虎灵巧手	电驱	\	480g	\	5	\	6	\	6	\

来源：各公司官网，国金证券研究所

灵巧手供应链：

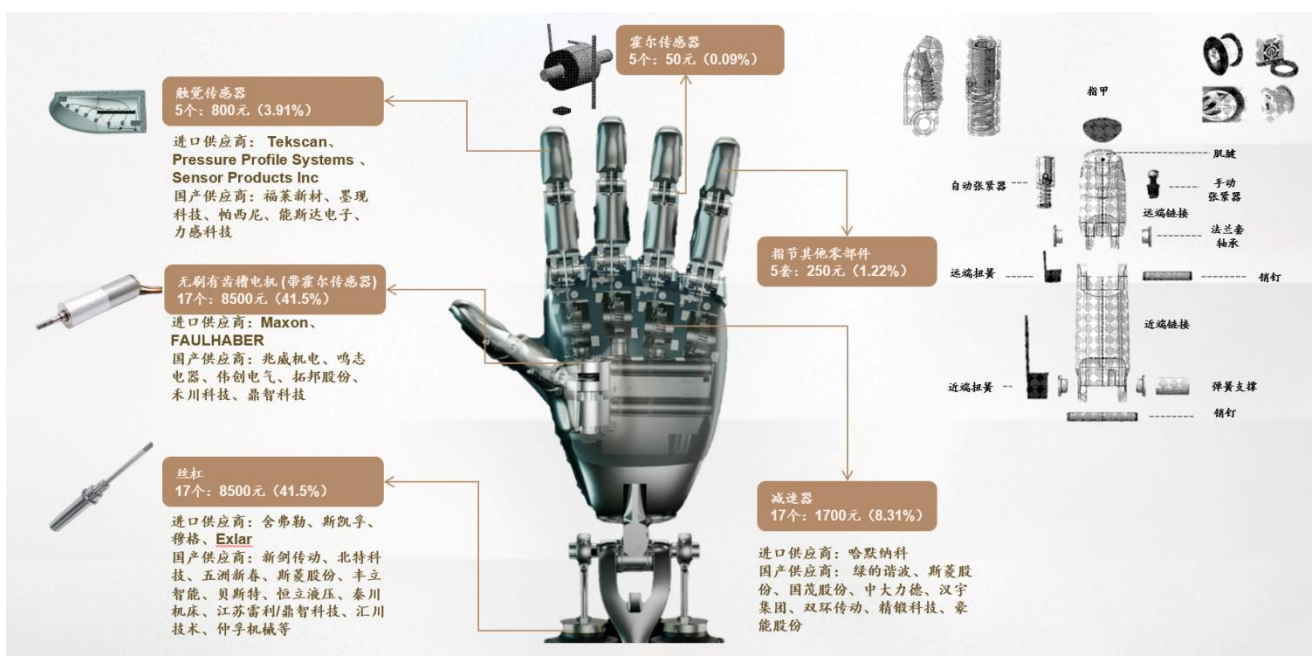
驱动上，电机驱动是当前主流的灵巧手驱动方式，由于第三代灵巧手自由度增加，所需电机数量增加，利好空心杯电机和无刷有齿槽电机供应商，建议关注鸣志电器、兆威机电、伟创电气、拓邦股份、禾川科技等。

传动上，腱绳+蜗轮蜗杆是特斯拉第一代方案，随着行业手部灵巧手丝杠的日渐成熟，叠加特斯拉提升单手承载力的需求，手部采用丝杠进行传动可能是一种发展方向，若单手丝杠为 17 根，则单个人形机器人需要 34 根丝杠，价值量占比约 41.5%，利好丝杠产业链供应商，建议关注五洲新春（已布局灵巧手丝杠）、北特科技、贝斯特、恒立液压、斯菱股份等。

传感器上，第一代采用霍尔传感器，第二代新增触觉传感器，由于触觉传感器价值量较大，利好相关公司，建议关注汉威科技、福莱新材、柯力传感等公司。



图表86：灵巧手价值量最高的零部件为空心杯电机、丝杠、减速器、触觉传感器



来源：各公司官网，特斯拉灵巧手专利，特斯拉 Optimus 发布会，国金证券研究所

注：价值量测算采用国产微型电机价值量和国产行星滚柱丝杠，假设手部采用无刷有齿槽电机、行星滚柱丝杠、行星减速器，总单手价值量为2万元。

5.2.2 丝杠：加工和设备有望迎0-1国产化突破

以特斯拉人形机器人为例，其人形机器人采用行星滚柱丝杠约14根。行星滚柱丝杠技术壁垒较高，由于在精度保持性、功能可靠性、寿命、精度、刚度等关键性能指标上落后于境外产品，国产品牌市场占有率低。国产落后的地方主要体现在制造设备、加工工艺、原材料等方面。

由于人形机器人带来行业研发灵巧手丝杠研发热潮，预计后续更多的公司将研发完成手部的滚珠丝杠和行星滚柱丝杠。当前的丝杠上市公司主要包含北特科技、贝斯特、五洲新春、鼎智科技、斯菱股份等。各公司公告显示，当前 KGG 和新剑传动已完成手部丝杠研发，五洲新春正在研发中。

图表87：新剑传动、KGG 和五洲新春已经研发出灵巧手部丝杠

地区	公司名称	相关产品及进度	国家地区
海外	舍弗勒 Schaeffler	子公司 GSA、Rollvis(收购)、Ewellix (收购) 深耕于行星滚柱丝杠领域,是行星滚柱丝杠全球大型供应商,其部分团队原隶属于 SKF,在行星滚柱丝杠领域有较强实力,瑞士 GSA 也是全球产品系列最全、规格型号最多的厂家	欧洲
	斯凯孚 SKF	全球第二大行星滚柱丝杠生产商,其针对普通领域与高精技术场合分别推出了 SR/BR/TR/PR 系列标准式行星滚柱丝杠及 SV/BV/PV 系列循环式滚柱丝杠	瑞典
	穆格 Moog	旗下核心产品包括伺服驱动器、滚珠丝杠、反向滚珠丝杠等,其有超过 30 年的行星滚柱丝杠定制历史	美国
	Exlar	致力于反向式行星滚柱丝杠电动缸的研发,并提供电机转子与行星滚柱丝杠机电一体式的智能驱动产品	美国
国内	博特精工	公司主要产品有包含行星滚柱丝杠在内的多种机械传动用轴类产品,广泛用于电解铝行业、数控机床等行业,其研制的 BT-GZXS 行星滚柱丝杠具有长时间承受重载的能力,目前已投入市场使用	中国山东
	思科瑞传动	全球极少数拥有设计、制造全系列行星滚柱丝杠的企业,目前设计多种产品已投入石化、军事等领域使用	中国常州



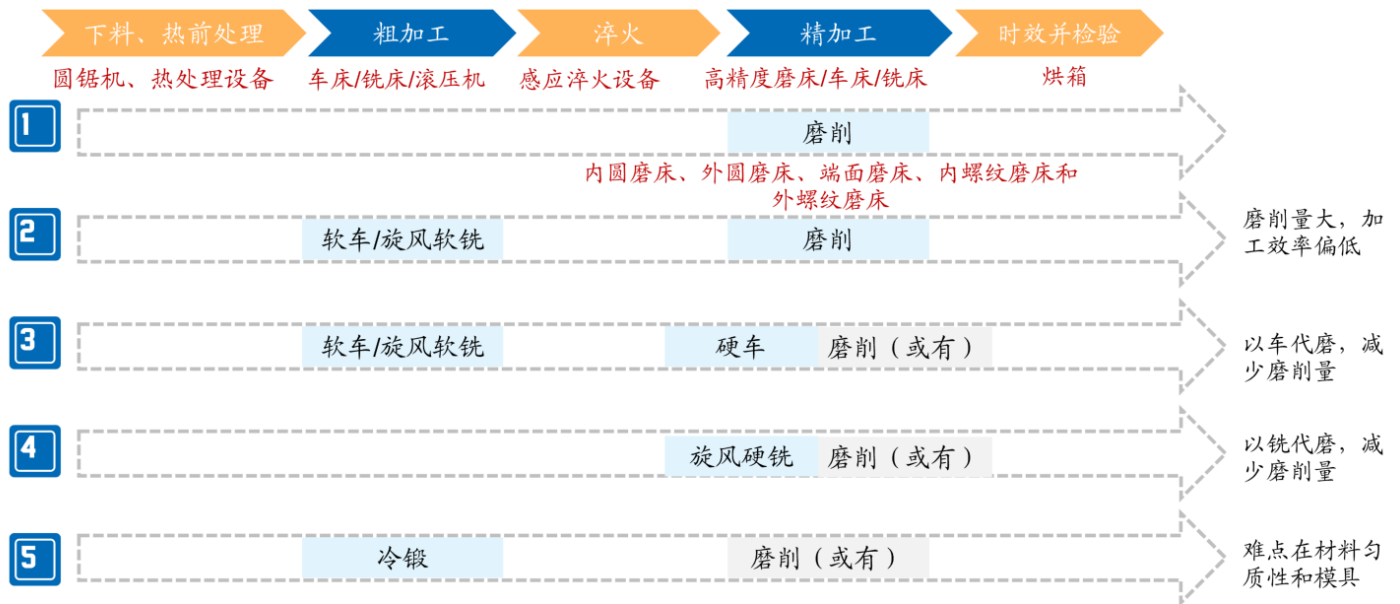
仲孚机械	具有非标直径、非标导程、行星滚柱丝杠的描绘与出产才能,并成功研制出了高精细行星滚柱丝杠	中国江苏
KGG	已经研发出手指行星滚柱丝杠	中国上海
恒立液压	部分设备已到,已建设相关技术团队,在研滚柱丝杠	中国常州
贝斯特	公司生产的滚珠丝杠副、直线导轨副等产品已应用于国内知名机床商部分型号的机床上,得到了市场的高度认可;自主研发的行星滚柱丝杠已于2023年顺利出样	中国无锡
五洲新春	公司将发展灵巧手、旋转执行器和线性执行器上面的滚柱丝杠产品。24H1已经实现小批量产品销售。	浙江
新剑传动	已经研发出关节和灵巧手微分行星滚柱丝杠	杭州
斯菱股份	规划建设行星滚柱丝杠产品产线,投入资金1.17亿元	浙江
双林股份	已完成人形机器人滚柱丝杠研发立项,样件制作和设备投资在按计划推进	宁波
北特科技	开发行星滚柱丝杠零部件并送样,搭建了产线,但尚未获得订单	上海
鼎智科技	已经完成行星滚柱丝杠多条生产线的搭建,已经开始试产	常州

来源:中国设备工程,各公司官网, Wind, 国金证券研究所

5.2.3 机器人丝杠设备的国产替代, 2025年有望迎来丝杠专用磨床的效率和精度提升

丝杠核心加工流程中,单位价值量最高的设备是热处理和高精度磨床。机器人丝杠总体流程类似于行星滚珠丝杠,要经过热处理、车、铣、磨或冷锻等流程,中间涉及的设备包含圆锯机、热处理设备、车床或滚丝机、铣床、磨床(外螺纹磨床、内螺纹磨床、端面磨床、外圆磨床等)、检测仪等。

图表88: 行星滚柱丝杠加工流程五种工艺技术路线需要多样化的设备

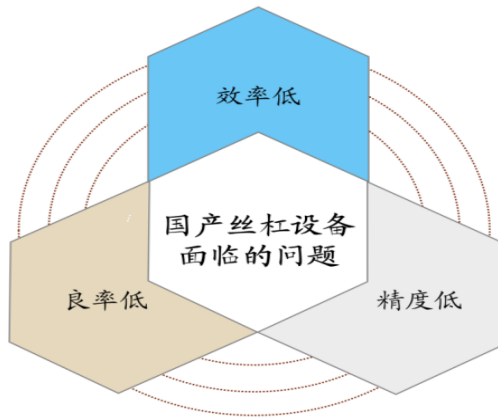


来源:《滚珠丝杠关键制造工艺优化及精度控制方法研究_黄娟》,《行星滚柱丝杠滚柱冷滚压成形机理与实验研究_王旭》, 国金证券研究所

国产丝杠具备较强的实用性需要同时具备高精度、高良率和高效率。但目前国内丝杠设备很难同时做到三点。存在精度达不到机器人行星滚柱丝杠高精度需求(现在的国产偏向于虚标参数,海外设备偏向于保守报参数,所以比较起来,国内设备的参数甚至比海外的好)、良率较低的问题,同时高精度磨床当前存在效率较低、加工速度慢的问题,因此国产设备要满足大批量量产需求还需要同时解决效率低的问题。



图89：国产行星滚柱丝杠设备面临的三大难题



来源：国金证券研究所

精度低：机加工设备的主轴和数控系统等核心功能布局均需具有较高精度。要实现最终的高精度加工，车床、铣床和磨床的核心功能部件需要具有较高精度。数控系统、材料、加工、电路设计和冷却设计、装备和基本环境条件的要求都比较高。其中最卡脖子的是数控系统和主轴的制作。

图90：要实现最终的高精度控制，车铣磨床都需要具备较高精度



来源：《超高速磨床仿真分析》，《高速精密轧辊磨床主轴驱动控制系统设计》，《基于数控磨床闭环位置反馈实现大型零件带锥表面配磨》，国金证券研究所

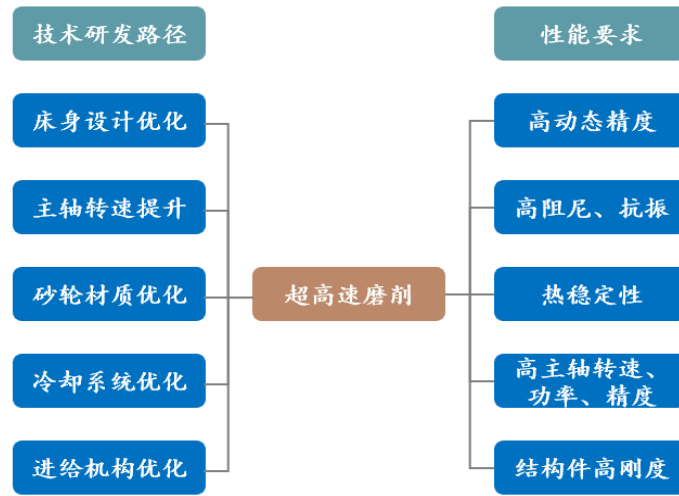
效率低：核心提高磨床环节加工速度，研制多线复合磨床和超高速磨床。磨床加工速度整体低于车床、铣床和滚丝机，是加工速度的卡位环节，提升速度的方式为：(1) 研制超高速磨床，(2) 研制多线复合磨床。其中多线复合磨床可实现同时采用多把刀对同一工件进行磨削，成倍减少加工时间。

实现高速、超高速磨削对磨床性能要求较高，磨床根据砂轮线速度可分为普通磨床、高速磨床和超高速磨床。其中普通磨床线速度 $\leq 45\text{m/s}$ ，高速磨床线速度居于 45m/s 和 150m/s 之间，超高速磨床线速度高于 150m/s 。

要实现磨床的超高速磨削，对车床、主轴和冷却系统等需要进一步优化，以实现较好的动态特性。



图表91：实现超高速磨削对磨床性能要求较高



来源：《磨料、磨具与磨削技术（第二版）》，国金证券研究所

我们预计 2025 年通过专用定制设备的出现，将有效提升国产丝杠加工设备的精度和效率。当前国产设备已经开始突破。

图表92：丝杠设备海内外布局情况

区域	类型	代表公司	机型名称
海外	车床	汉布雷格（荷兰）	Mikroturn® 立式高精度立式硬车床
		津上机床（日本）	SS207
		Haas Automation（美国）	Haas ST
		DMG 森精机株式会社	WASINO 系列
		Okuma Corporation	GENOS L 系列
		HACO（德国）	数控车床 FAT
		Mazak（日本）	Ez 系列
	铣床-旋风铣	Doosan Machine Tools（韩国）	DBC 系列
		Hurco（美国）	HM1700Ri
		魏因加特纳 Weingartner	vario 系列
		Haas Automation（美国）	VF 系列立式铣床
	磨床	日本三井	MSG-HMD 系列
		Okuma Corporation	GPW/GAW 系列
		United Grinding Group（瑞士）	S31/S41 系列
		津上机床（日本）	G300S-500 内圆磨
	滚压	宝飞螺（profile）	URWA 100S
		肯尼福（kenific）	MC 系列
		伊瓦格	S121
		Okamoto（冈本）	PRG-6DX 系列
		安德森库克	花键滚压机
NACHI（日本）		精密滚压成型机 PFM-X 系列	
ORT（意大利）		RP 系列	
热处理设备	舍弗勒		
	Ipsen（德国）	真空炉/气氛炉	



国内		AICHELIN	密封箱式多用炉/气体渗碳推盘式炉
		SECOWARWICK 西科沃克	真空热处理系统/CAB 系统
		TENOVA	淬火设备
		Inductotherm (美国)	感应真空热处理炉
	车床	浙海德曼	Hi 系列/T85 系列-精密数控车床/T75 系列
		秦川机床 (汉江机床)	CH75 系列
		通用技术大连机床	CLS20
	铣床-旋风铣	海天精工	TC II 系列
		华辰装备	亚 μ 磨削系列
		通用技术大连机床	XD 系列立式数控铣床
		秦川机床 (汉江机床)	MTK20 车铣中心
	磨床	日发精机	RF 系列
		秦川机床 (汉江机床)	SK7432×15GX 高精高效数控丝杠磨床
		宇环数控	YHMKS1420 数控高精度内外圆复合磨床
		华辰装备	MK8480
	滚压	思进智能	DCM 系列压铸设备
热处理设备	爱协林热处理系统 (北京)	密封箱式多用炉	
	世创 STRONG	智能化网带炉热处理生产线	

来源：各公司官网，国金证券研究所

例如，华辰拓展磨床体系，拼图还缺内螺纹磨床。4月8日至4月12日数控机床展览展上，华辰装备推出精密外螺纹磨床 HC-1000T、亚 μ 磨削中心 HC-350/600U、亚 μ 中心孔磨床 HCG1600。其中精磨外螺纹磨床 HC-1000T 的试件加工精度可以达到 P0 级，亚 μ 磨削中心可实现外圆、内圆、端面、轮廓、非圆、螺纹等复杂特征零件的精密磨削加工。

丝杠核心加工流程所使用设备中，磨床占比最高。机器人丝杠总体流程类似于行星滚珠丝杠，要经过热处理、车、铣、磨等流程，中间涉及的设备包含圆锯机、热处理设备、车床、铣床、磨床（外螺纹磨床、内螺纹磨床、端面磨床、外圆磨床等）、检测仪等，其中磨床种类最多，华辰装备已布局其中的外螺纹、内圆、外圆、端面和中心孔磨床。

华辰装备丝杠磨床率先突破，但距离批量稳定生产还缺乏数据积累。试件能达到 P0 级证明极限精度足够满足机器人行星滚柱丝杠要求，但产品维持高良品率还需反复跟下游客户持续打磨和验证产品进行积累，持续积累经验数据库。我们预计人形机器人达百万级年销量还需至少 3 年，国产高精度磨床具备充分时间去成长，建议持续关注国产丝杠设备厂商华辰装备、日发精机和同益股份等。

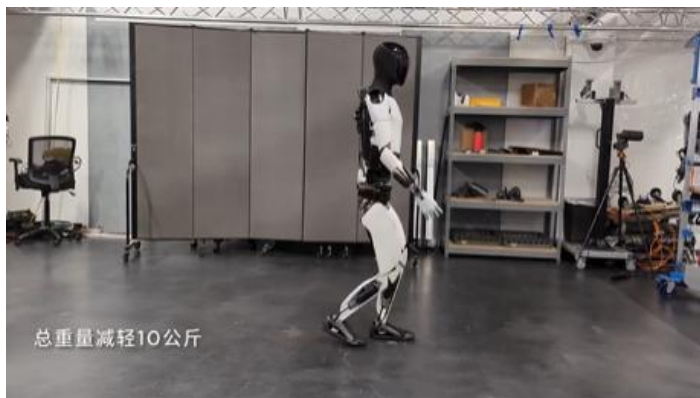
与贝斯特强强联手，切入丝杠导轨磨领域。2023 年 10 月，华辰装备公告与贝斯特精机，围绕“滚动功能部件所需高端精密磨削装备”进行技术交流，并达成全面战略合作。根据协议，华辰装备计划于 1 年内向贝斯特精机提供对标国际行业龙头领先水平的精密数控直线导轨磨床及相应技术支持，该产品为目前全球磨削长度最长、技术难度及磨削效率最高的产品。

5.2.4 轻量化材料：持续看好以塑代金属趋势，关注金字塔顶端 PEEK 材料

轻量化材料主要对应人形机器人的轻量化需求，我们预计 2025 年行业轻量化程度将进一步提升。机器人本体轻量化技术是解决续航焦虑的主要途径之一以特斯拉为例，Optimus Gen2 相比第一代减重 10 公斤。PEEK 综合性能处于塑料金字塔顶端，轻量化材料领域建议重点关注 Peek 材料。



图表93: 特斯拉 OptimusGen2 减重 10 公斤



图表94: PEEK 综合性能处于塑料金字塔顶端



来源: 特斯拉 Tesla 公众号, 国金证券研究所

来源: 中研股份招股说明书, 国金证券研究所

Peek 材料有望成为人形机器人核心应用的轻量化材料。Peek 材料具备耐热、阻燃、耐磨和耐腐蚀等优势, 可大幅度减小材料本身的自重, 符合下游机器人领域轻量化趋势, 有望实现以塑代钢, 是实现“轻量化”的极佳解决方案。

图表95: PEEK 材料与主要工程塑料、特种工程塑料综合性能对比

特性	性能指标	指标说明	单位	特种工程塑料				工程塑料			对比结果说明
				PEEK	PTFE	PI	PPSU	PPS	POM	PA66	
刚性	拉伸模量	拉伸模量数值越大, 说明刚性越好	MPa	4300	1750	3700	2450	4000	2800	1700	刚性和韧性一般呈现反比例关系, PEEK 在刚性为最好的情况下韧性并非最低, 展示了其全面的机械特性
韧性	缺口冲击强度	冲击强度数值越大, 说明材料的韧性越好	KJ/mm ²	3.5	4.5	4.5	12	2	8	4.5	
耐热	长期使用温度	值越高, 通常代表该材料耐热性能越好	°C	250	260	240	180	220	115	95	除 PTFE 外, PEEK 为耐热性能最好的材料之一
耐磨	摩擦系数	摩擦系数越小, 通常代表耐磨性越好	-	0.4	0.15	0.4	0.45	0.5	0.52	0.5	除 PTFE 外, PEEK 为耐磨性能最好的材料之一
耐腐蚀	耐化学性能	值越大, 说明材料的耐化学性能越好	-	9.27	9.9	8.4	7.78	9.33	7.58	7.25	PEEK、PTFE、PPS 均为耐腐蚀性最好的材料
电性能	介电强度	值越大, 说明材料的绝缘性能越好	KV/mm	24	11	28	26	18	20	27	PEEK 绝缘性能与其他工程塑料无明显差距

来源: 中研股份招股说明书, 国金证券研究所

PEEK 材料研发已久, 但全球大规模生产的企业较少, 且主要产能被外资企业垄断, 主要系实验室合成工艺与实际工业化生产工艺差异较大, 需要深厚的生产技术、经验的积累。此外, PEEK 材料工业化生产的验证周期较长。(1) 生产工艺: 生产工艺难, 且需要一致性高、结晶性能高, 并达到合适的熔指和黏度平衡。(2) 验证周期: 产能爬坡需要 7 年左右, 下游客户认证开发周期需要 3-5 年。

全球格局一超多强, 龙一占六成市场份额。当前全球 PEEK 生产厂商呈现“一超多强”的竞争格局。全球龙头威格斯年产能 7150 吨, 占全球份额 60%; 2021 年销量 4132.5 吨, 市占率为 53.55%。龙二比利时索尔维现有年产能 2500 吨, 2021 年销量 1425 吨, 市占率为 18.47%。龙三德国赢创产能达 1800 吨, 2021 年销量 912 吨, 市占率 11.82%。



图表96: 2021 年全球 PEEK 主要生产商情况

国家	公司名称	全球销量 (吨)	市场占有率	备注
英国	威格斯 Victrex	4132.50	53.55%	能够使用 5000L 反应釜进行 PEEK 聚合生产
比利时	索尔维 Solvay	1425.00	18.47%	
德国	赢创 Evonik	912.00	11.82%	
中国	中研股份	622.74	8.07%	能够使用 5000L 反应釜进行 PEEK 聚合生产
	浙江鹏孚隆	226.40	2.93%	
全球消费量合计		7716.79	100.00%	

来源: 沙利文咨询, 中研股份招股说明书, 国金证券研究所

2016 年起国产初步突破, 中研股份和鹏孚隆合计市占率约 11%。PEEK 树脂在保证力学和其他性能的同时, 必须保证纯度高, 产品批次稳定, 尤其对产品金属含量要求极为严格, PEEK 树脂内金属等杂质过高会导致使用过程中产生静电击穿电路板、晶圆。因此, 国产 PEEK 在电子信息领域所占比例很低。2016 年开始, 以中研股份为代表的国内企业打破了国外公司在这一应用领域的垄断, 从此, 我国自主生产的 PEEK 产品在国内电子信息领域的应用逐步扩大。目前国产龙头为中研股份和鹏孚隆, 2021 年销量分别 623、226 吨, 市占率分别 8.1%、2.9%。

图表97: 国内 PEEK 市场现有及潜在产能规模统计情况 (吨)

公司名称	2021 年产能	2021 年产量	2021 年产能利用率	在规划产能
中研股份	1,000.00	549.98	55.00%	/
长春吉大特塑	500	150.00	30.00%	/
浙江鹏孚隆	200	227.07	113.54%	760
山东浩然特塑	300	37.50	12.50%	/
山东君昊高性能聚合物有限公司	80	30.00	37.50%	1,700.00
吉林省聚科高新材料有限公司	200	80.00	40.00%	1,500.00
盘锦伟英兴高性能材料	/	/	/	1,500.00
沃特股份	/	/	/	1,000.00
其他国内厂商	114	47.00	41.29%	/
国内厂商合计	2,394.00	1154.46	48.22%	6,460.00

来源: 沙利文咨询, 中研股份招股说明书, 国金证券研究所

5.2.5 减速器: 技术壁垒较高、可根据场景选定减速器类型

减速器是旋转执行器的核心零部件之一, 目前谐波减速器、行星减速器以及新型减速器存在技术路线问题。特斯拉人形机器人主流路线是谐波减速器方案, 由于承载力需求提升, 研发新型减速器或者行星减速器具备必要性。国产人形机器人大都采用行星减速器为主, 谐波减速器为辅。使用谐波减速器方案需用到力矩传感器做力控, 结构和成本更加复杂, 多级行星结构相对简单、但精度相对较低。从产品和成本差异度看, 谐波减速器赛道好于行星减速器, 谐波减速器未来规模经济和成本迭代空间大于行星。

图表98: 精密减速器主要技术指标对比

主要指标	精密行星减速器	谐波减速器
优点	高刚性、高扭矩、结构简单	传动比大、体积小
缺点	减速比小	效率较低、抗冲击能力弱、结构复杂
传动效率	>95%	>70%
传动精度(")	≤180	≤60
传动比	3-512	30-160



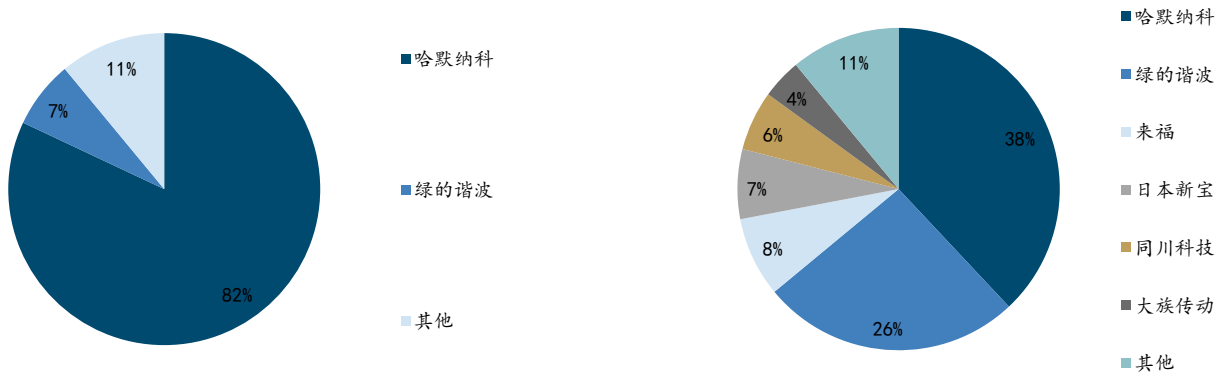
主要指标	精密行星减速器	谐波减速器
设计寿命(h)	>20,000	>8,000
扭转刚度(N·m/arcmin)	10-370	1.34-54.09
额定输出转矩(N·m)	40-1200	6.6-921
噪音(db)	≤65	≤60
温升(°C)	≤30	≤40

来源：科峰智能招股书，国金证券研究所

全球谐波减速器市场较为集中，日本哈默纳科、日本新宝等企业技术水平处于行业领先地位。国际领先的谐波减速器传动精度在 30"以内，传动效率可达到 75%以上，使用寿命在 1 万小时左右。根据新思界产业研究中心发布的调研报告，2021 年哈默纳科全球市场占有率约 82%，绿的谐波占比约 7%，其他厂商占比约 11%。国内谐波齿轮传动技术发展相对较晚，内资绿的谐波率先在国内实现了谐波减速器的产业化和规模化，同时也涌现了来福、大族等优质厂商。国内部分企业通过技术攻关、生产工艺的改进，研发出的产品在性能和稳定性等方面已能够达到国际先进水平，打破了国外的技术垄断，对国外品牌进口逐渐形成一定的替代。

图表99：2021 年全球谐波减速器竞争格局

图表100：2022 年我国谐波减速器市场竞争格局



来源：QYResearch，科峰智能招股书，国金证券研究所

来源：中商情报局，国金证券研究所

5.2.6 关节总成：丝杠供应链越成熟，使用线性执行器概率越高

特斯拉第一代机器人包含 28 个活动关节，包含 3 种类型的旋转执行器和 3 种类型的线性执行器。旋转执行器主要位于肩部和盆骨，关节需要大范围地旋转；而线性执行器放置在膝盖肘部和脚踝，关节只需要 1-2 个自由度并经历有限的扭转。

与之相反，宇树机器人基本全身采用旋转执行器。宇树官网显示，宇树 G1 机器人全身 23-43 个关节，由于腰部旋转关节比线性关节具备更高的自由度，且整机中空走线，其上半身可以实现 360 度旋转，全身可折叠。

特斯拉采用更多的线性执行器，是因为目标不同，特斯拉的目标是创造一种可靠、节能的机器人，可以持续一整天不会中断，因此能耗更低、精度保持性更好的线性关节使用量比传统机器人更多。

线性执行器相比于旋转执行器精度更高更节能，但成本更高。线性执行器优势在于精度保持性好、刚度好、易实现传动的零背隙性、耐冲击能力强、脉冲性强、能量效率高，适用于腿部机构，尤其是小腿，有利于提高续航能力。

图表101：行星滚柱丝杠通过结构设计可实现自锁

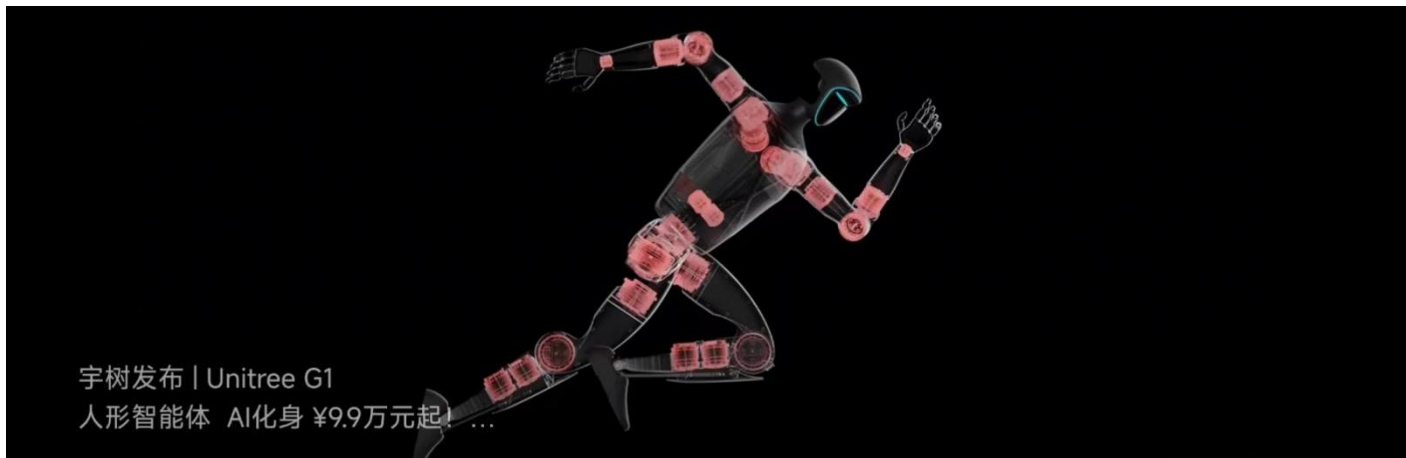
丝杠类型	是否具备自锁能力	原因
梯形丝杠	是	螺旋升角小于摩擦角时，可以实现自锁。导程越大，自锁性能越好。
行星滚珠丝杠	否	通常不具备自锁能力，因为它们使用的是滚动摩擦，摩擦系数较小。
行星滚柱丝杠	否（可设计具备）	标准设计通常不自锁，但可以通过特殊设计（如楔形自锁螺母）来实现自锁。

来源：《一种具有双向自锁功能的行星滚柱丝杠》（哈尔滨工业大学，解志杰、古乐、宋宝玉、王非，2017 年 3 月），国金证券研究所



线性的劣势在于动态特性差、减速比较高导致输出速度偏低、带宽偏低、不利于高动态运动、关节透明度不佳导致需要额外的力传感器、成本较高。

图表102: 宇树机器人基本全身采用旋转执行器



来源: 宇树机器人官方微信公众号, 国金证券研究所

但成本可以通过规模效应和特定的设计和工艺降低, 并且不损失性能。例如加工方式上可以采用冷锻工艺进行高一致性和低成本生产。根据我们外发报告《机器人新技术专题 3: 冷锻工艺极限精度 C3, 兼具高效率低成本优势》, 经测算, 冷锻成本预计比车铣磨低 50%+, 主要受益于加工速度提升。因此时间线拉长看, 丝杠的成本将大幅降低, 减少线性执行器的成本负担。

5.3 机器人产业链相关标的梳理

围绕核心主机厂产业链, 重点关注订单、技术和设备等新变化。核心主机厂包含特斯拉、Figure、华为等。(1) 订单: 25H1 特斯拉产业链订单有望落地, 建议关注国产替代确定性较强的三花智控、拓普集团、绿的谐波和鸣志电器等。(2) 技术路线: 丝杠(滚柱/滚珠/T型)、传感器(一维力/六维力/触觉)、减速器(谐波/行星/新型减速器)、和轻量化(碳纤维/PEEK)等高价值量环节的技术方案尚未定型, 确定性提升后将带来分化性机会。(3) 设备: 热处理、磨床和传感器标定设备目前均卡脖子, 突破后将加速产业链低成本量产节点来临。

图表103: 人形机器人供应链公司估值

(潜在) 产业链环节	股票名称	市值(亿元)	归母净利润(万得一致预测均值, 亿元)				PE			
			2023A	2024E	2025E	2026E	2023A	2024E	2025E	2026E
关节总成	三花智控*	1,127.18	29.21	34.25	41.95	50.10	38.59	32.91	26.87	22.50
	拓普集团*	1,086.31	21.51	29.78	39.08	49.05	50.51	36.48	27.80	22.15
丝杠	贝斯特*	136.10	2.64	3.09	3.68	4.53	51.65	44.04	36.98	30.04
	恒立液压*	851.82	24.99	25.01	30.48	36.25	34.09	34.06	27.95	23.50
	北特科技	176.54	0.51	0.79	1.16	1.69	347.05	224.78	152.73	104.22
	鼎智科技	57.60	0.81	0.53	0.70	0.87	71.19	108.79	82.17	66.45
	双林股份	57.60	0.81	0.53	0.70	0.87	71.19	108.79	82.17	66.45
	震裕科技	138.51	0.43	3.13	4.81	7.00	323.86	44.28	28.78	19.80
	南京化纤	66.31	-1.85	/	/	/	-35.85	/	/	/
设备	五洲新春	160.68	1.38	1.61	2.08	2.52	116.28	99.86	77.10	63.74
	浙海德曼	37.52	0.29	0.32	0.66	0.88	127.43	117.24	56.84	42.63
	日发精机	47.04	-9.03	/	/	/	-5.21	/	/	/
减速器	华辰装备	89.04	1.18	/	/	/	75.62	/	/	/
	绿的谐波	267.47	0.84	0.88	1.15	1.53	317.83	305.54	233.54	174.45



	双环传动*	300.26	8.16	10.36	12.88	15.87	36.78	28.99	23.31	18.92
	精锻科技	46.20	2.38	2.21	2.80	3.52	19.44	20.93	16.48	13.12
	中大力德	67.72	0.73	0.92	1.11	1.33	92.59	73.59	60.94	50.97
传感器	柯力传感	212.65	3.12	3.14	3.74	4.39	68.06	67.62	56.88	48.49
	安培龙	73.68	0.80	0.99	1.34	1.77	92.23	74.43	54.99	41.72
	东华测试*	57.90	0.88	1.56	2.10	2.71	65.98	37.12	27.57	21.37
	凌云股份	121.11	6.32	6.72	7.97	9.44	19.17	18.01	15.20	12.82
电机	鸣志电器	268.29	1.40	1.37	2.08	2.53	191.03	196.43	128.88	105.92
	兆威机电	241.93	1.80	2.16	2.73	3.46	134.46	112.09	88.66	69.98
	汇川技术	1,634.46	47.42	50.46	60.38	71.68	34.47	32.39	27.07	22.80
	禾川科技	65.51	0.54	-0.48	0.42	/	122.32	-136.48	157.85	/
	步科股份	59.65	0.61	0.72	0.97	1.30	98.29	82.48	61.62	45.97
以塑代钢	中研股份	51.47	0.55	/	/	/	94.35	/	/	/
	新瀚新材	44.23	0.93	/	/	/	47.39	/	/	/
	肇民科技	87.54	1.03	1.56	1.97	2.44	84.73	56.15	44.41	35.82
散热件	领益智造	594.29	20.51	20.31	29.75	38.80	28.98	29.26	19.98	15.32
	银轮股份	168.76	6.12	8.42	11.17	13.99	27.57	20.03	15.11	12.06

来源：Wind，国金证券研究所（*表示国金证券研究所预测，其余公司取用Wind一致预期，估值日期为2025年1月23日）



六、智能驾驶：政策支持可期，加速推进智能驾驶行业发展

6.1 特斯拉有望依其政策主张 加速推进智能驾驶行业发展

6.1.1 美国自动驾驶立法进展有望加速推进，无监督 FSD 加速量产

美国的自动驾驶法规自 2011 年起步，从最初的州级试验性法规逐步发展到联邦层面的指导性政策。目前，美国的自动驾驶监管体系在促进技术创新和确保公共安全之间寻求平衡，但仍需解决法规碎片化和责任划分等问题。特朗普当选后，美国自动驾驶立法进展有望加速推进，无监督 FSD 加速量产。

1) 美国当前自动驾驶法规情况

美国当前的自动驾驶法规体现在在联邦和州级层面的不同规定上，联邦与各州相互协同，共同推进自动驾驶法规落地。联邦政府负责宏观指导，包含车辆的技术和安全标准等；州政府负责执行，包括车辆在公共道路上的操作和许可。

联邦政府职责：宏观指导-确定车辆的技术和安全标准

萌芽期 2013-2016 年：自动驾驶技术开始萌芽，但缺乏明确的法律框架，体系与职责分工分散。内华达州于 2011 年成为首个为自动驾驶汽车颁布测试法规的州，随后加利福尼亚、佛罗里达等州陆续出台类似政策。

发展扩充期 2016-2023 年：2016 年美国交通运输部（DOT）和国家公路交通安全管理局（NHTSA）首次发布的《联邦自动驾驶汽车政策》（AV 1.0）为自动驾驶技术的发展提供了早期的监管框架，并明确了联邦和州政府在监管自动驾驶汽车（AV）方面的分工。后续在 2017、2018、2020 年分别更新发布了 AV2.0-4.0、《自动驾驶系统安全框架》、《美国交通部自动驾驶汽车综合计划》。

州政府职责：执行-车辆在公共道路上的操作、许可与规则

州政府主要负责在本州范围内的执行与监管工作。联邦政府设定通用的标准和指导方针后，各州政府在自动驾驶技术的具体实施、监管和测试上拥有较大的自治权。截至 2024 年，美国已有 40 多个州为自动驾驶技术制定了相关的法律或法规。部分州采取较为宽松的政策，鼓励技术发展和商业应用，如亚利桑那州和佛罗里达州部分州则对安全性和法律责任要求较为严格，如加利福尼亚州和纽约州。各州的法规通常包括自动驾驶测试许可、道路基础设施适配、数据报告要求、商业化运营支持等方面，且每个州都有不同的安全标准和实施细节。随着技术的进一步发展，州政府也在不断调整政策，以适应自动驾驶技术的推广与应用。

特朗普拟放宽自动驾驶汽车规定，特斯拉或成为新政策下的直接受益者。根据财联社报道，特朗普政府计划将“完全自动驾驶汽车的联邦法律框架”作为交通部的优先事项之一，表明特朗普政府拟放宽自动驾驶汽车规定。按照过往政策制定与推动来看，美国交通部可以通过国家公路交通安全管理局（NHTSA）颁布规则，国会法案将为自动驾驶汽车的大规模采用铺平道路。当前，特朗普团队正在寻找合适的人选领导美国交通部，以制定监管自动驾驶汽车的政策框架。

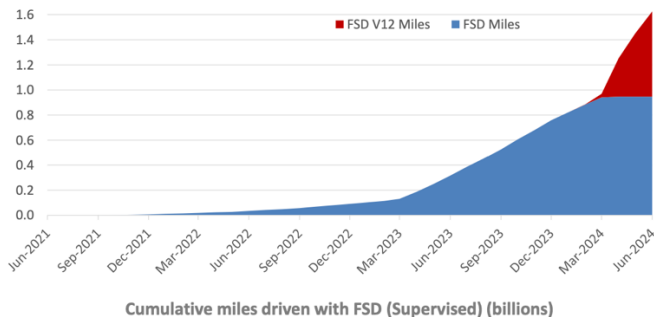
2) FSD 发展情况，无监督 FSD 量产进程

特斯拉为 FSD 技术行业先行者。完全自动驾驶 FSD 技术的目标是让车辆能够独立完成所有驾驶任务，达到 L5 级别的自动驾驶。根据特斯拉 2024 年 Q3 报告，FSD Beta 累计行驶里程已超过 20 亿英里。算力层面，截止 24Q3，特斯拉自建超算中心 AI 算力超过 4 万张英伟达 H100 等效算力，并预计至年底提升至接近 9 万张。**技术升级：**2024 年 12 月，特斯拉正式向部分美国用户推送了 FSD v13 更新。此次更新针对端到端驾驶网络进行了全面



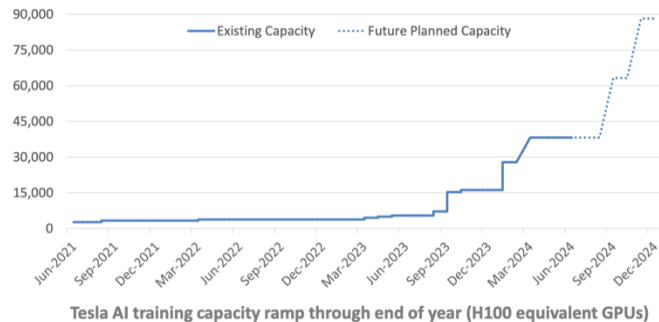
升级，包括全分辨率的 AL4 视频输入、原生 AL4 输入和神经网络架构等，数据规模达到 4.2 倍，训练计算规模为 5 倍，延迟降低 2 倍，还新增了如一键开启 FSD、集成召唤等功能，并对施工路段动态绕行等功能进行了改进。

图表104：特斯拉 FSD 累计行驶里程数



来源：特斯拉财报，国金证券研究所

图表105：特斯拉 AI 算力预测



来源：特斯拉财报，国金证券研究所

软件架构：特斯拉 FSD 采用 BEV+Transformer 架构。BEV+Transformer 方案的整体思路为“输入-提取-转换-融合-时序-输出”，并在这个过程中完成“2D 到 3D 到 4D”的转换。在此基础上，BEV 算法进一步迭代为 Occupancy Networks，更加直接地打造 3D 空间。有别于感知 2D 图像、提取像素转化为 3D 特征，Occupancy Networks 直接感知 3D 空间中的体素，也就是将世界划分为多个大小一致的立方体，快速识别每个体素是否被占用，继而判断车辆是否要躲避。Occupancy Networks 可以在 10ms 内完成计算，感知更高效、结果更精准，将 BEV 空间在高度上进行了进一步扩展。硬件架构：自动驾驶需要高算力芯片支持。FSD 需处理来自车辆的 8 个摄像头、1 个毫米波雷达、12 个超声波雷达等传感器的大量数据，以及神经网络包含众多神经元和连接，需进行海量的乘法运算等复杂计算。因此，特斯拉从 19 年开始使用自研的 FSD 芯片，其中包含高达 60 亿的晶体管，每秒可完成 144 万亿次的计算，能同时处理每秒 2300 帧的图像。

端到端成为车企重点研发方向。自动驾驶的底层操作逻辑始终为环境感知、决策规划、控制执行三个模块，端到端通过大模型将感知、规划和控制三个模块集成起来，消除三者之间的界限，让他们成为一体。特斯拉从 FSD V12 版本开始采用端到端的神经网络架构，直接将传感器数据映射到车辆控制指令，简化了系统架构，提高了信息处理效率和决策准确性。

无人监督 FSD 预计 25 年试点，26-27 年开启大规模量产。马斯克在 2024 年 10 月表示，预计特斯拉将在 2025 年在加州和德州启动无人监督的完全自动驾驶（FSD）功能，在这两个地区的部分 Model 3 和 Model Y 车辆上进行试点。计划在 2026 年或 2027 年开始大规模生产其机器人出租车 Cybercab，这些车辆将没有方向盘或踏板，完全依靠无人监督的 FSD 技术来实现自动驾驶。特斯拉的 FSD 量产进程是在逐步扩展自动驾驶功能的基础上，逐步实现从部分监督驾驶到完全无人监管驾驶的过渡。特斯拉无人监管 FSD 策略：通过 OTA 更新不断提升 FSD 的能力，逐步达到更高级别的自动驾驶。

6.1.2 全球智能驾驶将会加速普及，智驾时代初现曙光

1) 中美欧日韩智能驾驶发展情况

美国：智能驾驶技术发展最为领先的国家。市场参与者：特斯拉、Waymo、Cruise、Aurora 等公司处于自动驾驶技术的前沿。法规方面：美国的智能驾驶发展具有一定的区域差异。联邦层面由 NHTSA 负责指导，但更多的政策制定权属于各州政府。进展：特斯拉的 FSD 系统依赖视觉方案，目前处于 Beta 测试阶段，主要用于城市街道和高速公路的自动驾驶。



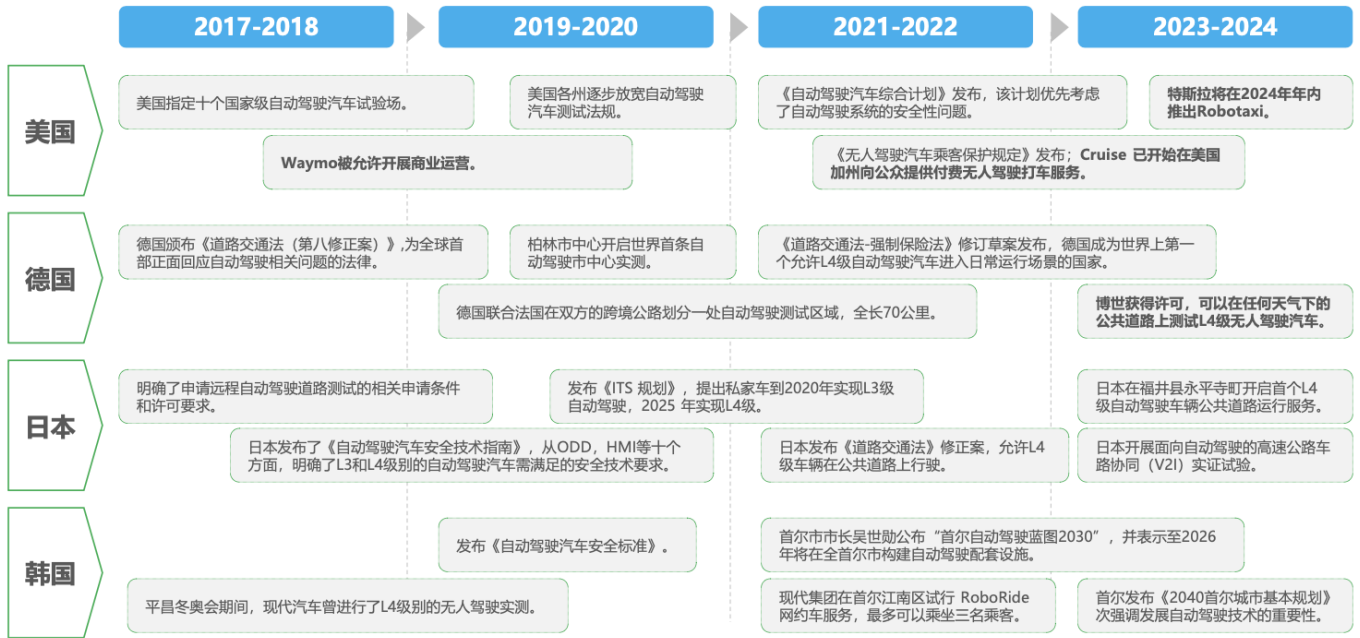
Waymo, Alphabet 公司旗下的自动驾驶部门, 目前每周在凤凰城、在旧金山和洛杉矶提供超过 15 万次出行服务。几个月前 Waymo 的服务量仅为每周约 5 万次, 这意味着短短几个月内, 服务量增长了两倍。Waymo 还积极拓展国际市场, 计划 2025 年初在日本东京测试无人驾驶出租车服务, 与 GO 应用和 Nihon Kotsu 合作, 剑指日本市场。

中国: FSD 入华或带来鲶鱼效应, 带动国内智能驾驶行业发展。中国在智能驾驶技术方面投入巨大, 若 FSD 2025 年入华, 国内智能驾驶行业有望加速发展。市场参与者: 百度 (Apollo)、华为 (HI)、滴滴、百度、整车厂等公司在智能驾驶领域积极布局, 百度的 Apollo 平台在自动驾驶技术中有较大突破。进展: 百度的 Apollo 已在多个城市开始进行无人驾驶出租车的试运营; 天津港 92 台搭载 L4 级自动驾驶技术的人工智能运输机器人在工作; 小鹏汽车紧随特斯拉端到端大模型, 为国内首个量产上车的端到端大模型车企。

韩国: 政策积极推进智能驾驶。在 24 年年底实现 L3 级自动驾驶商业化, 到 2027 年实现 L4 级自动驾驶巴士商业化; 到 2035 年韩国市场推出的一半新车将为 L4 级车型。市场参与者: 现代、起亚等车企在智能驾驶技术研发上投入巨大。进展: 韩国的现代汽车与多个科技公司合作, 推动 L3 和 L4 级别的自动驾驶技术研发。现代的自驾出租车试点和基于 5G 技术的自动驾驶网络都体现了其在智能驾驶技术中的优势。

日本: 注重自动驾驶技术的实用化和场景应用。日本自动驾驶部署路线图主要是针对三种自动驾驶应用的场景, 即乘用车、物流服务和运输服务。市场参与者: 本田、丰田、日产也分别在三个不同领域发力, 其中本田更侧重于自动驾驶汽车, 2021 年推出搭载 3 级的自动驾驶功能的新款车型 LEGEND。丰田更关注配备 4 级自动驾驶技术的通勤班车。日产则专注于自动驾驶出租车, 与服务竞争。进展: L4 级自动驾驶解禁标志着日本在出行领域的重大进展, 尤其在公共交通领域。

图表 106: 各国自动驾驶发展情况



来源: 艾瑞咨询, 国金证券研究所

2) 特斯拉对智能驾驶行业的引领作用

特斯拉鲶鱼效应入局, 高阶智驾定义新一轮竞争格局。特斯拉的自动驾驶技术是目前市场上最先进的智能驾驶系统, 尤其在硬件平台、深度学习算法、感知系统等方面。特斯拉端到端实现标杆效应, 带动国内厂商跟进: 特斯拉 FSDV12 采用的端到端方案后, 带动国内车企和厂商纷纷转向, 加码端到端自动驾驶技术的研究, 小鹏汽车、蔚来、理想汽车、长



城汽车、奇瑞汽车、华为、地平线、商汤绝影、元戎启行等多家车企及供应商，先后推出了面向量产的“端到端”自动驾驶解决方案和车型。小鹏汽车是最早跟进特斯拉布局端到端技术的企业，在这条技术路线的投入上非常坚决；理想汽车也在10月23日开启了“端到端+VLM”的全量推送，端到端有望带来智能驾驶新一轮的变革。

图表107: 各家车企自动驾驶情况梳理

		特斯拉	小鹏汽车			小米汽车		理想汽车		蔚来汽车
		FSD	2024 XNGP Max	2024 XNGP Max	2024 XNGP Max	Xiaomi Pilot Pro	Xiaomi Pilot Max	理想智能驾驶AD Pro	理想智能驾驶AD Max	NIO Aquila
车型	搭载车型	Model Y	Mona M03-515	Mona M03-620	Mona M03-580 Max	SU7	SU7 Pro、SU7 Max	L6789 Pro	L6789 Max、L7 89Ultra、Mega	ES6、ET5T
	起售价		119,800	129,800	155,800	215,900	245,900	249,800	279,800	29800
硬件	智能驾驶芯片	HW	-	-	英伟达Orin-X*2	英伟达 OrinX*1	英伟达 OrinX*2	地平线征程 5芯片 x1	NVIDIA DRIVE Orin-X x2	NVIDIA DRIVE Orin X*4
	芯片算力	720TOPS	-	-	508TOPS	84TOPS	508TOPS	128TOPS	508TOPS	1016TOPS
	激光雷达	-	-	-	-	-	1	-	1	1
	毫米波雷达	1	2	2	3	1	3	1	1	5
	超声波雷达	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	摄像头	8	8	8	12	11	11	10	11	13
算法	方案	纯视觉	纯视觉	纯视觉	纯视觉	纯视觉	纯视觉+激光雷达	纯视觉	纯视觉+激光雷达	纯视觉+激光雷达
	架构算法	端到端模式	端到端：神经网络XNet+规划大模型XPlanner+大语言模型Xbrain			BEV+Transformer+占用网络		端到端+VLM（视觉语言模型）双系统		加入世界模型的端到端
软件	是否收费	64000元	免费			免费		免费		8160元/年
	无图NOA	否	是			是		是		否

来源：懂车帝，各车企官网，国金证券研究所

鲶鱼效应促进竞争发展：特斯拉 FSD 入华有望复制其在电动车领域的鲶鱼效应，加速国内智能驾驶行业的产业化进程，带动本土智能驾驶整车厂和供应链的发展，促使国内车企加快端到端大模型上车进度。同时带动了智能驾驶产业链，包括芯片、传感器、域控制器、线控底盘等零部件供应商的成长，以及相关软件和服务提供商的发展。智能驾驶商业模式：FSD 付费-特斯拉开创智能驾驶软件付费模式，在北美地区提供 FSD 的订阅和买断两种付费模式，通过持续提升 FSD 价格和宣传其功能，成功推动了软件的销售，为智能驾驶行业的商业模式创新提供了借鉴。自动驾驶出租车与共享经济-若无人驾驶出租车进入市场，将彻底改变现有的出行模式，推动智能驾驶技术的大规模商业化；同时探索特斯拉还在探索共享出行平台的可能性，车主可以将自己的车辆共享给其他人使用。

3) 2025 年伴随中美两国高阶智驾的大规模商业化，智能驾驶时代初现曙光

特斯拉、Waymo、百度、滴滴等企业的技术突破和市场推广，将推动自动驾驶从试验阶段进入实际应用，并实现多个领域的商业化落地。政策方面：国内外智能驾驶政策频出，利好行业发展。2024 年 6 月，中国工信部发布《四部门有序开展智能网联汽车准入和上路通行试点》的通知，并公布了 9 家首批智能网联汽车准入和上路通行试点联合体，包括比亚迪、长安等车企和使用主体，这标志着我国 L3/L4 级自动驾驶上路的政策支持进一步完善。



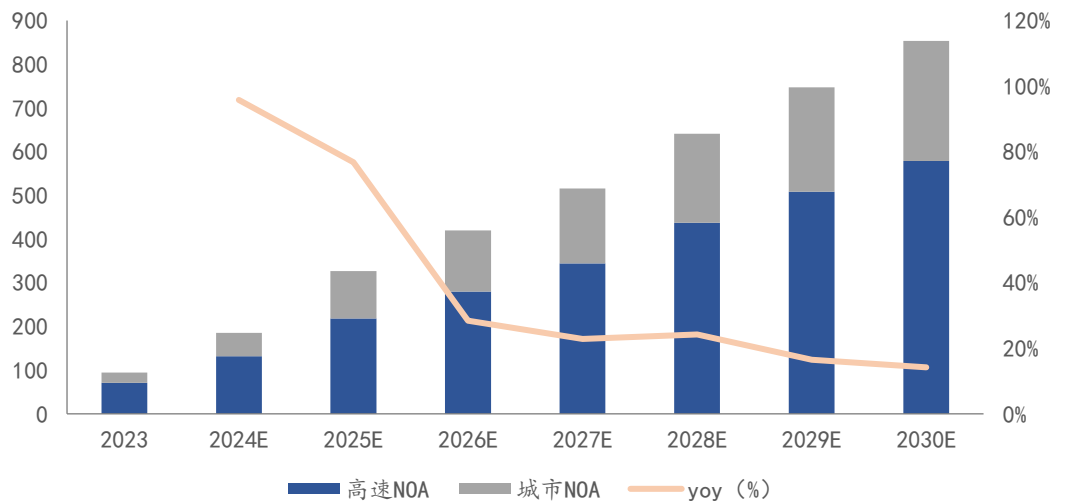
图表108: 国内智能驾驶政策梳理

时间	文件	内容
2023年7月	《国家车联网产业标准体系建设指南(智能网联汽车)(2023版)》	提出到2025年,系统形成能够支撑组合驾驶辅助和自动驾驶通用功能的智能网联汽车标准体系;2025-2030年,全面形成能够支撑实现单车智能和网联赋能协同发展的智能网联汽车标准体系
2023年11月	《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》	四部委联合发布,标志着自动驾驶道路试点有望逐步在全国范围内开展,推动乘用车L3和出行服务L4的技术和商业模式发展,并加速落地
2024年	《“数据要素X”三年行动计划(2024-2026年)》	2024年发布,为无人驾驶行业的发展提供了明确、广阔的市场前景,为企业提供了良好的生产经营环境
	《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》	工业和信息化部、公安部、住房和城乡建设部、交通运输部组织专家对首次集中申报的方案进行了初审和择优评审,研究确定了9个进入试点的联合体

来源: 中国政府网, 湖南省人民政府, 国金证券研究所

2025有望成为高阶智驾元年: 受纯视觉方案带来的降本影响, 搭载城市NOA功能的车型售价进一步下探至20万元以下, 从而带动高阶智驾车型的快速放量, 如MONA 03、小鹏P7+。据亿欧智库调查结果, 2023年, 在体验过或使用过高速NOA功能的用户中, 41.1%的用户将其视为主要的购车参考因素, 而51.8%的用户仅将其视为影响购车的参考因素之一。对于城市NOA功能, 其发展尚未达到高速NOA功能的成熟度, 体验过该功能的用户当中, 28.1%的用户将其视为主要的购车参考因素; 65.6%的用户将其视为影响购车参考因素之一。2025年预计将有更多20万元以下车型搭载城市NOA功能, 2025年有望成为高阶智驾元年。在渗透率提升的行业趋势下叠加自动驾驶政策放开预期, FSD入华等催化下, 预计自动驾驶在2024年迎来拐点, 2025年智能驾驶时代初现曙光。

图表109: 高速城市NOA车型销量



来源: 盖世汽车, 国金证券研究所



图表110: 美国 Robotaxi 行业进展



来源: 腾讯网, 极目新闻, 第一电动网, 金融网, 电子工程世界, 国金证券研究所

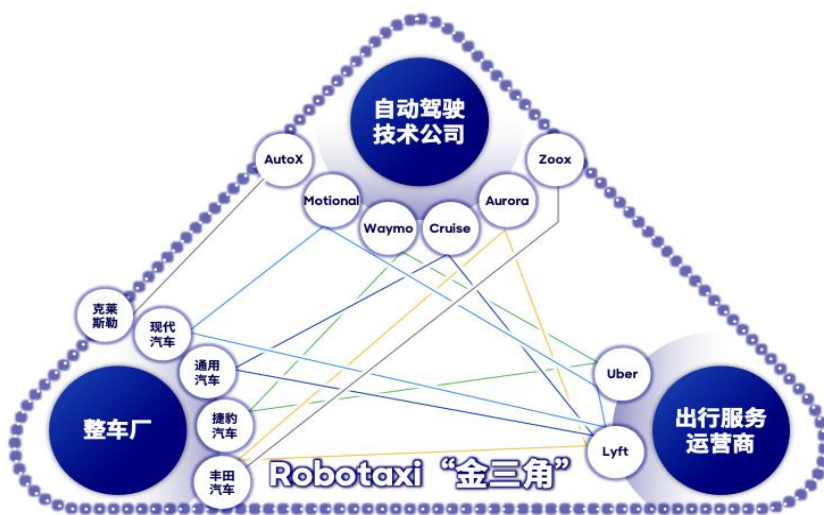
生态模式: 推出“金三角”生态合作关系。在产业链合作方面, Waymo 的商业模式转型让其他行业跟随者相继效仿, 行业玩家在美国纷纷开启技术+整车+平台的三角作模式, 车企、算法和运营商有望构成三角模式, 基于各自的长处互补, 确定分工和捕捉产业链价值。三角模式展开如下。

车企: 负责车辆的设计、制造和更新, 确保车辆的安全性和可靠性, 提供用于无人出租车的车辆平台。

算法: 专注于自动驾驶技术的研发, 包括软件算法、感知系统、控制系统等, 负责提供无人驾驶解决方案, 确保车辆能够自主导航和应对各种交通情况。

运营: 负责无人出租车的日常运营管理, 包括调度、客户服务和市场营销等。它们通过现有的打车平台或专用的无人出租车服务平台来吸引乘客。

图表111: 无人出租车业务三角模式



来源: 罗兰贝格, 国金证券研究所

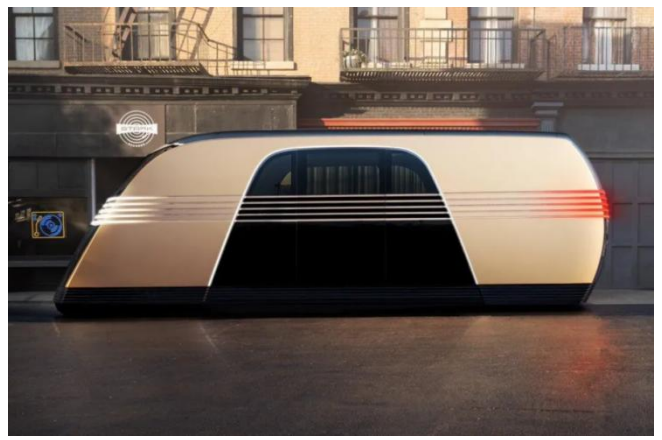
特斯拉 Cybercab 的发布, 有效拉动 Robotaxi 行业进程发展。特斯拉在 2024 年 10 月 10 日的 We, Robot 发布会上发布了 Robotaxi 车型 Cybercab, 采用两座布局, 完全取消了方向盘和加速/制动踏板等部件, 仪表盘仅配备一块大尺寸悬浮式中控屏, 预计将于 2026 年-2027 年大规模量产。在成本上, Cybercab 的运营成本控制在每英里约 0.2 美元左右, 整车合计成本预计将低于 3 万美元 (约合 21 万人民币), 并考虑使用感应充电技术来进一步减少运营复杂性。同时推出无人驾驶厢型车 Robovan: 采用前卫的非常规造型, 底盘离地间隙极低, 前脸及车尾配备多条灯带, 并贯穿车身侧面, 车身一侧配备大型侧滑门,



车内设有 14 个座位，至多可搭载 20 名乘客，并具备载货能力。目前特斯拉官方尚未公布 Robovan 的量产时间等详细信息。

图表112: 特斯拉 CyberCab 外观图示

图表113: 特斯拉 Robovan 外观图示



来源：易车，国金证券研究所

来源：车家号，国金证券研究所

特斯拉 Cybercab 多方面推动行业发展：1) 技术创新：特斯拉 Robotaxi 基于其纯视觉自动驾驶系统（FSD）进行研发。这种端到端的算法设计挑战了当前主流的多传感器融合方案（如 Waymo 的 Lidar+Radar），推动了低成本、高性能的自动驾驶技术发展。这种创新为行业提供了新的技术思路，可能降低 Robotaxi 普及的整体成本。2) 新商业模式开拓：Robotaxi 需要克服高昂的前期开发成本和技术投入，实现长期盈利的商业化运营模式至关重要。特斯拉提出了新的商业模式-共享经济模式，允许个人车主将车辆加入 Robotaxi 网络，这种模式有望降低运营成本，但需保证车辆质量和一致的用户体验。3) 增强公众接受度与宣传：特斯拉作为行业领头羊吸引公众和投资者的广泛关注。通过宣传其 Robotaxi 计划，进一步让消费者熟悉自动驾驶技术。

Robotaxi 成本持平的商业拐点加速到来。成本是 Robotaxi 商业化落地最大的影响部分，随着自动驾驶技术的进步和算法的迭代，无人车运营的数据积累、造车成本和运营服务成本均将呈下降趋势，为 Robotaxi 大规模商业化提供经济效益支撑。**Robotaxi 商业模式的成本拐点，是基于服务成本和传统出行方式（如网约车）持平的临界点。**加速这一拐点的到来主要依赖技术进步、规模经济、政策支持等多方面的因素。成本的持平对 Robotaxi 行业的发展至关重要，一旦成本接近甚至低于现有方式，用户需求将大幅增加，推动商业化进程加速落地。

图表114: Robotaxi 商业化面临的挑战



来源：罗兰贝格，国金证券研究所

整车购车成本与安全员成本是目前 Robotaxi 占比较高的部分。整车成本：特斯拉的 Cybercab 预计会在 3 万美元左右，相比传统出租车或网约车的购车成本更低，尤其是在规模化生产后，生产成本有望进一步降低。**运营成本**：根据马斯克设想，若未来无人驾驶车队的运营可以做到由一个人来管理 10-20 辆车，人力成本的大幅降低，是特斯拉宣称每



英里 0.2 美元的关键因素。假设一辆 Cybercab 每英里 0.5 美元、每天运营 250 英里 (Uber 司机每天运营 150-250 公里)，一年运营 300 天计算，一辆车一年的营收是 3.75 万美元。成本端，按照折旧、运营、保养费用计算，年成本在 3.37 万美元左右。在整车成本以及运营成本有效控制下，Robotaxi 有望尽快实现成本持平。

图表115: Robotaxi 营收端测算

营收端	
购车成本 (万美元)	3
使用年限 (年)	5
电费美元/天	1.16
运营成本/每公里	0.3
定价 (美元) /公里	0.5
运营公里/天	250
运营天数	300
运营公里/年	75000
营收 (万美元)	3.75

来源: 财联社, 智能车参考, 快科技, 国金证券研究所测算

图表116: Robotaxi 成本端测算

成本端	
折旧 (万美元)	0.6
保养成本 (万美元)	0.14
运营成本 (万美元)	2.25
保险费用 (万美元)	0.20
电费 (万美元)	0.03
合计 (万美元)	3.22

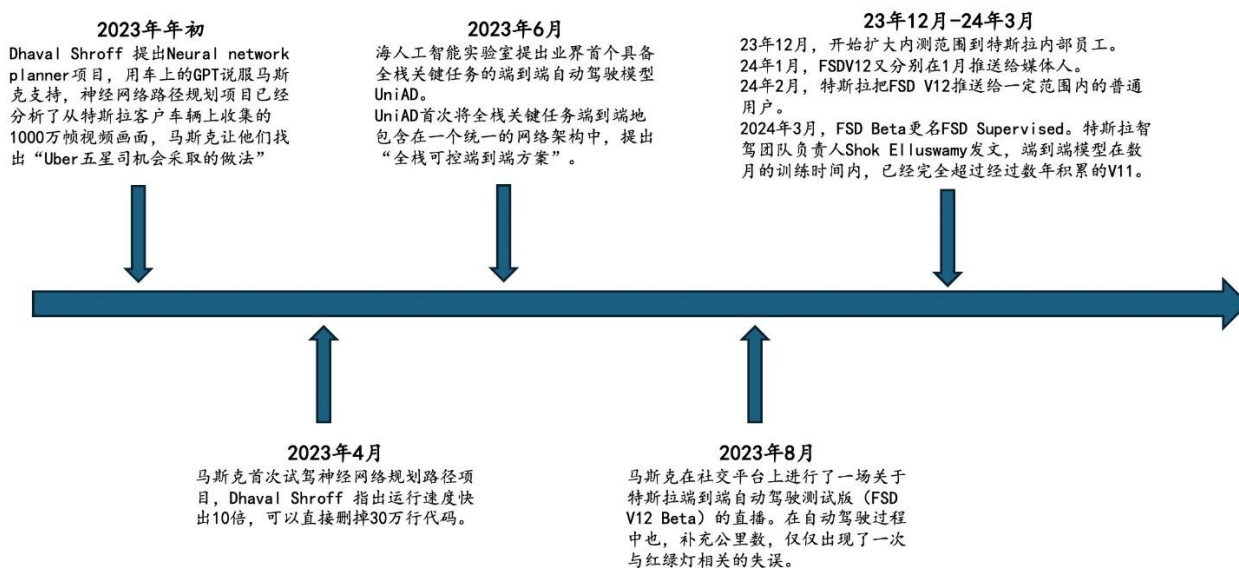
来源: 财联社, 智能车参考, 快科技, 国金证券研究所测算

6.2 产业与政策共振 国内智能驾驶渗透率有望大幅提升

6.2.1 重磅玩家到来, 高阶智驾渗透率有望加速提升

作为全球相对领先的智能驾驶系统, 特斯拉 FSD 已完成在北美市场的推送使用。23-24 年特斯拉 FSD 飞速发展, 并最终在北美市场实现落地: 1) 2023 年 9 月, 马斯克在硅谷帕洛阿尔托 (Palo Alto) 的街道上直播测试特斯拉全自动驾驶测试版 V12 (FSD Beta V12); 2) 2023 年 11 月, 特斯拉确认, V12 版本已开启对内部员工的推送; 3) 2024 年 3 月 31 日, 特斯拉向美国部分用户推送 FSD V12 (Supervised) 版本, 正式实现 FSD 在美国市场的落地; 随后在 4 月, 特斯拉在全美开通 FSD 短期免费试用活动。为刺激 FSD 的开通率, 6 月, 特斯拉将 FSD 买断费用从 1.2 万美元下调至 8000 美元, 将订阅制费用从 199 美元/月下调至 99 美元/月。

图表117: 特斯拉端到端与 FSD 发展历史



来源: 网易, 42 号车库, 车家号, 36 氪, 国金证券研究所

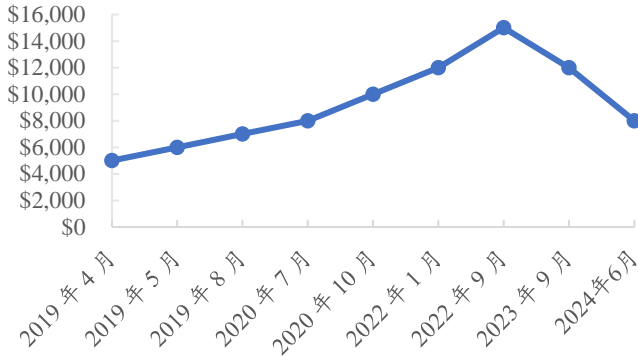
FSD V13 版本正式推送, 相对 V12 将有重要提升。12 月 1 日, 特斯拉正式开始向车主 (非员工) 推送 FSD V13, 此前的相对 V12.5 版本, 主要提升在于: 1) 需要人工干预之前的行驶里程提升了 5 到 10 倍; 2) FSD V13 利用了 AI4 摄像头的原生分辨率, 比 HW3 的分辨



率高出 4.5 倍，同时帧率提升到 36 Hz。3) AI 模型大小增加了三倍，训练数据规模也扩大了 4.2 倍，得益于特斯拉的 Cortex 训练超级集群；4) 加入了对音频信号的识别功能、并进一步整合了停车和倒车功能。

图表118: 特斯拉 FSD 价格发展历史

图表119: FSD V13 相对 V12 进步明显



FSD (Supervised) v13 upgrades every part of the end-to-end driving network.

INCLUDES:

- 36 Hz, full-resolution AI4 video inputs
- Native AI4 inputs and neural network architectures
- 4.2x data scaling
- 5x training compute scaling (enabled by the Cortex cluster)
- Reduced photon-to-control latency by 2x
- Speed Profiles on both City Streets and Highways
- Start FSD (Supervised) from Park with the touch of a button
- Integrated unpark, reverse, and park capabilities
- Improved reward predictions for collision avoidance
- Improved camera cleaning
- Redesigned controller for smoother, more accurate tracking
- Dynamic routing around road closures, which displays them along an affected route when they are detected by the fleet

UPCOMING IMPROVEMENTS:

- 3x model size scaling
- 3x model context length scaling
- Audio inputs for better handling of emergency vehicles
- Improved reward predictions for navigation
- Improvements to false braking and slower driving in parking lots
- Support for destination options including pulling over, parking in a spot, driveway, or garage
- Efficient representation of maps and navigation inputs
- Improved handling of camera occlusions

来源：特来讯，国金证券研究所

来源：网易，国金证券研究所

1) FSD 入华进展及对行业的促进作用

FSD 入华将有望引发国内智驾认知质变。马斯克在 2024 年 7 月的 24Q2 财报电话会议上表示，将在中国市场推出 FSD。2024 年 9 月 5 日，特斯拉在 X 平台上发布路线图，预计 2025 年第一季度在中国和欧洲推出全自动驾驶 (FSD) 系统，但仍有待监管批准。虽然其入华面临数据存储、寻找合作伙伴、法规监管等问题，仍需时间，但仍有望在 2025 年年内落地。

FSD 入华将产生鲶鱼效应搅动市场。1) FSD 入华唤醒市场智驾认知，加速智驾发展。作为头部智驾厂商，鲶鱼效应下头部国产智能驾驶厂商和零部件供应商有望受益。2) FSD 赋能特斯拉产品力，提振国内特斯拉销量，特斯拉供应链有望持续受益。

在特斯拉的带动下、2024 年国内厂商纷纷跟进，华为、小鹏等公司随即宣布端到端系统研发计划，头部厂商已在 24 年内实现落地，智驾路径向端到端收敛。FSD V12 Beta 是全球第一个实现“端到端”的 AI 自动驾驶系统 (Full AI End-to-End)。在此之前，传统智能驾驶系统以模块化设计为主，简单可以分为感知、预测、决策、控制四个模块，具体细分通常包含三四十个模块，各个功能都是单独开发并集成到车载车辆中。这种模式其存在着诸多问题：架构复杂、优化难度大、研发成本随模块增加而上升，同时系统泛化能力有限，难以适应大规模产品化和多样化场景，算法与软硬件的深度绑定也限制了其兼容性。而端到端技术通过单一系统实现从感知到控制的直接映射，消除了传统系统中的模块间界限，简化了架构并提升了性能。端到端系统能够整合来自不同传感器（如摄像头、雷达、激光雷达等）的信息，避免了传统系统中因信息分割而导致的决策不准确或延迟。同时直接从感知数据映射到控制动作，省略了复杂的预处理和特征工程。通过学习大量的驾驶场景，端到端自动驾驶能够自适应不同的道路条件和交通情况。由于其决策过程是基于实时数据的，因此能够快速响应突发状况。



人驾驶的出行服务，标志着我国自动驾驶将迎来高速增长拐点，有望在全球竞赛中占据领先地位。

1) 国内 Robotaxi 行业现状: 萝卜、小马、文远三足鼎立，滴滴有望后来居上

➤ 萝卜快跑: Apollo 大模型加持，降本增效持续推进，营收拐点将至

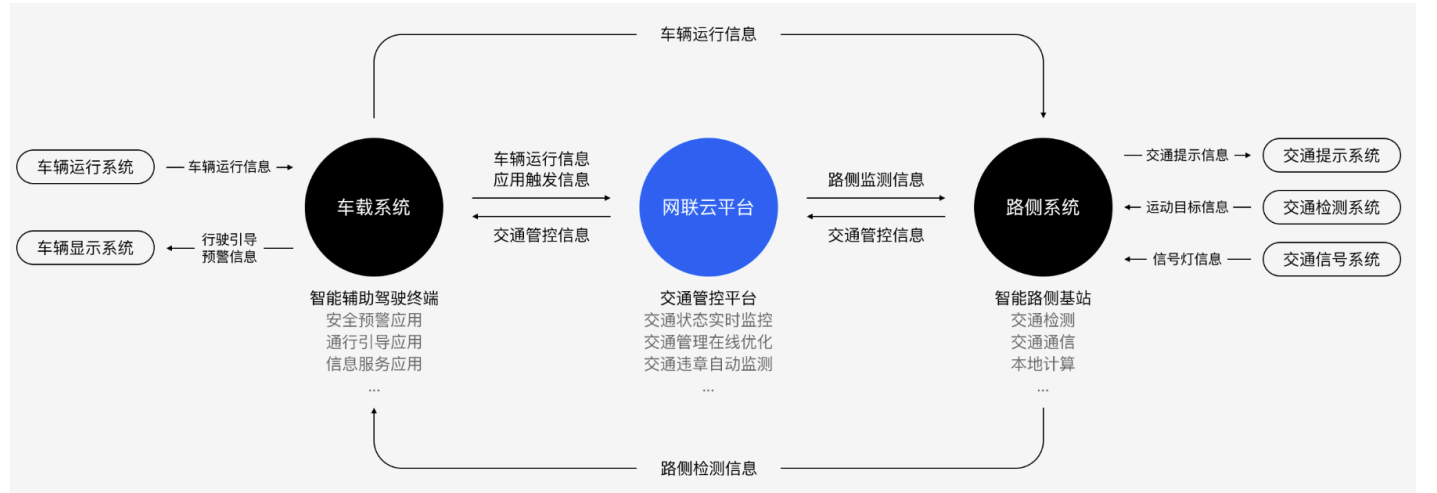
高精度地图是萝卜快跑实现无人驾驶的关键技术之一。高精度地图不仅需要包含道路的精确定义几何信息，如车道线、路缘、交通标志等静态元素，还要涵盖动态信息，如临时施工、交通流量等。在构建过程中，通常会利用激光雷达、相机等多源传感器数据进行三维重建，并结合无人机航拍和地面车辆采集的高分辨率图像进行精细化标注。

百度 Apollo 在高精地图方面拥有全球领先的经验沉淀。百度内部智图和智驾深度协同，按照智驾功能定义高精地图产品，已在 30 城实现了 Robotaxi 的无人化运营，解决各类中国特色驾驶场景，并沉淀至地图产品。截至 23 年第一季度，百度旗下自动驾驶出行服务平台“萝卜快跑”订单量已超 200 万，其中全无人自动驾驶车队已驶入北京、武汉、重庆三城，是首家在全国多个城市开展全无人自动驾驶运营的企业，这离不开高精地图的泛化落地。

百度在 2018 年 9 月宣布正式开源 Apollo 车路协同方案，并与千方科技签订合作协议，合作推出 V2X 车路协同解决方案。目前，Apollo V2X 车路云协同技术能够为城市交通提供全域感知能力：

- 对象级识别：对所有交通参与者进行感知理解，感知精度达到亚米级，所提供路侧感知信息可与高级别自动驾驶实现决策闭环；
- 超视距感知：路侧设备采集全局路网图像，播发全量车辆位置、速度等信息，有效扩大车辆视距，避免感知盲区；
- 毫秒级计算：为 L4 级自动驾驶车辆在多场景下测试提供全量、连续、多模态的低时延数据服务；
- 全域级控制：通过城市级全时空动态交通信息采集与云端融合，为交通参与者和管理者实现全局最优的协同控制能力。

图表122: 百度 Apollo V2X 车路云协同技术



来源：百度 Apollo 官网，国金证券研究所

目前萝卜快跑的商业化进程进入新阶段。2024 年 5 月，百度 Apollo 在武汉百度萝卜快跑汽车机器人智行谷举办 Apollo Day 2024，全方位展示百度十年深耕自动驾驶的重大进展，萝卜快跑第六代无人车在活动现场发布。整车成本方面，萝卜快跑第六代无人车整车成本相较于五代车下降 60%，价格只需要 20 万；运营成本方面，随着萝卜快跑无人车自动运营网络完成建设，运营成本将降低 30%；服务成本方面，通过自动驾驶技术和人车舱效率的持续优化，服务成本将降低 80%。在收入侧，数据显示，萝卜快跑在全国已完成超 600 万次的出行服务。在武汉，目前萝卜快跑的服务面积已超过 3000 平方公里，覆盖 770 万人口。今年年初，随着时空覆盖和运营效率的大幅提升，萝卜快跑营收增长了 9 倍，亏损减少了一多半。随着千台第六代无人车陆续投入使用，萝卜快跑的营收增长速度预计会进一步加速，接近收支平衡的临近点。百度 Apollo 的目标是到 2024 年底，萝卜快跑在武汉实现收支平衡，并在 2025 年全面进入盈利期，成为全球首个实现商业化盈利的自动驾驶



出行服务平台。

图表123: 萝卜快跑第六代无人车亮相 Apollo Day



来源: 武汉市经开区官网, 国金证券研究所

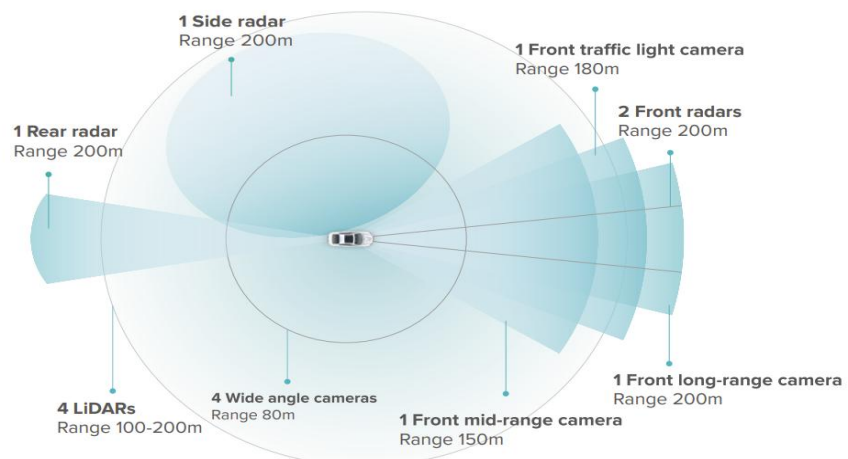
➤ 小马智行: 混合解决方案构建感知&预测模块, 商业模式多样构筑差异化壁垒

小马智行是一家中国无人驾驶公司, 于 2016 年底在美国硅谷成立, 在美国硅谷、广州、上海等地设有研发中心, 目前 Robotaxi 运营地区包括北京、上海、广州、深圳四座一线城市, 车队规模尚无数据, 据 2024 年 4 月最新消息, 公司与丰田中国、广汽丰田共同成立合资公司: 骐丰智能科技(广州)有限公司, 在第一期将向中国市场投放千台规模的铂智 4X 自动驾驶车辆。

Robotaxi 方面, 小马智行已在北京、上海、广州、深圳获得运营许可, 并运营超过 250 辆无人驾驶出租车。其中, 北京、广州、深圳已经开始全无人驾驶服务商业收费。截至 2024 年 6 月 30 日, “小马智行 (PonyPilot)” 移动 App 的注册用户数量超 22 万, 并通过高德地图、如祺出行等第三方平台提供服务。截至 2024 年 10 月, 小马智行自动驾驶测路里程已累计近 4000 万公里, 其中无人化自动驾驶测试里程近 400 万公里。小马智行方面预计, Robotaxi 业务在 2025 年实现单车运营毛利由负转正。

图表124: 小马智行自动驾驶汽车搭载多种传感器

Sensors



来源: 小马智行官网, 国金证券研究所

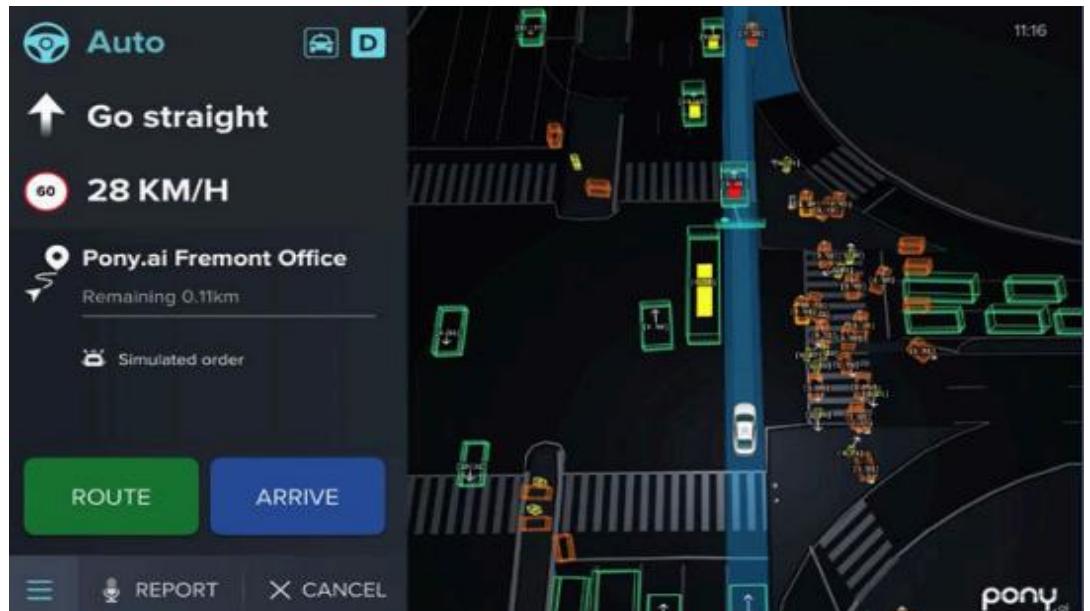
小马智行利用混合解决方案构建感知&预测模块, 提高保真度和准确性。通过感知模块自动驾驶汽车能够看到和理解自动驾驶汽车周围的世界, 公司通过融合、处理传感器和高清地图收集的数据来做到这一点。感知模块负责对象分割、检测、分类和场景(即事件)理解。因此, 感知模块的保真度和准确性对于自动驾驶汽车的安全运行至关重要。为了确保性能, 公司利用混合解决方案, 该解决方案结合了深度学习和启发式方法的优点, 以处理、



优化和使用传感器和高清地图收集的数据。这种混合方法允许在密集和复杂的环境中进行高置信度和准确的检测、分类和跟踪。此外，我们使用传感器融合来优化数据使用，这反过来又提高了感知模块的整体可靠性。

小马智行的预测模块同样混合使用深度学习和启发式方法来实现快速学习和适应。这对于自动驾驶系统来说尤为重要，因为全球车队每天都会生成大量的道路数据。公司能够充分利用这些道路场景的广度和多样性，以远远超过人类驾驶员的速度来完善和提高预测能力。

图表125: 小马智行预测模块示意图



来源：小马智行官网，国金证券研究所

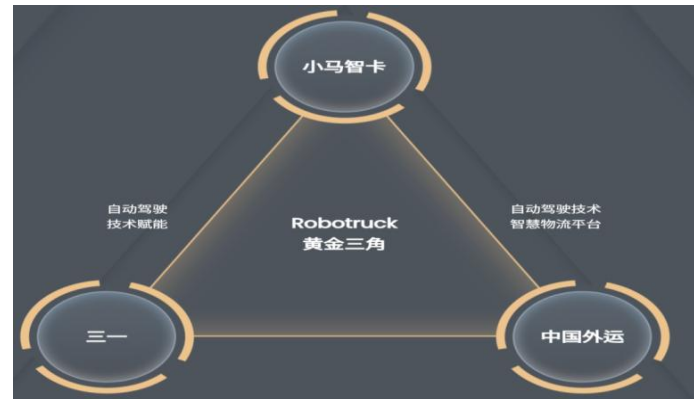
公司目前商业化进程顺利，Robotaxi & Robotruck 同步推进。公司以“虚拟司机”技术为主干，搭建起三大核心业务：自动驾驶出行服务、自动驾驶卡车、乘用车智能驾驶业务，其中后两个核心业务与竞争对手形成差异。

自动驾驶卡车业务方面，小马智行与中国外运、三一集团达成战略合作，联手打造智慧物流“技术+车辆+场景”的合作框架。小马智行于2024年4月开始携手中国外运及外运物流开启真实商业货运服务，实现北京-天津往返的L4自动驾驶重卡干线物流，首批货运商品以快消品为主。截至目前，小马智行在此干线物流路线上已完成真实货运订单近500个TEU（标准集装箱单位），累计自动驾驶里程超45000公里。

公司于2023年开启乘用车智能驾驶业务，在软件、硬件以及数据三方面提供服务。1) 公司推出三款驾乘体验一流的智能驾驶方案：PonyClassic, PonyPro 以及 PonyUltra，提供差异化的参考硬件配置；2) 推出车规级自动驾驶域控制器，目前公司三款产品均基于NVIDIA DRIVE Orin 芯片，域控制器已通过汽车功能安全 ASIL-D 开发流程认证与国际质量体系认证；3) 推出自动驾驶数据闭环工具链，可覆盖两大核心需求，一是研发测试阶段的全量数据闭环，二是量产阶段基于影子模式的数据闭环。

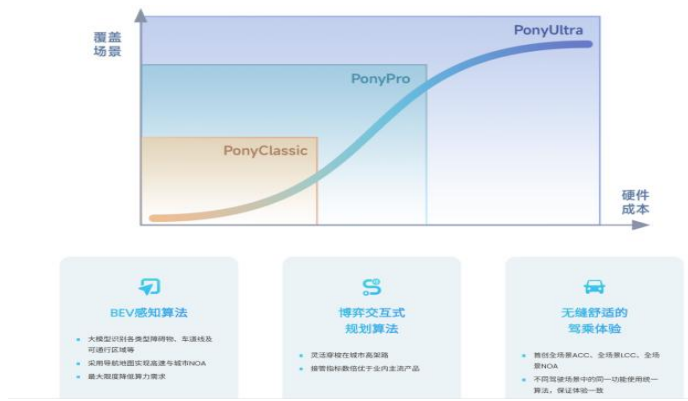


图表126: 小马智行参与构建行业首个“技术+车辆+场景”黄金三角



来源: 小马智行官网, 国金证券研究所

图表127: “小马识途”智能驾驶解决方案



来源: 小马智行官网, 国金证券研究所

图表128: “方载”自动驾驶域控制器



来源: 小马智行官网, 国金证券研究所

图表129: “苍穹”自动驾驶数据闭环工具链



来源: 小马智行官网, 国金证券研究所

► 文远知行:业务扩张能力出色, 产品多样商业化进程迅速

文远知行成立于2017年, 是一家中国自动驾驶科技公司, 目前已在全球7个国家30个城市开展自动驾驶研发、测试和运营, 运营天数超1600天, 是唯一拥有中国、美国、阿联酋以及新加坡四地自动驾驶拍照的科技企业, 目前暂无车队规模数据。

公司拥有冗余感知, 精准优化算法, 高效率仿真平台的技术储备。公司采用先进的感知框架, 通过冗余的双感知路径, 以保证更好的精度。通过利用大量的真实交通数据进行训练, 公司获得了强大的深度学习预测模型。在路径规划层面采用“搜索与优化”的方法。在车辆控制层面能够以厘米级的精度, 准确、安全、高效地控制自动驾驶车辆。仿真平台采用高保真、高精度的物理模拟, 通过安全、经济、可拓展的方式提供补充训练。

公司目前的产品主要有自动驾驶出租车、自动驾驶小巴、自动驾驶货运车、自动驾驶环卫车以及高阶智能驾驶解决方案五种。



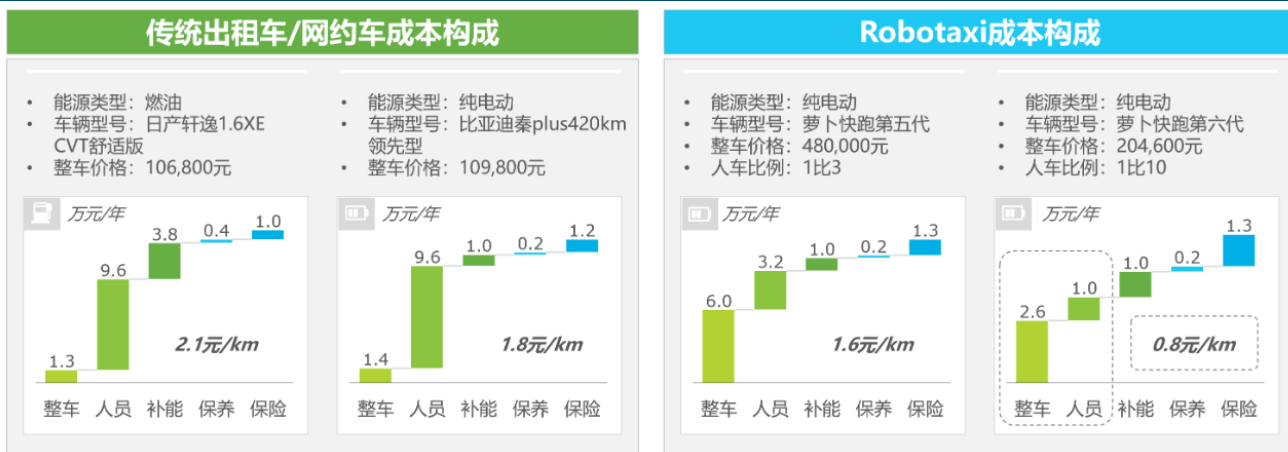
驶技术方案。

2) 国内 Robotaxi 行业成本分析:商业拐点明年到来

Robotaxi 商业模式跑通,其核心在于成本。成本的下降主要可以分为两大板块:1) Robotaxi 单车成本的大幅下探;2) 云代驾模式对于人力成本等运营成本的大幅缩减。即使叠加平台需要承担的其他各项成本,在成本上仍优于传统网约车:

1、传统网约车商业模式:核心在于人力成本,即司机分摊。人员方面,《自动驾驶汽车运输安全服务指南(试行)》指出在指定的区域运营时可使用远程安全员,远程安全员人车比不得低于1:3,相比于每辆车都需配备随车安全员而言,已经实现了大幅降本;同时随着远程监控和自动驾驶技术的提升,预计在5年内远程安全员数量将实现显著下降。据初步测算,假设人车比例1:10,Robotaxi 单车成本为20.46万元,每公里成本将降至0.8元,大幅提升Robotaxi 单车盈利能力。

图表131: 扩大规模、实现量产成为 Robotaxi 企业降本的必经之路



来源: 艾瑞咨询, 国金证券研究所测算

2、Robotaxi 商业模式打通关键在于未来单车成本下降。主要体现在4个方面:1) 激光雷达降本趋势明显,拉动智驾硬件系统成本走低;萝卜快跑第六代车型激光雷达由机械式转向半固态+纯固态补盲组合,在量产前提下整车可降至20.46万元,在传感器数量增加前提下的成本的降低显而易见。2) 换电模式免除电池供应成本;3) RT6由百度设计并由江铃汽车代工,相比RT5由合作伙伴测采买后改装,略去了由整车厂赚取的单车毛利,节约了整车采买成本。4) 基于应用场景高度定制,零部件上降本明显。同时云代驾的普及带来人力成本的下降,可以加速商业模式的跑通。

3、云代驾普及也是 Robotaxi 在成本角度跑通的重要因素。滴滴平台的成本核心在于人力,相比而言,Robotaxi 可以通过云代驾降低人员使用。

图表132: 硬件方案带动整车成本下探

	激光雷达	摄像头	毫米波雷达	超声波雷达	平台算力
萝卜快跑第五代	2	13	5	12	800TOPS
萝卜快跑第六代	8	12	6	12	1200TOPS
小马智行第六代	7	11	5	0	较上代提升30%
文远知行	7	12	-	-	250~500TOPS
AutoX 第五代	6	28	8	-	2200TOPS

来源: 艾瑞咨询, 国金证券研究所测算

3) 国内 Robotaxi 发展预测

我们认为关键算法&技术的先进性和车队规模是公司赢得 Robotaxi 领域竞争的关键。

1) 自动驾驶技术的核心在于算法和技术的先进性,这直接决定了 Robotaxi 的安全性、舒适性、效率以及应对复杂场景的能力。先进的技术可以确保车辆在复杂多变的道路环境中稳定运行,减少事故风险,提升用户体验。先进的技术可以带来更好的用户体验。例如,更精准的导航、更平稳的驾驶、更智能的交互等都能提升用户的满意度和忠诚度。这对于



Robotaxi 服务来说至关重要，因为用户体验直接关系到用户的复购率和口碑传播。

我们认为特斯拉、百度 Apollo 的关键算法&关键技术具备一定的先进性。特斯拉是首个实现“端到端”神经网络量产上车的企业，实现了感知、决策、规划相融合，在模型简化、提高效率方面具有先进性；百度 Apollo 成功开发全球首个自动驾驶大模型 Apollo ADFM，兼顾技术的安全性和泛化性，为公司商业化迅速发展奠定坚实基础。

2) 车队规模是衡量公司在 Robotaxi 领域市场占有率的重要指标。车队规模越大，意味着公司能够覆盖更多的服务区域，满足更多用户的需求，从而提升品牌影响力和市场竞争力。车队规模的扩大还能带来更多的行驶数据和用户反馈。这些数据是优化算法、提升技术性能的重要资源。通过不断积累和分析数据，公司可以更加精准地理解用户需求和市场变化，为技术创新和产品开发提供有力支持。

我们认为萝卜快跑平台、Waymo 在车队规模具备一定优势，小马智行具备良好的潜力。目前萝卜快跑在武汉大约投放了 700 台车，其中 500 台左右的车用于载客运营；在长沙投放了不到 60 台车；在北京大约投放了 1000 台车，其中 400~500 台车用于载客运营。Waymo 目前拥有约 700 辆无人驾驶汽车，并运营着美国唯一的商用无人驾驶出租车服务——Waymo One，年内已完成了 400 万次付费服务。

图表133: 中美 Robotaxi 主流公司情况概览

企业	服务地区	累计订单数	服务人数	累计里程
Waymo	美国加州南湾	1.79 万	N/A	39.6 万公里
	美国亚利桑那凤凰城	N/A	10 万+	N/A
Uber	N/A	N/A	N/A	N/A
Pony. ai	中国广州	7 万+	N/A	N/A
	美国加州	5252	数百位	>9 万公里
AutoX	美国加州	N/A	N/A	1898 公里
WeRide	中国广州	8396	4683	4.1 万公里
Lyft	美国拉斯维加斯	>10 万次付费服务	N/A	N/A
Cruise	美国加州旧金山	N/A	N/A	N/A
Baidu	中国长沙	N/A	N/A	N/A
滴滴	中国上海	N/A	N/A	N/A

来源：焉知汽车，国金证券研究所

4) FSD 入华对 Robotaxi 行业格局的影响：加速法规和商业模型推进

在特斯拉 FSD 入华的鲶鱼效应下，地方政府加速落实 Robotaxi 发展。国内已有 50 多个城市出台自动驾驶试点示范政策或制定自动驾驶相关地方立法。从 2022 年，深圳经济特区颁布国内首部智能网联汽车管理条例至今，包括深圳、上海、无锡、苏州、阳泉、杭州、武汉、合肥、北京等在内的多个城市陆续通过地方立法先试，勾画出了区域内规范和促进自动驾驶汽车创新应用的蓝图。其中，北京和武汉的立法尤为瞩目。



图表134: 地方政府紧跟中央迅速跟进自动驾驶相关政策

发布时间	省市	文件名称	政策细节
2018年4月	长沙	《长沙市关于加快新一代人工智能产业发展推动国家智能制造中心建设的若干政策》 《长沙市智能网联汽车道路测试管理实施细则(试行)》	1) 支持人工智能在智能机器人、智能制造、智能驾驶等领域的广泛应用; 2) 自动驾驶测试区将逐级申请、逐级开放、分类监管, 大幅增强交通安全风险可控性。
2021年7月	广州	《关于逐步分区域先行先试不同混行环境下智能网联汽车(自动驾驶)应用示范运营政策的意见》	到2025年, 在混行试点区域, 智能网联汽车(自动驾驶)导入率大于40%且不大于50%, 或投放量大于5000台不超过1万台, 无主动安全事故达180天。
2021年12月	上海	《上海市智能网联汽车测试与应用管理办法》	开展智能网联汽车测试与应用活动, 根据有关技术标准要求, 配备相应的测试安全员或者驾驶人。
2022年4月	北京	《北京市智能网联汽车政策先行区乘用车无人化道路测试与示范应用管理实施细则》	允许Robotaxi车辆在商业化运营时主驾无安全员、副驾有安全员, 百度、小马智行成为首批获准企业。
2022年6月	武汉	《武汉市智能网联汽车道路测试和示范应用管理实施细则(试行)》	加快推动智能网联汽车产业快速发展
2022年7月	深圳	《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》	完全自动驾驶的智能网联汽车可以不具有人工驾驶模式和相应装置, 可以不配备驾驶人; 智能网联汽车经交通运输部门许可, 可以从事道路运输经营活动; 智能网联汽车发生交通事故, 因智能网联汽车存在缺陷造成损害的, 车辆驾驶人或者所有人、管理人可以依法向生产者、销售者请求赔偿。
2024年4月	武汉	《武汉市智能网联汽车发展促进条例(草案)》	支持智能网联汽车、智能交通、智慧城市深度融合和相关智慧产业发展, 构建实时动态感知、云端调度规划、高效精准决策的运营管理体系, 推进“车路云一体化”。 市、区人民政府应当向社会公布开展智能网联汽车道路测试、示范应用、商业化试点和运营的区域、路段和时段, 按需设置相应标志标识, 发布安全注意事项等提示信息。
2024年5月	杭州	《杭州市智能网联车辆测试与应用促进条例》	杭州成为全国首个以地方性法规具体规范支持自动驾驶车辆上路的省会城市
2024年7月	北京	《北京市自动驾驶汽车条例(征求意见稿)》	支持自动驾驶汽车用于城市公共电汽车客运、网约车、汽车租赁等城市出行服务。将通过立法重点解决特定区域自动驾驶汽车创新活动面临的主要问题, 为L3级及以上自动驾驶汽车市场主体提供清晰、透明、可预期的制度规范。

来源: 政府官网, 国金证券研究所

从中央到地方, 针对自动驾驶商业化运营的政策支持逐步深入、层层细化, 从中央层面的宏观规划到地方政府的积极响应, 一系列政策的出台不仅为自动驾驶商业化运营提供了明确指导, 还通过开放试点区域、推出管理细则等措施, 切实推动了自动驾驶商业化进程。

参考城市 NOA 智驾政策落地前夜, Robotaxi 发展拐点将至。1) 政策落地驱动城市 NOA 普及。2023 年 11 月, 四部门联合印发通知, 部署开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作。截至 2024 年 4 月底, 我国共开放智能网联汽车测试道路 2.9 万多公里, 发放测试示范牌照 6800 多张, 道路测试总里程超过 8800 万公里。政策宣布了开启智能网联汽车准入和上路通行试点工作, 以此引发了城市 NOA 的迅速普及。2) 政策支持是 Robotaxi 商业大规模普及的前提。Robotaxi 目前仍存在一定的瓶颈, 尤其以安全伦理方面的道路交通安全及相关法律法规有待进一步落实, 我们认为, 参考城市 NOA 政策落地, 政策的进一步驱动对行业 1-N 的大规模普及起决定性作用。



6.3 FSD 入华对 IDC 与车路云的影响：数据管制+鲑鱼效应

特斯拉 FSD 的单车智能化与我国“车路云一体化”方案所倡导的车路网联化有所不同。特斯拉 FSD 致力于打造一个闭环的、端到端的决策系统，依靠车辆自身的传感器收集数据，并通过深度学习算法进行分析和决策，仅凭车辆本身实现无人驾驶。我国的“车路云一体化”方案则强调车辆、道路基础设施和云端数据处理平台之间的深度融合与协同作业。

6.3.1 IDC：数据出境管制背景下，国内 IDC 行业有望受益于 FSD 入华

根据《中华人民共和国数据安全法》与《中华人民共和国网络安全法》规定，“关键信息基础设施的运营者在中华人民共和国境内运营中收集和产生的个人信息和重要数据应当在境内存储”，据此我们推测，未来特斯拉 FSD 在华收集的智驾数据应在我国境内存储与训练，特斯拉理论上无法将在中国收集到的数据带离中国进行智能驾驶训练。2022 年，滴滴因违反上述两法、存在严重影响国家安全的数据处理活动被罚款 80.26 亿元。

国内互联网数据中心（IDC）与车路云一体化建设紧密结合。随着数字化转型的加速和云计算等技术的广泛应用，IDC 的重要性愈发凸显。智能驾驶数据在国内保存并用于智驾训练，离不开 IDC 的支持。随着车路云一体化的快速发展，海量数据的处理、存储和分析需求激增，为 IDC 行业带来了新的发展机遇。

6.3.2 车路云：首批试点二十城稳步推进，FSD 入华有望刺激中国方案建设提速

FSD 入华为车路云建设同时带来了机遇与挑战。一方面，考虑到我国道路行驶环境相较北美更为复杂，FSD 入华早期不排除使用高精地图或者车路协同数据的可能，可能会为车路云基建带来商业收入。另一方面，FSD 也将对国内的智能驾驶生态带来压力，有望促使车路云一体化加快建设步伐。

图表 135：20 个城市成为智能网联汽车“车路云一体化”应用试点城市

“车路云一体化”首批试点城市	建设进展
北京市	<p>5 月 22 日，发布《关于批准北京市车路云一体化新型基础设施建设项目项目建议书（代可行性研究报告）的函》，批准项目涉及道路路口 6050 个，新建综合杆 7418 根，利旧杆体（含抱杆箱）33595 根，配套建设电源电力管道 1074 公里、电缆 12281 公里、光缆 5387 公里、路口智慧综合箱 6050 套；新建各类车路云一体化路侧感知设备 183529 台，边缘计算节点 7386 套，智能终端 13232 台；新建双智专网设备 22120 台套及区域存储分中心 8 个，扩容核心存储中心 2 个。</p> <p>5 月 24 日，发布北京市车路云一体化新型基础设施建设项目——路侧智能感知设备（标段一）。</p> <p>5 月 31 日，发布北京市车路云一体化新型基础设施建设项目（初步设计、施工图设计）招标公告。7 月 9 日已中标，金额为 1.25 亿元；北京市车路云一体化新型基础设施建设项目双智专网建设工程招标公告，招标金额 29.96 亿元。</p> <p>8 月 1 日，中信科智联中标北京高级别自动驾驶示范区 3.0 扩区建设项目路侧智能感知设备-2 标段项目，金额为 2.6 亿元。</p>
上海市	<p>8 月 8 日，印发《上海市交通领域大规模设施设备更新专项工作方案（2024-2027 年）》，其中提到，推动交通基础设施数字化转型，加快公路水路交通基础设施的数字化改造，建设数字化感知网络、智能化管控系统和网络化服务体系，改变传统基建模式，更加注重集约节约利用，以较少资源消耗撬动交通基础设施承载能力大幅提升。方案指出，要推动车路云一体化，改造 ETC 门架系统 RSU 等设备，实现与车辆信息交互协同。</p>
重庆市	<p>10 月 10 日，在渝举行 2024 车路云 50 人年度发展论坛。论坛传出消息，西部智车将与亿连信息战略合作，在重庆高新区落地以“云控应用”为核心的协同 AVP 自主代客泊车。AVP 是一种低速 L4 级自动驾驶技术，它是泊车辅助系统、ADAS 等的升级。这种技术可以实现无需司机操作，车辆可以自动完成超车、倒车、避让行人等所有人类司机应该完成的任务。</p>
内蒙古-鄂尔多斯市	<p>4 月 1 日，发布鄂尔多斯市康巴什区科学技术局鄂尔多斯市智能网联汽车车路云一体化应用试点咨询服务竞争性磋商公告，预算金额 230 万元。4 月 12 日，国汽（北京）智能网联汽车研究院有限公司以 208 万元的价格中标。</p> <p>9 月 29 日，发布鄂尔多斯市新能源智能网联汽车车路云一体化应用示范项目采购、施工标段招标公告（第三次招标，前两次均由于不足 3 家竞标导致招标失败），在康巴什核心区以及康巴什北区，包括乌仁都西路、鄂尔多斯大街、萨拉乌苏路、民族路、乌兰木伦街、康宁路、湖滨路等主要道路，新建智慧化路口数量为 36 个，新建智慧化路段点位为 49 个，道路单向总里程约为 30 公里（包含文化东西路）。建设内容：主要包括智能路侧基础设施建设、智能车载终端部署、城市级服务管理平台建设、规模化示范应用、高精度地图安</p>



	全应用建设、标准及测试评价体系建设、信息安全建设、云资源基础设施及网络专线建设、车路云一体化系统集成以及车路云一体化系统测试等内容。标段合同金额约为 8661.65 万元，建设工期为 114 天。10 月 28 日，中标候选人公示，分别为云控智行科技有限公司、广东省电信规划设计院有限公司、浙江海康智联科技有限公司。
辽宁-沈阳市	4 月 29 日，发布 2024 年沈阳市智能网联汽车“车路云一体化”方案咨询项目招标公告，预算金额为 150 万元；5 月 20 日，该项目二次招标。7 月 29 日，项目中标，金额为 128 万元。
吉林-长春市	7 月 4 日，发布长春市国家智能网联汽车“车路云一体化”应用试点城市建设咨询服务采购公示，预算金额为 370 万元；9 月 30 日，该项目中标。 7 月 16 日，计划未来三年投入 127 亿元，新建 5G 基站 1400 座，简称区 RSU 覆盖率达 96%，信号机联网率达 99%；新生产 L2 级以上车辆前装搭载量力争突破 150 万辆，红旗品牌 L2 级“车路云”自动驾驶车达 70%，公共领域前端搭载率达 70%，后装改造达 1.45 万辆，私人领域乘用车后装改造力争达 2 万辆。
江苏-南京市	8 月 16 日，南京市召开试点政策发布会，现场发布《关于促进南京市智能网联汽车产业高质量发展行动计划（2024—2026）》，其中包括探索高精度地图安全应用，即开展北斗高精度位置导航服务的应用试点工作。目前南京信号灯联网率已达 90%，建成 5G 基站 3.8 万个，江心洲等四大示范区智能道路基础设施建设和改造基本完成，覆盖近 100 公里路段。计划到 2026 年，实现全市智能网联汽车道路测试与示范应用全域开放，全市智能网联新能源汽车产业实现年营收超 3000 亿元，完成 3700 个路口智能化改造，搭建 50 个以上示范应用场景，制定国家、行业、省级标准超 50 项，打造全国领先的“车路云一体化”技术创新、终端推广和示范运营三大标杆。
江苏-苏州市	10 月 14 日，在第六届全球智能驾驶大会暨苏州市智能网联汽车“车路云一体化”应用试点推进会上，苏州市智能网联汽车“车路云一体化”应用试点实施方案（以下简称方案）发布。该方案有三大关键思路。一是从需求出发，从真实需求来推动技术迭代和进步，并通过技术反向倒逼商业发展；二是价值导向，重视车路云一体化建设过程中产生的商业价值、社会效益等；三是重构价值链，打破一锤子买卖模式，令建设者为使用者负责，并按照价值风险进行收益分配。方案围绕需求引领、逐层覆盖、以极致性价比支撑业务运营。结合 G 端、B 端、C 端的应用需求，构建不同等级的服务能力，第一步将率先实现全域的网联化覆盖，第二步实现重点路口路段的智能化覆盖，第三步完成核心路口和路段的数字化升级。
江苏-无锡市	10 月 22 日，无锡市车路云一体化项目合作伙伴招募（路侧端）资格预审通过名单外发。
浙江-杭州/桐乡/德清 联合体	4 月 26 日，德清“车路云一体化”应用试点申报咨询服务项目公布中标结果，金额为 103 万元。9 月，《“以数补链”发展新质生产力赋能车路云一体化产业能级提升》案例成功获选国家数据局第二批 28 个“数据要素 X”典型案例。 9 月，发布《杭州市打造国家智能网联汽车“车路云一体化”应用标杆城市实施方案》（征求意见稿），到 2026 年，力争网联模块前装量产累计 50 万辆以上，智能网联新能源汽车产业链上企业突破 4000 家，规模突破 4000 亿元；新增改造 5G 基站 1 万个，试点区域 95% 以上信号机与交通标志标识实现联网上车应用；建成具备百万量级车端设备、十多万量级路侧设备接入能力的城市级服务管理平台，实现自动驾驶车辆（设备）测试应用里程突破 500 万公里；争新能源汽车渗透率达 60%，推广应用新能源汽车超过 150 万辆；智慧化改造停车场 20 个以上，支持自动泊车停车位 700 个以上；部署不少于 2000 辆的低速智慧物流车、不少于 120 辆智慧公交、不少于 200 辆的智慧乘用车、不少于 100 辆智慧城市物流车和特定场景集重卡。加快智能化路侧基础设施建设，到 2026 年，建设智慧路口不少于 200 个，智慧高速里程超过 100 公里，满足“车路云一体化”智驾功能的低时延、高可靠、高移动性数据传输要求。
安徽-合肥市	8 月 13 日，合肥市智能网联汽车“车路云一体化”应用咨询服务项目（2 次）公布中标结果，金额为 79 万元。
福建-福州市	6 月 4 日，申报福州智能网联“车路云”一体化启动区示范建设项目。 7 月 16 日，申报漳州智能网联车路云一体化应用示范项目。 7 月 23 日，申报福州“车路云一体化”中央计算平台项目。 根据《福州新区智能网联道路建设导则》，将对新区 188 平方公里内的路口进行等级划分，改造提升高级智能网联路口 277 个、基础智能网联路口 105 个，力争 2025 年在整个区域内开放自动驾驶测试和示范运营服务。
山东-济南市	/
湖北-武汉市	武汉市智能网联汽车“车路云一体化”方案咨询服务公布中标结果，金额为 98.5 万元。
湖北-十堰市	10 月 23 日，十堰市“车路云”一体化示范应用项目获批，总投资 5 亿元，拟于 2024 年 10 月开工。建设内容及规模包括：智能化路测基础设施建设应用于十堰市交叉路口、匝道合流区域等。主要包含 5G 通信网络建设、C-V2X 基础设施建设、传输网络建设，交管等交通附属设施网联建设等。
湖南-长沙市	/



广东-广州市	7月22日，广州北部湾区（花都）智能网联汽车“车路云一体化”应用试点项目获花都区发展和改革局批准，该项目总投资11.95亿元，覆盖花都全域，建设单位为广州花都汽车城发展有限公司，项目起止年限为2024年9月1日至2026年12月1日。具体来看，花都区全域将建设约110条道路400个节点（RSU、MEC、雷达等）路侧设备；建设“车路云一体化”应用场景，投运200台自动驾驶车辆，改造（含公交、客货等）约2000辆OBU后装应用；建设城市级车路协同云控平台、一体化工具库；400个有线节点+5G网，超融合计算、存储等200套，仿真测试系统1套；建设数据交易平台和资产评估模型1套。
广东-深圳市	/
海南-海口/三亚/琼海 联合体	9月28日，2024世界新能源汽车大会“海南专场主论坛：全球化与开放合作”上，《海南省智能网联汽车“车路云一体化”应用试点建设方案》发布，提出海南将以智能网联汽车“车路云一体化”应用试点、智能网联汽车准入和上路通行试点为抓手，推动全省智能网联汽车创新发展。
四川-成都市	8月19日，成都未来科技城智能网联汽车产业发展行动计划编制服务(二次)中标，金额为61.3万元。

来源：中国政府网，各省市政务平台，中国汽车报网，国金证券研究所



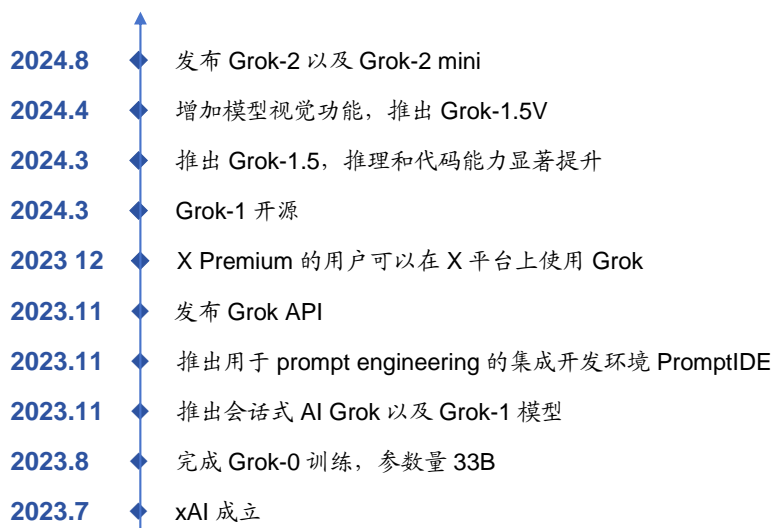
七、xAI：AIGC 竞争格局有望向头部集中，安全与监管成为发展趋势

7.1 大模型训练与应用：加大算力投入仍是发展趋势，竞争格局或将进一步集中

2015年马斯克捐赠1亿美元，与时任Y Combinator 总裁的 Sam Altman 等人共同成立 OpenAI，定位为非营利组织，旨在避免 AI 技术被 Google DeepMind 等科技巨头垄断。但后续由于马斯克与 OpenAI 其他创始人在非营利路线上发生分歧，同时特斯拉的自动驾驶技术需要与 OpenAI 争夺 AI 人才，马斯克于 2018 年退出 OpenAI 董事会。2019 年 OpenAI 在资金压力下转变为营利机构。

马斯克对 AI 技术的发展持有偏谨慎的态度，在 2022 年末 ChatGPT 引发人工智能发展热潮后，多次宣传“未受管制的人工智能发展可能会对人类社会造成巨大威胁”，并于 2023 年 4 月宣布将推出“TruthGPT”聊天机器人。2023 年 7 月马斯克成立 xAI，旨在“深入理解宇宙的真实本质”。2024 年 5 月，xAI 完成了 60 亿美元的 B 轮融资，估值达到 240 亿美元；12 月公司获得来自英伟达、AMD、a16z 等共 60 亿美元的 C 轮融资，估值达到 400-500 亿美元。目前 xAI 的年化收入已达到 1 亿美元。

图表136：xAI 发展历程图



来源：xAI 官网，国金证券研究所

大模型能力：24 年 8 月 13 日，xAI 推出 Grok-2 和 Grok-2 mini，模型具备聊天、编码、推理等功能，在研究生科学知识（GPQA）、一般知识（MMLU、MMLU Pro）和数学竞赛问题（math）等领域达到了与其他前沿模型竞争的性能水平。此外，Grok-2 在基于视觉的任务方面表现出色，在视觉数学推理（MathVista）和基于文档的问答（DocVQA）方面提供了最先进的性能。Grok-2 mini 则是一款参数量更小但兼顾应答速度和答案质量的模型，在多项测评中成绩优于 Claude 3、Gemini Pro 1.5 等模型。24 年 12 月 10 日，xAI 发布了首款完全自研的图像生成模型 Aurora，直接集成到 Grok 中。Aurora 是一种自回归混合专家模型（MoE），能够通过混合的文本和图像数据预测下一个 Token，无论是生成逼真的图像渲染，还是精准执行复杂的文本指令，都展现出卓越的性能。Grok 还将编辑与生成能力合二为一，用户可以直接在生成的图像上进行修改，提供了更大创作自由度和灵活性。



图表137: Grok-2 在多个领域性能领先

Benchmark	Grok-1.5	Grok-2 mini [†]	Grok-2 [‡]	GPT-4 Turbo [†]	Claude 3 Opus [†]	Gemini Pro 1.5	Llama 3 405B	GPT-4o [†]	Claude 3.5 Sonnet [†]
GPQA	35.9%	51.0%	56.0%	48.0%	50.4%	46.2%	51.1%	53.6%	59.6%
MMLU	81.3%	86.2%	87.5%	86.5%	85.7%	85.9%	88.6%	88.7%	88.3%
MMLU-Pro	51.0%	72.0%	75.5%	63.7%	68.5%	69.0%	73.3%	72.6%	76.1%
MATH [§]	50.6%	73.0%	76.1%	72.6%	60.1%	67.7%	73.8%	76.6%	71.1%
HumanEval [¶]	74.1%	85.7%	88.4%	87.1%	84.9%	71.9%	89.0%	90.2%	92.0%
MMMU	53.6%	63.2%	66.1%	63.1%	59.4%	62.2%	64.5%	69.1%	68.3%
MathVista	52.8%	68.1%	69.0%	58.1%	50.5%	63.9%	—	63.8%	67.7%
DocVQA	85.6%	93.2%	93.6%	87.2%	89.3%	93.1%	92.2%	92.8%	95.2%

来源: xAI 官网, 国金证券研究所

应用落地: 目前 Grok-2/Grok-2 mini 作为 xAI 最先进的 AI 助手, 能够集成来自社交平台 X 的实时信息, XPremium 和 Premium+ 用户可通过 X 的 Grok 选项卡访问。此外, Grok-2 API 于 24 年 11 月 4 日开放公测, 提供 12.8 万 tokens 上下文长度、模型函数调用和系统 prompt 支持, 目前输入价格为 5 美元/1M tokens, 输出价格为 15 美元/1M tokens, 价格高于 OpenAI GPT-4o 及 Claude 3.5 Sonnet, xAI 面向使用者赠送每人每月 25 美元的 API 积分。此外, 马斯克还在规划由 xAI 成立“AI 游戏工作室”, 将大模型能力用于游戏开发。

图表138: Grok API 定价高于同类模型

公司名称	输入价格	输出价格
Grok-beta	\$5/M tokens	\$15/M tokens
GPT-4o	\$2.5/M tokens	\$10/M tokens
Claude 3.5 Sonnet	\$3/M tokens	\$15/M tokens

来源: 新智元公众号, 国金证券研究所

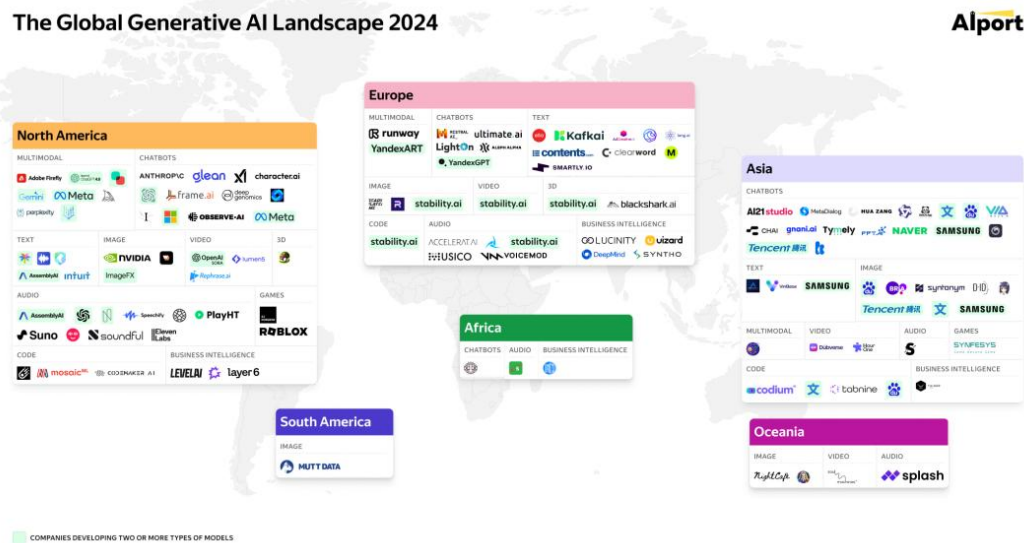
xAI 作为一家成立时间不足 2 年的初创公司, 能够快速训练出全球顶尖的通用大模型, 我们认为可归因于以下因素:

- 1) 充足的算力支撑: 24 年 9 月, 马斯克宣布 xAI 团队仅耗时 122 天建成了 10 万张 H100 的 Colossus GPU 集群, 为全球最大的 AI 训练系统, 并计划在未来几个月扩展到 15 万张 H100+5 万张 H200。
- 2) 经验丰富的研发人员: 公司研发团队中大部分曾就职于 DeepMind、OpenAI、谷歌研究院、微软研究院、推特以及特斯拉, 参与项目包括 DeepMind 的 AlphaCode 和 OpenAI 的 GPT-3.5 和 GPT-4 聊天机器人等。
- 3) 实时更新的数据资源: X 作为全球最大的社交平台之一, 启用默认设置允许 Grok 使用平台用户公开的帖子、互动、输入和结果, 用于模型的训练和微调。虽然目前此项功能在欧盟地区被关停, 但 Grok-2 与 X 平台集成仍可在其他地区的用户日常交互中进行学习更新。

通过复盘 xAI 大模型训练的成功经验, 我们认为海内外 AIGC 基座模型的竞争格局将日益集中化, 即拥有充足算力支撑和自造血能力、且在 AI 领域有充分技术积淀的厂商方能长期保持技术领先。



图表139: 全球大模型厂商盘点



来源: Alport, Meet Experience 公众号, 国金证券研究所

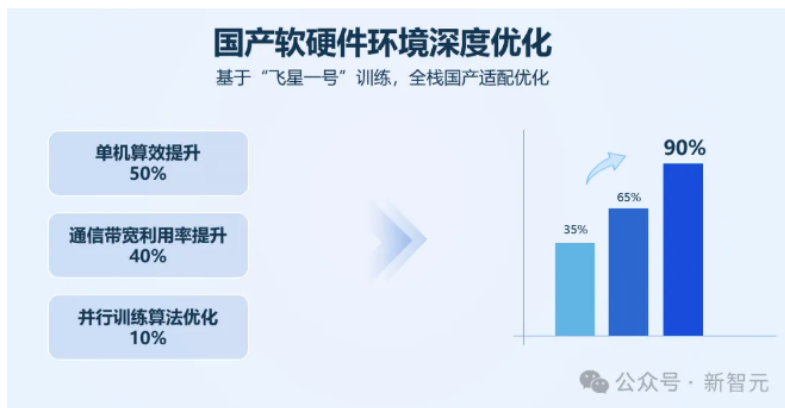
从一级市场投融资动向来看, 24 年多家海外互联网大厂收购 AI 初创公司, 如微软以 6.3 亿美元获得 Inflection 的 AI 模型许可、亚马逊吸纳 Adept 技术团队、谷歌收购聊天机器人 Character.AI。国内市场, 24 年 Minimax 融资 6 亿美元、智谱完成 3 轮融资累计数十亿人民币、月之暗面完成 2 轮融资合计 13 亿美元, 其背后均有腾讯、阿里等互联网厂商参与。

从模型效果来看, 现阶段 LLM 第一梯队始终为 OpenAI (微软)、Google、Meta 等几家头部厂商; 而生图、文生视频模型参数量较小 (比如 GPT-3、Grok-1 参数量分别为 1,750 亿、3,140 亿, 而 Sora、Flux 参数量约为 30 亿、120 亿), 竞争格局更加分散, Pika、runway、Midjourney 等厂商也都突破性表现。但随着各多模态厂商对生成内容可控性、真实性要求进一步提升, 模型参数规模也将持续增长, 比如 Meta 于 24 年 10 月发布的 Movie Gen 模型参数量已达到 300 亿, 则市场也将向头部厂商集中。

国内的科大讯飞、商汤在 AI 领域深耕多年, 大模型水平处于行业第一梯队, 且均在积极进行算力储备, 可支撑后续模型升级及应用落地需求。

科大讯飞: 公司于 24 年 10 月发布讯飞星火 4.0 Turbo 版本, 模型七大核心能力全面超过 GPT-4 Turbo, 数学和代码能力超越 GPT-4o, 国内外中英文 14 项主流测试集中实现了 9 项第一。在算力储备方面, 公司于 23 年 10 月与华为合作正式启动首个国产万卡智能算力集群, 可支持万亿浮点参数大模型训练; 24 年 10 月, 公司国产超大规模智算平台“飞星二号”正式启动, 规划建成万 PFlops 级别算力中心。

图表140: 科大讯飞合作华为共建“飞星”算力集群



来源: 新智元公众号, 国金证券研究所

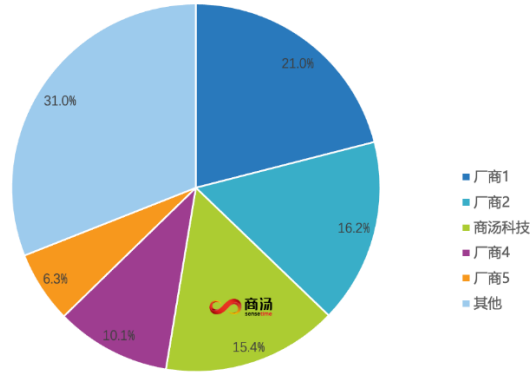
商汤: 公司于 24 年 7 月发布日日新 SenseNova5.5, 基础模型规模达到 6,000 亿参数, 在



大部分核心测试集指标上都对标甚至超过 GPT-4o。商汤是国内最早开展智算中心市场化、商业化运营的企业，2020 年开始建立临港 AIDC，截至 24 年 7 月，商汤大装置总算力规模达到 20,000PFlops，拥有超 5.4 万块 GPU。根据 IDC 测算，公司在中国 GenAI IaaS 服务厂商中份额仅次于火山引擎和阿里巴巴。

图表141：商汤在国内 GenAI IaaS 服务厂商中份额第三

GenAI IaaS市场Top 5服务商市场份额，2023H2



Total: 32.2亿人民币

来源：商汤科技 SenseTime 公众号，国金证券研究所

从落地应用角度看，拥有 Grok 模型加持的 X 平台可提供推文生成、多语言翻译、自然语言实时搜索、创意内容生成（剧本、歌词、音乐等），能够显著提升用户黏性，对于以广告为主要盈利方式的社交平台而言有望带动收入增长。与之类似的，Meta 在 Instagram 平台为创作者提供粉丝管理工具 AI Studio，可帮助博主生成 AI 机器人跟粉丝建立即时联系、提升粉丝黏性。Meta 在 24 年三季度报中指出公司广告市场份额持续扩大，扎克伯格认为 AI 能够在提高用户参与度和货币化方面具有巨大潜力。

AI 赋能带来收入提升的逻辑不仅适用于社交媒体平台，可推广至更多 C 端应用。国内移动办公场景的金山办公、合合信息、福昕软件等均推出融合 AI 技术的功能模块，有望带动付费用户数提升；创意软件领域的万兴科技也已推出多款 AIGC 爆款产品。

金山办公：C 端 Q3 的用户和收入增长主要依靠 AI 功能带动，公司持续加大 AI 投入，不断优化 AI 相关功能，推出 AI 伴写、论文排版等能力。除收入增长之外，AI 活跃度也是重要指标之一，公司努力在用户活跃和收入增长之间实现平衡。

合合信息：2024 年前三季度，公司核心 C 端产品月活用户数量为 1.68 亿，同比增长 14.92%，主要受益于公司 AI 相关新功能持续优化。公司能够帮助企业实现智能化、数字化转型，目前已经服务 30 个场景、覆盖超过 130 家世界 500 强公司。公司持续拓展新功能以提升付费转化率，同时有节奏地发展海外业务。

图表142：金山办公 WPS AI 2.0 功能情况

图表143：扫描全能王针对细分场景推出专属 AI 功能



来源：光明网公众号，国金证券研究所



来源：扫描全能王 APP，国金证券研究所



福昕软件:2024年9月末发布了面向海外 PDF 编辑器 AI 助手功能的单独收费计划(4.99 美元/月, 49.99 美元/年); AI 助手的单独定价仅推出一个多月的时间, 付费率在积累过程中, 就初步订阅用户的增长趋势看, 市场的接受度要好过公司的预期。AI 助手的主要价值在于提升编辑器套件的整体产品价值, 帮助增加用户粘性和提升用户的续订率。

万兴科技: 2024 年公司在 Filmora/喵影、SelfiezAI、播爆/Virbo、Media.io studio 等众多产品中接入自研算法, 在 Filmora/喵影 V14 的版本上全新上线的 AI 音效生成、AI 智能配乐、AI 调色盘等都是公司创新研发 AI 技术在产品中的落地展现, 也很好地支撑了 AI 功能渗透率的持续提升。2024 年前三季度, 纯 AI 产品收入 4,000w。

7.2 AI+安全：马斯克致力于推动大模型监管，建议关注布局 AI 技术的网安龙头

马斯克对 AI 技术的发展始终保持“警惕而谨慎”的态度, 认为 AI 的学习能力可能使之以指数级的速度超越人类智慧, 如果不加以控制, AI 可能会以自己的方式解决问题, 从而给人类带来无法预测的后果。马斯克曾公开支持加州 SB 1047 法案, 法案要求任何开发成本达到 1 亿美元的 AI 模型在研发过程中需要提交详尽的风险评估报告, 并设立“前沿模型部门”管理和监督 AI 大模型。虽然该法案最终被加州州长否决, 但马斯克就任特朗普政府职位后, 或将继续推进大模型安全监管。

23 年起大模型性能快速提升, 全球市场基于 AI 带来的网络安全投资进入爆发期。AI 应用落地带来新安全风险, 安全防护难度大幅上升, 但 AI 同时赋能网络安全, 促进攻防技术升级, 因此越来越多的安全厂商加速布局网络安全与 AI 技术的融合, 用 AI 对抗 AI 成为行业共识, 驱动 AI 安全市场加速爆发。根据 Precedence Research 数据, 2022 年全球基于 AI 的网络安全市场规模为 174 亿美元, 预计 2032 年将达 1027.8 亿美元, 2022-2032 年 CAGR 约 19.43%。

图表144：全球基于 AI 的网络安全市场规模快速增长



来源: Precedence Research, 国金证券研究所

安全厂商加速布局“AI 军备竞赛”, AI 产品应用不断落地。亚马逊、CrowdStrike、谷歌、IBM、微软、Palo Alto Networks 等网安头部厂商加速布局 AI/ML 研发, 以应对日益复杂的安全威胁和企业客户对新功能的需求。具体来看, 部分头部网安厂商已将 AI 能力嵌入其核心产品。例如 CrowdStrike 的云安全平台 Falcon, 通过 AI 技术识别和应对潜在威胁; Palo Alto Networks 业界首创 AI Ops for NGFW, 革新防火墙运营并提升其安全防护能力。此外, 还有大量 GenAI 安全方向的初创公司聚焦大模型的评估、治理、合规和防护。



图表145: 海外生成式 AI 安全企业/工具概览

公司名称	核心领域	成立时间	总部	融资情况	简介
CalypsoAI	人工智能透明度与可解释性监控实时监测与响应	2018	美国华盛顿	完成 4 轮融资, 总计 3820 万美元	专注于保护使用人工智能和机器语言的企业的的核心安全, 有助于抵御对抗性机器学习攻击
Nightfall AI	PII 识别/编辑解决方案	2018	美国旧金山	完成 4000 万美元融资	专注于识别、分类和保护各种平台和环境中的敏感数据, 确保遵守数据保护法规并防止数据泄露
Robust Intelligence	AI 防火墙	2019	美国旧金山	完成 3 轮融资共计 4400 万美元	AI 风险管理领域领先公司, 专注于端到端 AI 风险管理, 提供自动化 AI 模型安全性和验证工具
Private AI	PII 识别/编辑解决方案	2019	加拿大多伦多	完成 4 轮融资共计 1150 万美元	开发保护隐私的机器学习和自然语言处理工具, 使隐私保护和 GDPR 合规更易实现
WhyLabs	人工智能透明度与可解释性监控	2019	美国西雅图	完成约 1000 万美元 A 轮融资	从事 AI 可观测性和模型性能监控
Adverse AI	自动化 AI 红队测试	2019	以色列	2021 年获得 Pre-seed 融资	是 Gartner 认可的 AI 和 LLM 安全供应商, 也是自动化 AI 红队测试领域的全球领导者
Lasso Security	AI 防火墙实时监测与响应	2020	以色列	完成 2 轮共 600 万美元融资	产品重点在于实时监控和响应以及 AI 防火墙
Credo AI	AI 治理工具	2020	美国帕洛阿尔托	完成 2 轮共 1830 万美元融资	人工智能治理平台, 通过主动衡量、监控和管理人工智能风险, 使企业能够负责任地交付和嵌入人工智能
Kindo	AI 大模型集中控制平台	2022	美国洛杉矶	完成 3 轮共 2760 万美元融资	集中控制平台, 可以让企业整合市场上任何人工智能或人工智能模型
Protect AI	大模型全面扫描	2022	美国西雅图	完成 2 轮共 4850 万美元融资	专注于人工智能和 ML 安全, 用于检测和缓解人工智能系统中的漏洞
Cranium	AI 治理工具	2023	美国 Short Hills	完成 4 轮共 3670 万美元融资	提供企业人工智能安全和信任软件, 使企业能够在其 AI/GenAI 系统中获得可视性、安全性和合规性

来源: 天融信网空观察公众号, 国金证券研究所

随着生成式技术快速发展, 科技巨头也对 AI 安全展现出高度关注。24 年 5 月在韩国首尔召开的第二届人工智能安全峰会上, OpenAI、谷歌、微软、智谱 AI 等来自不同国家和地区的 16 家公司共同签署了前沿人工智能安全承诺 (Frontier AI Safety Commitments), 提出了三方面要点: 确保前沿 AI 安全的负责任治理结构和透明度; 基于人工智能安全框架, 负责任地说明将如何衡量前沿 AI 模型的风险; 建立前沿 AI 安全模型风险缓解机制的明确流程。

图表146: 海外 AI 头部厂商积极布局大模型安全领域

公司名称	时间	输出价格
谷歌	2024.5	AI 前沿安全框架 (Frontier Safety Framework), 旨在主动识别未来可能造成严重风险的 AI 能力, 并建立检测和降低风险的机制
OpenAI	2024.6	发布针对前沿 AI 大模型的安全策略, 对于研发人员的身份和访问管理, OpenAI 构建了一项名为 AccessManager 的服务, 访问策略可灵活制定, 若申请访问高敏感数据资源, 需获得多方联合审批授权。
微软	2023.10	发布 Azure AI 内容安全工具, 协助用户识别过滤 AI 模型中的仇恨、暴力等不良内容
IBM	2023.7	发布了新的安全产品套件, 该套件旨在统一整个安全事件过程中安全分析师的体验及加速其响应速度。IBM Security QRadar 套件 (IBM Security QRadar Suite) 是 QRadar 品牌经过重要演变和扩展后的代表性产品, 其涵盖了所有威胁检测、调查和响应的核心技术, 并对整个产品组合进行了重大创新。

来源: IBM 中国公众号, Azure 云科技公众号, 国金证券研究所

监管方面, 24 年 5 月欧盟理事会正式批准《人工智能法案》(AI Act), 这是世界上首部对人工智能进行全面监管的法案。AI Act 按照使用方法而非技术本身造成的影响风险, 将 AI 系统划分为不同等级, 风险等级越高, 管控越严格。高风险 AI 系统被规定了严格的透明度义务, 而 ChatGPT 等大语言模型为代表的通用 AI 模型的要求则较低。国内方面, 国务院 23/24 年立法工作计划中就已包括“预备提请全国人大常委会审议人工智能法草



案”，24年3月《中华人民共和国人工智能法(学者建议稿)》已公开发布。

我们认为，可以从两条线切入 AI+网络安全：1) 利用 AI 技术为网络安全产品赋能，这是从攻防对抗的逻辑来提升产品攻防效果；2) 针对 AI 应用场景打造新的安全防护产品，这是从新业务场景的逻辑来满足新的安全需求。从这两个维度出发，建议关注积极布局数据安全、云安全、物联网安全等新安全场景、积极应用 AI 技术提升安全防护效果的创新型公司。

图表147: AI+网络安全相关标的

公司名称	股票代码	业务进展
奇安信	688561.SH	公司创新发布了安全大模型应用产品 QAX-GPT 安全机器人，能够协助真人安全专家为客户 7×24 小时自动实时分析网络威胁，对海量告警进行智能研判及溯源，帮助其快速甄选出需响应处置的有效告警，破局“告警疲劳”难题，显著降低漏报和误报概率，极大地提升安全运营效率，减少安全事件发生。
安恒信息	688023.SH	安恒信息打造了恒脑（大模型）+AiSort 的数据分类分级模式，将数据分类分级效率提升了 30 倍，数据分类分级字段规模超过 1000 万，识别率达到 100%。目前，公司 AI 数据分类分级已经覆盖政府、运营商、教育、医疗、企业、金融、交通、公安、烟草等 16 个行业，服务超 100 家客户。此外，公司将 API 风险监测系统与恒脑安全垂域大模型结合，实现告警分析效率 200%，安全运营人效至少提升 250%，达成“从人工设置规则、人工分析到自动分析”的颠覆式安全运营效果。
启明星辰	002439.SZ	公司大力推进“AI+”行动计划，与中国移动共同发布“九天·泰合”安全大模型，加速网信安全领域专用大模型的落地应用，并有效地将其应用于安全运营、威胁检测、威胁情报分析等产品或服务中，赋能产品及服务能力进一步升级。
永信至诚	688244.SH	构建了春秋 AI 测评“数字风洞”平台，该平台以春秋 AI 大模型为核心，基于标准化测评数据和海量业务场景模板，实现对 AI 智能产品智能度、安全度和匹配度的综合测评，通过以模测模、以模强模，简化测评流程，提高测评效率。截至 24 年三季度末，该平台已助力 30 多个 AI 大模型提升安全风险防范能力。
深信服	300454.SZ	公司以“AI First”为创新研究战略，在各个产品中不断落地 AI 技术和能力，如安全 GPT、SAVE 3.0、NoDR、AIOps 等，凭借走在前沿的创新理念和技术实力，不断推动自身产品能力和服务能力的升级。继 2023 年公司发布自研安全大模型“安全 GPT”，在 2024 年春季新品发布会中，公司发布了安全 GPT 3.0 升级版本、AI 算力平台以及存储 EDS 502 版本。
绿盟科技	300369.SZ	公司推出 AI 大模型风险评估工具，能够迅速且高效地识别出内容安全和对抗安全的潜在威胁，并配备专业的风险处理建议，为企业应用 AIGC 产品构建起安全防护屏障。另一方面，绿盟安全运营管理平台 ISOP 融合了公司在 AI 领域的前沿探索与专业能力，通过引入安全大模型技术，深度分析海量安全数据，自动学习和精准识别各种安全威胁模式，自动生成并执行安全策略。

来源：iFind，各公司公告，国金证券研究所



八、脑机接口进展加速：临床试验推广启动，商业落地场景多样

8.1 脑机接口行业发展趋势：应用领域众多，机遇与挑战并存

8.1.1 全球脑机接口发展阶段及应用领域

脑机接口（Brain-Computer Interface, BCI）是一种直接连接人脑和外部设备的技术，通过脑电波等神经信号来控制外部设备，其核心在于通过神经界面技术构建的脑与计算机之间的直接信息交互方式。脑机接口按照信号采集方式可以分为侵入式、半侵入式和非侵入式三大类别。目前植入式脑机接口的研究主要集中在开发新型材料以及更精细的电极以提高生物相容性；构建鲁棒解码器以解决神经信号的变异性与复杂性也是技术挑战之一。

图表148：脑机接口工作方式

	侵入式	半侵入式	非侵入式
机理	通过手术等方式将电极直接植入患者大脑皮层	通过手术方式植入电极，但电极在颅腔内，未达到大脑皮层	无需手术，只需将电极附着在头皮上
可覆盖神经元数量	低	中	高
信号质量	高	中	低
植入/使用创伤	侵入脑组织，有神经损伤	不侵入脑组织，需要开颅	无
长期损伤	感染、排异、神经元伤害大	较小	无
技术难度	很高	较高	相对较低
当前接受度	低	低	高

来源：智研咨询，国金证券研究所

根据 Data Bridge Market Research，2022 年脑机接口市场规模为 17.40 亿美元，2030 年预计达到 56.92 亿美元。国内的脑机接口行业规模约为 10 亿元左右，占据全球市场规模不足 10%。脑机接口的发展分为 3 个阶段：

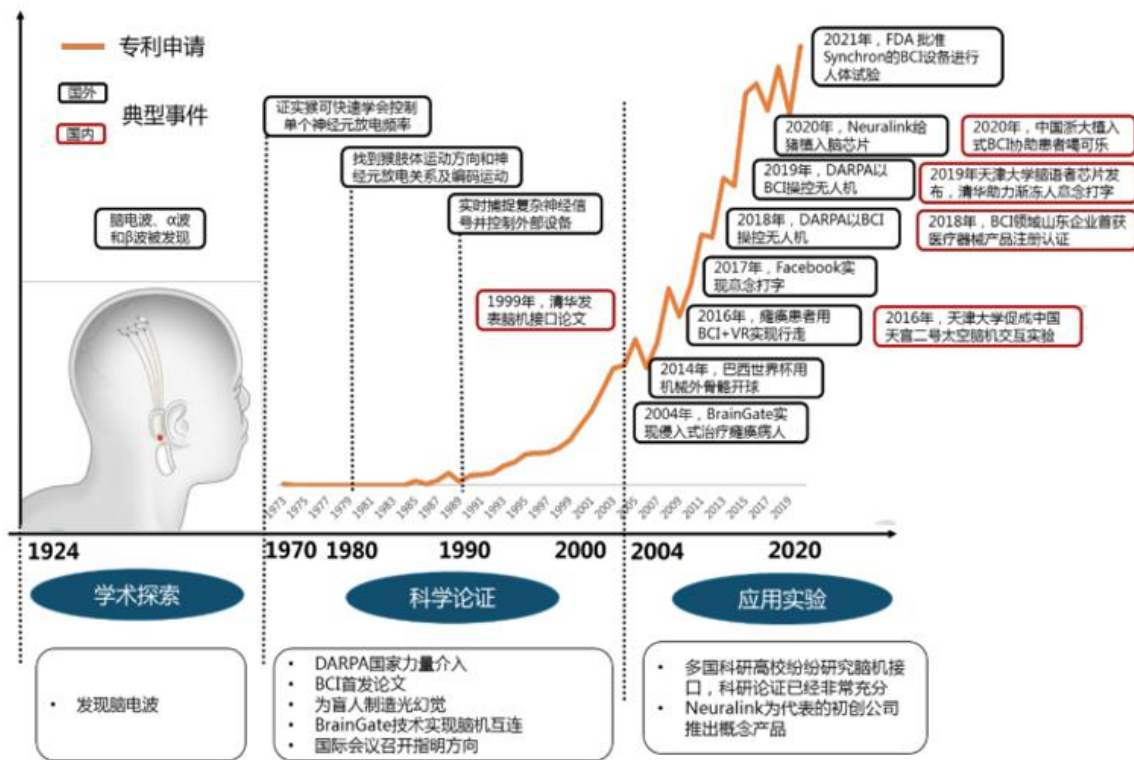
脑机接口的探索期（20 世纪 20 年代-20 世纪 70 年代）：早在 1924 年，德国医生 Hans Berger 首先发现了脑电波，意味着人们可以通过外部设备检测神经信号，脑机接口技术也开始进入了探索期。

脑机接口的论证期（20 世纪 70 年代-21 世纪初）：1969 年，实验发现人类历史上首个灵长类动物可以通过脑电波驱动外部设备，脑机接口技术进入了科学论证期；1970 年，脑机接口的第一篇论文发表，同时美国国防高级研究计划局开始涉足该领域；1978 年，美国生物医学家 William Doherty 通过在盲人大脑视觉皮层植入 68 个电极阵列使之成功看到了图像，率先探索了脑机技术突破生理障碍的道路；1999 年，清华大学首发脑机接口相关论文。

脑机接口的试验期（21 世纪初-至今）：2004 年，BrainGate 利用侵入式脑机技术来治疗瘫痪的病人，脑机接口技术也正式迈入试验期；2014 年，巴西世界杯开幕式上，残疾者通过机械外骨骼开球；2016 年，我国启动太空脑机交互实验；2017 年，Facebook 实现通过脑电波每分钟打 100 个字；2018 年，美国国防高级研究计划局通过 BCI 技术实现无人机的操控；2019 年，清华大学助力渐冻症患者借助脑机接口打字；2020 年，Neuralink 公司将脑机接口芯片植入活猪大脑皮层，显示了猪的大脑活动；2021 年，Synchron 作为全球第一家首获 FDA 批准在美国开始人体试验；2023 年，Neuralink 得到 FDA 批准开始 BCI 人体试验研究。同年国内南开大学段峰教授团队牵头的全球首例非人灵长类动物介入式脑机接口的实验中，实现了动物对机械臂的主动控制。标志着我国脑机接口技术跻身国际领先行列。



图表149：技术发展历程图



来源：信通院知产中心，《脑机接口技术创新与产业发展白皮书》，国金证券研究所

脑机接口主要的应用领域为医疗、教育、娱乐、智能家居、军事等。

1) 赋能医疗：医疗健康领域是脑机接口技术的最大应用领域。在医疗康复上，BCI 主要起到了功能的辅助、恢复和增长作用，从而帮助患者与周围的环境进行交流和控制，具体的产品应用包括智能假肢、机械臂、神经刺激器等，帮助患者恢复自理能力、提高生活质量。但是目前的行业市场规模仍然有限，脑机技术对于不同患者的普遍适用性仍然不高，成本较高。

在精神疾病的诊疗上，随着近年来精神疾病的患病率提高，对于疑难性精神疾病，如帕金森病、抑郁症、焦虑症、阿尔兹海默症等疾病，脑机技术有望大幅提高诊疗水平。过去医生更多的是通过症状和病人的主观表达来判断，而脑机接口技术通过记录神经信号、传输数据能够更加精确地获取人脑的信息。

2) 赋能教育：脑电技术可以通过脑电波的检测与人类的各种行为和精神知识状态联系起来，21 世纪初，脑电生物反馈技术就被用于患有注意缺陷多动障碍的青少年改善情绪问题和注意力。目前，强脑科技企业开发出了多款开发大脑能力的高科技产品，比如 Focus 专注力提升系统就采用了非侵入式脑机接口技术来直接采集脑电波，进行脑神经反馈训练。未来脑机技术可以实现个性化教育，根据神经信号数据来精确的制定学习方案，同时还可以实现虚拟教育，给学生沉浸式的体验，加深学生理解所学内容。

3) 赋能娱乐：脑机接口技术是游戏领域未来突破的重要方向。脑机技术通过和虚拟现实对接，增强玩家的游戏实感，提供独立于传统游戏控制方式外的新的操作维度，实现脑控和手控结合，丰富游戏的内涵。Neuralink 曾经就在猴子身上实验成功，使其利用植入的芯片来远程操纵游戏。瑞士神经初创公司 MindMaze 将原来用于医学领域的系统扩展到游戏领域，开发了 MindLeap，该系统可以感应人类大脑和肌肉的活动，使用脑电脑在虚拟现实和扩增实境中进行游戏。

4) 赋能智能家居：脑机接口可以提高智能家居的自动化程度。比如，通过脑机接口技术来提高家庭的安全性，利用脑机接口技术可以通过脑电波快速触发警报，相比传统通过监控软件的方式，可以大大提高用户生命安全性。脑机接口技术还可以用于提高生活的舒适度，比如通过简单的思想可以更快触发各种家具设备。

5) 赋能军事：脑机接口技术会加速在军事领域的渗透。目前各国在军事领域纷纷提高了对于脑科学的关注，未来脑机技术可能会改变指挥作战方式、武器制造方式、颠覆战争的形态。2013 年，美国国防高级研究计划局就投入了 700 万美元研究部分替代士兵作战的



自主双脚机器人，2016年，BCI 志愿者就可以通过大脑来操控飞机。未来，脑机技术在军事的训练和作战中会发挥更大的作用，提高军队的战斗能力。

图表150：主要应用领域汇总



来源：中国信息通信研究院，国金证券研究所

目前面临的主要阻碍和问题：

技术挑战：技术层面，脑机接口实现分为四个步骤：采集信号（“读”信号）、信号解码、再编码（“写”信号）、反馈。①“读”信号难：千亿神经元，少量电极难以精确读取数据。目前的侵入性脑机技术，可以提高采集信号精确性，但是无法兼顾安全性，植入芯片可能产生排异或感染，对大脑有不可逆的损伤，而非侵入性脑机技术保证了安全性，无法保证采集信号的精确性。且还存在植入材料的兼容性、采集信号衰减、脑机接口系统带宽不足等问题。②信号解码难度大：从大脑中获取的电信号微弱、复杂，并且会受到工频干扰、环境中其他的电磁干扰等。③反馈过程障碍：反馈缓解是BCI获得环境信息后再反馈给大脑，由于解码难度大、三维影像的海量数据也会给反馈过程带来难题。

安全挑战：脑机技术面临的安全挑战在于如何在对大脑损伤最低的情况下最大程度利用大脑。一方面，虽然非侵入式脑机接口不会给大脑带来创伤，但是由于其装置获取信号的稳定性和精确性不足，在某些场景，比如轮椅控制、汽车驾驶，脑电信号的失误会带来严重的后果。另一方面，非侵入式的脑机接口技术所植入的芯片仍然有手术风险，还有植入体的位置稳定问题、术后炎症问题、避免芯片的金属元素扩散问题、其长期放置于大脑中产生功能弱化、信号降低的问题也会增加许多不可预知的风险。

脑机技术的安全挑战还体现在网络安全上。黑客可能会利用截取甚至篡改脑信号的数据，对用户造成伤害。

社会伦理挑战：脑机之间的反馈机制，可能会混淆谁是真正的主体，机器可以读取人脑信息，也可以向人脑传递信息，机器若能控制人脑，人的自由意志是否还存在。在消费领域，富人可以通过使用更加先进的设备实现大脑功能的提升，在教育领域，定制化、个性化的教育方式会使得基础教育变成消费项目。脑机技术可能会加剧社会的数字鸿沟问题，引发尖锐的社会矛盾。

数据隐私保护挑战：通过脑电波传输信息，会带来第三方信息监视和信息泄露的问题。信



息加密方式的设置、设备数据的权限规范、设备病毒的攻击对人神经网络的影响等都是需要考虑的问题。

8.1.2 国内 BCI 发展起步较晚，政策积极推动

与发达国家相比，我国关于脑科学研究起步较晚，脑机接口系统技术水平有待提高。国内脑机接口技术正经历一个快速发展的阶段，这一领域得到了国家层面的高度重视和政策支持。国内对脑机接口产业的鼓励性政策自 2016 年起便开始显现，涉及科技部、国务院、工信部和教育部等多个部门。这些政策不仅涵盖了脑科学研究、技术突破、应用研究、标准制定和伦理问题，而且具体到脑机接口技术的发展和应用。

在技术发展层面，科技部发布的《科技创新 2030—“脑科学与类脑研究”重大项目 2021 年度项目申报指南》标志着“中国脑计划”的正式启动。此指南将脑科学与类脑研究列入科技创新 2030—重大项目，提出以脑认知原理为主体，以类脑计算与脑机智能、脑重大疾病诊治为两翼搭建关键技术平台，抢占脑科学前沿研究制高点。这一政策的出台，使得国内脑机接口技术研发和市场投资热度明显提升。此外，《关于推动未来产业创新发展的实施意见》中提出了脑机融合、类脑芯片、大脑计算神经模型等关键技术的研发目标，并强调了开发易用且安全的脑机接口产品的重要性。

应用研究方面，2021 年我国“脑科学与类脑研究”重大项目正式启动，确定了“一体两翼”的发展战略，国家拨款经费预算近 32 亿元，各地方积极跟进鼓励行业发展。这使得 2021 年以来我国脑机接口市场热度进一步提升。脑机接口技术研发和投资项目明显增加，不断有新成果发布。值得注意的是，最新的成果已不再局限于学术研究领域，而是希望更好地与产业相结合，并最终实现商业化。在商业化上，国内的脑机接口企业也尝试输出电极、脑电图机、芯片、柔性电极植入手术机器人等完整成熟化解决能力，以获得现金流。此外，政策还特别强调了医疗康复、教育和虚拟现实等领域的应用，如《关于促进老年用品产业发展的指导意见》和《“十四五”国家老龄事业发展和养老服务体系规划》中均提到了脑科学等新技术在健康促进和康复辅助器具中的集成应用。

在行业标准建设方面，2024 年 5 月发布的《信息化标准建设行动计划（2024-2027 年）》强调了脑机接口标准研究的重要性，并提出了加强输入—输出接口、脑信息编解码算法、脑信息安全与隐私保护等关键技术和应用标准的研制。同年 7 月，《脑机接口标准化技术委员会筹建方案》的推出，旨在邀请脑机接口领域的企业、科研机构 and 高校专家参与，明确了三大工作计划。

图表 151: 鼓励脑机接口产业的相关政策文件

时间	相关政策	发布单位	主要内容
2024.7	《脑机接口标准化技术委员会筹建方案》	工信部	开展脑机接口典型范式等基础共性标准的制修订工作、脑信息采集、预处理等输入输出接口关键标准制修订工作等
2024.2	《脑机接口研究伦理指引》	科技部	开展脑机接口研究应确保脑机接口研究具有社会价值，主要致力于修复型脑机接口技术，强调通过技术的发展服务公众的健康需求
2024.1	《关于推动未来产业创新发展的实施意见》	工信部、教育部、科技部、交通运输部等七部	在脑机接口领域，突破脑机融合、类脑芯片、大脑计算神经模型等关键技术和核心器件，研制一批易用安全的脑机接口产品，鼓励探索在医疗康复、无人驾驶、虚拟现实等典型领域的应用
2023.8	《新产业标准化领航工程实施方案(2023-2035 年)》	工信部、科技部、国家能源局、国家标准委	在脑机接口领域，开展脑机接口标准化路线图研究。加快研制脑机接口术语、参考架构等基础共性标准。开展脑信息读取与写入等输入输出接口标准，数据格式、传输、存储、表示及预处理标准，脑信息编解码算法标准研究。开展制造、医疗健康、教育、娱乐等行业应用以及安全伦理标准预研
2022.4	《“十四五”国民健康规划》	国务院办公厅	实施“脑科学与类脑研究”等重大项目以及“常见多发病防治研”“生育健康及妇女儿童健康保障”等重点专项研究
2021.10	《“十四五”国家知识产权保护和运用规划》	国务院	发展健康促进类康复辅助器具。加快人工智能、脑科学、虚拟现实、可穿戴等新技术在健康促进类康复辅助器具中的集成应用



2021.9	《专业技术人才知识更新工程实施方案》	人社部、财政部、工信部、科技部、教育部和中国科学院	瞄准量子信息、生命健康、脑科学、生物育种、空天科技、深地深海等前沿领域，攻坚关键核心技术，推动传统产业高端化、智能化、绿色化
2021.3	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	国务院	瞄准人工智能、量子信息、集成电路、生命健康、脑科学、生物育种、空天科技、深地深海等前沿领域，实施一批具有前瞻性、战略性的国家重大科技项目。同时将脑科学与类脑研究划分为科技前沿领域
2020.12	《长三角科技创新共同体建设发展规划》	科技部	在智能计算、高端芯片、智能感知、脑机融合等重点领域加快布局，筹建类脑智能、智能计算、数字孪生、全维可定义网络等重大基础平台

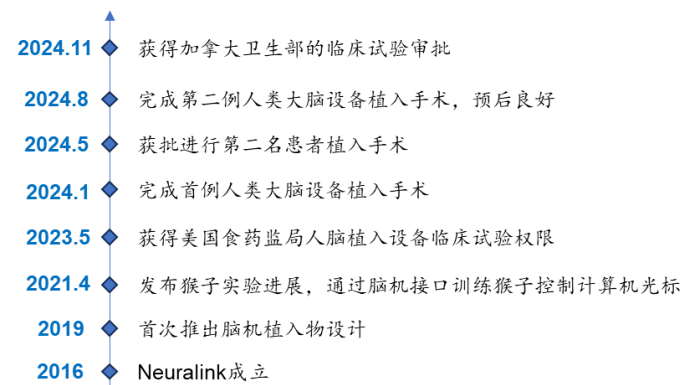
来源：工信部官网，北京市政府官网，广东省政府官网，湖北省政府官网，北京市经信局官网，上海市经信委，天津日报，国金证券研究所

8.2 Neuralink 临床试验进展迅速，产品商业化仍需较长时间

美国 Neuralink——全球脑机接口前沿创新研发企业。Neuralink 成立于 2016 年，是马斯克创立的一家致力于研发开发先进脑机接口技术的企业。专注于侵入式脑机接口研究，旨在通过在大脑中植入电极和芯片，实现人脑与外部设备之间的直接通信。2019 年，Neuralink 首次推出了植入物的设计，其自主研发的 N1 脑部传感器芯片可在大脑的一块区域内植入 1024 根微小的电线，将细胞膜表面电位记录下来，并通过滤波等处理将其转化为数字信号。2021 年 4 月，Neuralink 在推特上发布了猴子实验进展，研究人员将两个脑机接口设备植入控制猕猴的手和臂区域的左右大脑运动皮层，训练猴子用大脑控制计算机光标。Neuralink 进展加速，目前已进入人体临床实验阶段。2023 年 5 月，美国 FDA 批准 Neuralink 启动首次人脑植入设备临床试验；2024 年 1 月公司完成首例人类大脑设备植入手术，但术后出现电极线缩回问题；2024 年 5 月公司获批可为第二名患者安装植入物，8 月手术完成预后良好；11 月公司获得加拿大卫生部审批，将开启国际临床试验。

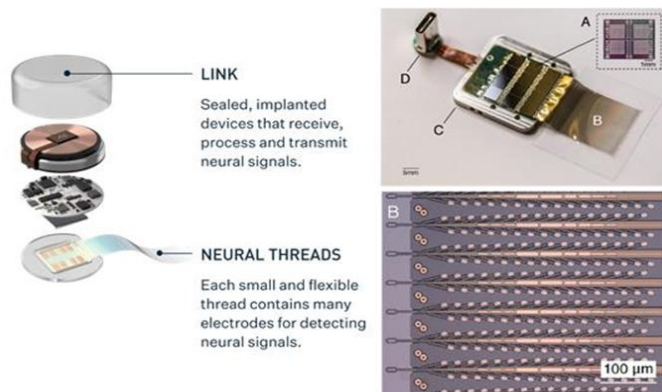
目前 Neuralink 已公布两款产品：1) Telepathy 用于帮助神经元受损的人重新恢复身体功能；2) 大脑护理设备，类似带有微小电极的 Apple Watch，植入电极大脑后能够重写电信号，帮助人们更好使用大脑。此外，公司在 24 年 9 月获得 FDA 对“盲视”(Blindsight) 项目的突破性医疗器械认证，该项目致力于帮助盲人恢复视觉重见光明。

图表 152: Neuralink 临床试验进展迅速



来源：Neuralink 官网，国金证券研究所

图表 153: Neuralink 部分产品示意图



来源：Neuralink，国金证券研究所

Neuralink 植入物 N1: N1 植入物的尺寸约为 23*8 毫米，手术植入后，N1 植入体位置将与头盖骨齐平，不会影响使用者外观。N1 植入物提供全天的电池续航时间，并且可以无线充电，N1 记录并传输大脑活动，让使用者能够控制电脑。N1 植入物通过分布在 64 根线上的 1024 个电极记录神经活动，每根线都比人的头发丝细。

Neuralin 手术机器人 R1: R1 手术机器人是为了安全且有效地将 N1 植入物的电极线插入大脑的适当区域。R1 手术机器人可以分为三个主要部分：头部、主体和基座。机器人的



头部是一个类似头盔的部分，实际上支撑着病人的头部，还包括一个穿刺注射导航系统，以及嵌入式摄像头和传感器来绘制大脑空间形状。在头盔内部也有一次性使用袋，用于无菌操作。主体是一个驼峰式的后组装件，其中包括机器人在安装过程中负责运动的所有部件。基座，可以防止机器人倾倒，也包含了大脑机器人本身的运算元件。

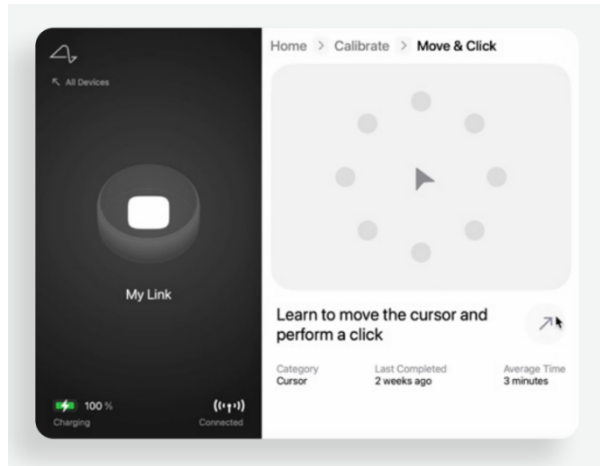
Neuralink N1 应用程序：可以从 N1 植入物记录的大脑信号中解码动作意图，应用程序将指导用户掌握控制键盘或者鼠标的的能力，让用户通过用思想控制电脑。

图表154: Neuralink R1 机器人



来源：Neuralink 官网，国金证券研究所

图表155: Neuralink N1 应用程序



来源：Neuralink 官网，国金证券研究所

PRIME 人体临床试验持续推进，产品商业化仍需较长时间。Neuralink 目前在美国针对其产品展开的临床试验被称为 PRIME 研究(Precise robotically implanted brain-computer interface)，产品功能主要用于使四肢瘫痪的患者能够用思想控制外部设备，于 2023 年 5 月被美国 FDA 批准开展人体临床试验，2023 年 9 月开始正式招募受试者进行人体临床研究。Neuralink 表示预计 2024 年将开展 11 例植入手术，2025 年将开展 27 例，2026 年将开展 79 例，2027 年将开展 499 例。根据公司目前公布的 2 名成功植入的患者案例，其中一名患者已能通过思维玩电子游戏、浏览互联网和社交媒体，另一名患者则正在使用该设备玩电子游戏并学习 3D 设计。2024 年 11 月，公司宣布获得加拿大卫生部批准开展 CAN-PRIME 研究，也是公司在美国外启动的第一项临床试验。由于大脑植入新技术在真正推广前需要考量的风险因素较多，彻底的测试对于确保安全性和了解长期效果至关重要，临床试验过程可能还需要数年时间。即使试验成功之后 FDA 注册获批及推广仍需要时间，Neuralink 的脑机接口产品距离真正商业化还有较长的路要走。

8.3 国内脑机接口领域相关公司梳理

1) 博睿康：布局“科研+医疗”领域产品，研发项目及成果众多

博睿康是国内一家依托于自主创新的“脑-机接口”技术，主要从事脑-机接口系统相关设备的研发、生产、销售以及技术服务的企业，公司并致力于为神经科学创新研究与临床神经疾病诊断、治疗与康复提供专业、完整的解决方案。

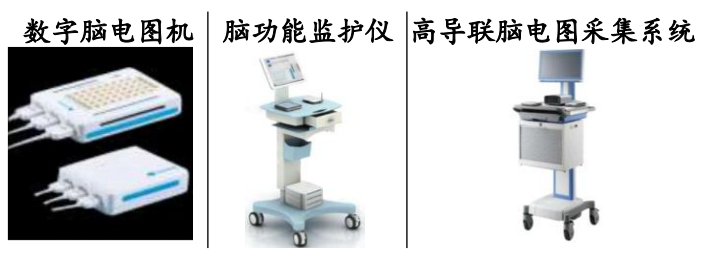
公司依托于在“脑-机接口”的采集与智能分析核心技术上取得的突破，将“脑-机接口”的关键技术转化为符合临床、科研市场需求的产品。目前，公司已经形成了以“脑-机接口”关键技术“脑传感”——微弱神经信号的采集与分析处理为核心技术的系列产品，自主研发了覆盖科学研究、临床医疗等多个应用领域的脑电信号采集系统设备



图表156: 博睿康科研领域产品



图表157: 博睿康临床医疗领域产品



来源: 博睿康公开转让说明书公告, 国金证券研究所

来源: 博睿康公开转让说明书公告, 国金证券研究所

在科研领域, 高导联脑电系统主要通过高通道和高速采样的系统设计能够满足包括颅内脑电, 深部脑电在内的多种脑电信号采集需求; 无线脑电系统可在非屏蔽室的环境下使用, 能够采集到高精度低噪声的脑电信号, 大幅度降低了系统体积, 配合无线信号传输, 实现了设备的可穿戴。

在临床医疗领域, 数字脑电图机能够满足头皮脑电、颅内脑电、眼电、心电、肌电等多种电生理信号的采集; 脑功能监护仪通过采集患者脑电, 将大脑的基础状态通过特定的趋势图以简明的方式呈现给医生, 进行信号智能解读与诊断; 高导联脑电图采集系统可以最高支持 512 导同步采集可拆分成多个 64 导系统, 按需组合满足头皮脑电、颅内脑电、眼电、心电、肌电等多种电生理信号的采集。

图表158: 博睿康研发项目及成果情况

项目名称	主要技术特征或者成果
脑机接口中的微弱信息采集技术及产品开发	本项目以脑-机接口技术积累为依托, 围绕神经外科临床需求展开工作。我们通过研发高性能脑电信号采集系统获取高质量神经活动信息, 在此基础上开发基于颅内脑电的具有高效、精确的大脑运动、语言等重要功能区域的定位方法, 并通过多模式医学影像数据融合与导航技术使神经外科医生可以在手术中精准的识别出这些重要功能区域, 进而有效的保护这些功能区, 降低手术风险, 提高病人术后生活质量。
无线多人无线脑电/事件相关电位系统	解决无线脑电采集时数据同步问题, 实现脑电数据与刺激信号的无线同步, 多台脑电设备数据的无线同步, 扩展无线脑电的应用
可穿戴脑机接口系统	将脑-机接口系统的采集与处理单元集成到可穿戴系统中, 实现脑-机接口系统的便携化、实用化
高性能脑电系统	高导联(最高支持 512)高采样率(最高支持 32kHz)的脑电采集系统, 主要应用于颅内脑电的采集与分析
脑功能监护系统	通过采集与分析脑电信号, 提取能够反映大脑缺血缺氧、癫痫、脑死亡等状态的脑功能趋势图
经颅直流电刺激和脑电一体化移动式系统	本项目以探索运动状态下大脑活动的特性和工作机制为目标, 开发复杂噪声环境下的脑功能成像方法, 拟设计移动式经颅直流电刺激/脑电一体化系统平台(实现两者同步工作模式), 并以此为基础, 进一步开发基于脑电监测的闭环 tDCS 系统, 用于临床神经精神疾病和神经康复治疗。
无线表面肌电采集系统	实现多模块肌电信号的无线同步采集, 可用于运动生理学研究, 临床康复设备的主动控制等
术中监护系统	术中神经功能监护仪通过刺激神经系统的特定部位, 并采集由刺激所产生的诱发电位信号, 来判断神经系统传导通路的完整性, 指导外科手术进行, 充分保证神经系统在手术中不被损伤。
主动式脑电干电极	采用干电极和主动电极技术相结合的方法, 改善干电极的抗噪能力, 提升干电极的性能

来源: 博睿康公告, 国金证券研究所

2) 瀚翔生物: 心理科研及医疗诊断检测产品商业化布局规模领先

瀚翔生物是一家集自主研发、生产、销售、服务为一体的创新型企业, 致力于为脑科学和神经科学领域客户提供专业化的系统解决方案。

公司产品线覆盖临床神经诊断、脑疾病诊断与康复、无创神经调控、认知神经科学研究、AI 脑控等几大细分领域市场, 针对脑退化病、帕金森、抑郁症、成瘾、中风后康复等难治性脑疾病能提供全线诊疗产品及技术方案。主要客户为国内高等院校、科研机构、大型医院、竞技体育俱乐部等企事业单位; 产品销售采用渠道商分销加直销的方式开拓业务。

以最新公开的公司收入结构来看, 2019 全年公司实现收入 1.59 亿元, 其中心理科研设备



0.74 亿元，占比 47%；医疗及康复设备 0.61 亿元，占比 38%；体育科研设备 0.25 亿元，占比 15%。

图表 159：瀚翔生物部分心理科研设备产品



来源：瀚翔生物公告，国金证券研究所

公司心理科研产品中，脑电/事件相关电位分析系统是采用特殊电极采集被试大脑皮层的脑电信号，经过滤波、放大处理后，显示在主机屏幕上供主试观察大脑电位活动的设备。

生物反馈系统采用模块化的设计，可精确地测量人体的皮温、脉搏、皮电、体味、呼吸、肌电和脑电信号，并将信号通过无线蓝牙实时传输到电脑，通过专业软件显示，让受试者直接看到自己的生理参数并在程序的引导下进行反馈式调节训练。

近红外脑功能成像仪以特定状态下脑组织中氧合血红蛋白、脱氧血红蛋白以及总血红蛋白的浓度变化，进而间接考察神经元的活动、细胞能量代谢以及血液动力学相关的功能，反映大脑的状态与加工的过程。可做自然情境下高级认知神经科学研究，发展认知神经科学研究，异常心理学研究，精神病学研究，神经病学研究，特殊人群疾病诊断和术后监测等。

图表 160：瀚翔生物部分医疗诊断和检测产品



来源：瀚翔生物公告，国金证券研究所

在医疗诊断和检测产品中，脑电采集分析系统通过脑电电极将人体大脑皮层的脑电信号采集出来，经过滤波放大等处理以供查看、分析脑电波的设备。

术中神经监护系统通过在手术过程中监测诱发电位、肌点图、脑电图、自动椎弓根安全测试等项目，为手术医生提供大脑活动、中枢神经等客观评价指标，实时反馈手术过程中大脑神经的活动。

动态脑电睡眠同步采集脑电，血氧，体位，心电，口鼻流速，呼吸，鼾声，肢动等参数，对睡眠障碍、睡眠呼吸紊乱和睡眠呼吸暂停，低通气综合征疾病进行分析、诊断。

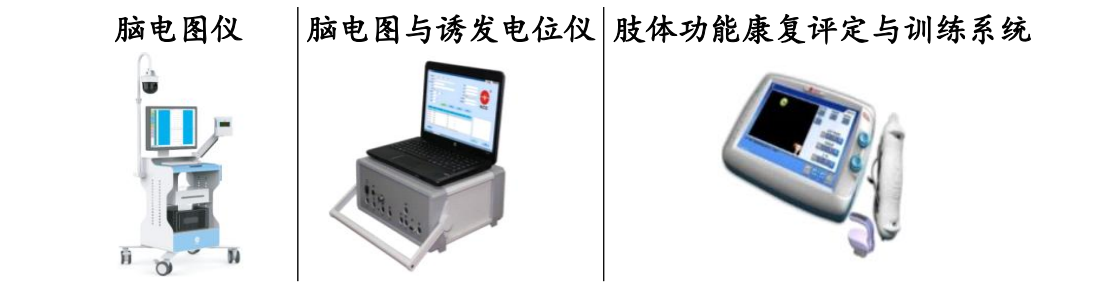
3) 诺诚股份：国内领先的神经电生理设备制造厂商

诺诚股份是国内一家专注于医疗电子设备、物理治疗及康复设备领域产品研发、生产和销售的公司，主要产品集中于电生理诊断、神经康复、家庭诊疗、功能监护四大方向。公司主营收入来自于医院及社区家庭两个方面，在社区端主要通过通过云康复将康复医院和社区康复站点相连接，将电生理和康复设备接入云康复物联网，开拓社区及居家康复市场，以提供产品和服务。

以最新公开的公司收入结构来看，公司 2018 年实现收入 5805 万元，其中康复产品 1519 万元，占比 26%；肌电产品 1291 万元，占比 22%；脑电产品 1287 万元，占比 22%。



图表161: 诺诚股份部分设备产品



来源：诺诚股份公告，国金证券研究所

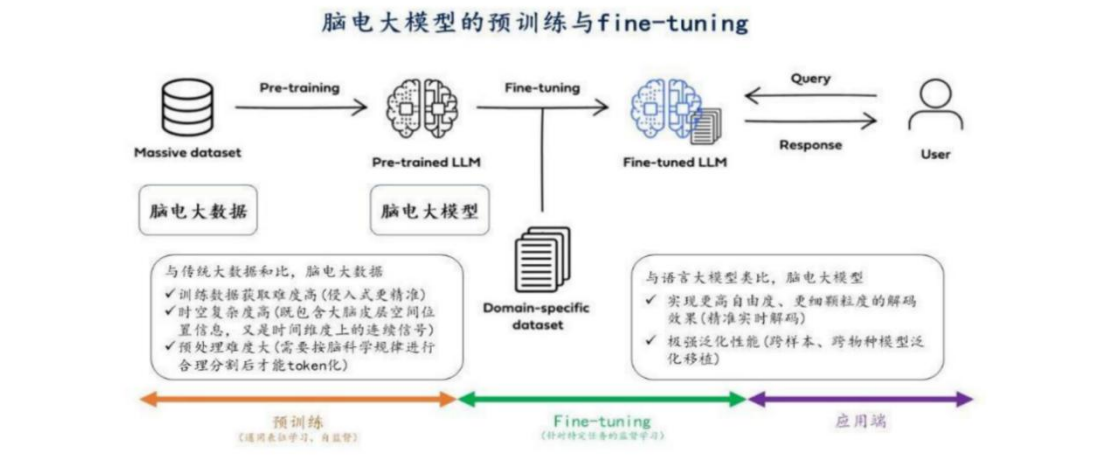
在电生理诊断领域，公司脑电图仪主要用于脑电采集、记录、回放分析，要应用于门诊脑电图室、功能科、脑外科、小儿科、神经内科、神经外科、精神康复科、手术室等，进行常规脑电图及脑电地形图检查与诊断。脑电图与诱发电位仪主要用于各级医院功能科、神经内外科、内分泌科等科室进行肌电图及诱发电位检查。

在神经康复领域，肢体功能康复评定与训练系统能够采用多模式电刺激与主被动结合的多媒体训练模式，实现握力（曲、伸）、捏力、指尖力及肌力的诊断和训练，主要应用于应用于各种疾病或外伤导致的肢体功能障碍的康复训练。

4) 岩山科技：提前布局脑电大模型的构建和研发

公司旗下的上海岩思类脑研究院以脑电大数据与脑电大模型为核心技术底座，跳过电极、芯片等硬件的研发，直接提前布局脑电大模型的构建和研发，从而可以适应现在及将来非侵入式、侵入式等多种方式获得的海量脑电神经网络数据，以脑电大模型为硬件赋能，从而达成实时、精准、高效的人机交互系统。

图表162: 脑电大模型的预训练与 fine-tuning



来源：岩山科技公司公告，国金证券研究所

此外还有狄耐克(已申请多项脑机接口专利及研发布局，深入开展脑电波交互领域的技术前瞻性研究和战略布局，重点聚焦于睡眠健康、专注培优和康复器械三个细分领域的研发)、新智认知(与复旦大学及杨浦区政府共同出资组建了“上海新氦类脑智能科技有限公司”，是上海市类脑芯片与片上智能系统研发与转化功能型平台的承载主体)、中科信息(基于智慧医疗业务发展需要，引进脑机接口技术及设备作为辅助工具，研发基于光遗传调控的闭环脑机接口(BMI)系统，以满足智慧麻醉、智慧康复两大应用场景需求)等公司前瞻布局。



九、投资建议

马斯克作为本届美国大选特朗普胜选的重要推动力量，凭借其与美国政府的政治同盟关系，旗下企业或将获得更多政策倾斜，进而带动全球相关产业发展。截至目前，马斯克的商业版图囊括了商业航天、新能源、人工智能、生物科技等前沿方向，其连续创业的个人经历、板块布局的历史沿革及发展方向，个人对于远大目标的孤注一掷、极致效率、成本控制等都极大可能将影响其商业版图下相关产业链的发展。特朗普上台后相关产业政策可能也会在其诉求下有所变化，进而对我们相关产业的投资产生影响。

马斯克对美国政策的可能影响主要围绕新“科技右翼”的诉求、马斯克空天地海一体化体系对美国军事、经济和科技的影响、马斯克核心板块监管的放松或取消（主要聚焦于商业航天、脑机接口、自动驾驶等，以及政府效率）以及在马斯克与中国既竞争又合作下有望开辟合作新领域。

通过对马斯克各商业板块及中国相关产业链分析，我们预计国内商业航天有望在 2025 年迎来全新的时代，星网加速组网，华为下场终端拉动产业；光伏与储能或在“维持行业规模”和“鼓励本土制造”间平衡；人形机器人在美制造业回归下有望迎来放量，围绕核心主机厂特斯拉、Figure、华为等产业链，重点关注订单、技术和设备等新变化；智能驾驶方面，特斯拉有望依其政策主张，加速推进全球智能驾驶行业发展，中国在产业与政策共振下，国内智能驾驶渗透率有望大幅提升、Robotaxi 行业进程加速，进而 IDC、车路云等受益。

1) 商业航天

据 Payload Research 测算，SpaceX 2023 年全年收入 87.21 亿美元，全球领先，其中星座收入占比接近一半。截至 2022 年 4 月 SpaceX 卫星群中的卫星数量达到 2100 颗，为包括乌克兰在内的 40 个国家的 50 万用户提供互联网连接服务。

中国的“星链”计划已经启动，预计将推动数千亿产值的产业发展。国内低轨卫星互联网星座主要包括 GW 星座、G60 星座以及鸿鹄-3 星座，规划卫星总数超过 3 万颗，将成为国内低轨卫星互联网网络构建的主要力量。2020 年 4 月，国家发改委将卫星互联网纳入“新基建”，2024 年两会期间，商业航天作为新增长引擎首次被写入政府工作报告。

展望 2025 年，商业航天领域有望迎来一个全新的时代。24 年 12 月，中国星网的“国网（gw）星座”首次批量组网发射顺利完成。预计 25 年将迈入 GW 发射和组网的关键时期。同时，G60 卫星项目在完成两轮严格的验证测试后，也有望启动其组网工作。2024 年 11 月，华为宣布将在新一部 Mate X6 发布三网卫星版，加入低轨卫星互联网通讯，终端放量有望拉动产业。

此外，海南文昌发射场的全面启用将为中国的航天事业增添新动力。作为国内第五个卫星发射中心，同时也是地理位置最南的发射中心，文昌发射场的投入使用将显著缓解国内发射场地的紧张状况，为商业航天的快速发展提供坚实的基础设施支持。

建议关注：卫星总装、火箭总装以及地面设备等环节产业链核心标的。

2) 智能驾驶

随着大模型等技术不断落地，智能驾驶和机器人有望成为 AI 时代的现象级应用。特斯拉有望依其政策主张加速推进智能驾驶行业发展。

产业与政策共振下，国内智能驾驶渗透率有望大幅提升。To C 乘用车市场方面，智驾功能有望在 2025 年从“能用”迈向“好用”，20-40 万整车市场加速出清。端到端高阶智驾的核心竞争要素是数据+算力，竞争壁垒更高，预计将会拉大主机厂之间的产品力差异，加速 20-40 万市场出清，整车厂全栈自研竞争力强于第三方，利好华为系、理想、小米。 To B 赛道 Robotaxi 方面，商业模式有望迎来拐点。Robotaxi 行业加速变化，政策+技术+运营多重发力，2025 年成本有望与网约车成本持平，规模化运营有望引来拐点。Robotaxi 部署模式分为“自运营模式”+“金三角模式”。建议关注同时具备两种模式的 Robotaxi 玩家——滴滴在此轮竞争中领先。

智能驾驶和 robotaxi 共同驱动大算力芯片、激光雷达、传感器清洗系统等赛道高速增长，芯片领域重点关注龙头公司地平线机器人，激光雷达领域关注龙头禾赛科技、速腾聚创，传感器清洗赛道关注清洗系统领先公司，整车领域建议关注华为系（赛力斯、江淮汽车、北汽蓝谷）、理想汽车、小米集团等在五大竞争要素都具备积累的厂商。

3) 人形机器人

存在确定性需求，人形机器人成长空间广阔。对人形机器人的需求持续存在，2024 年供



供给侧变革推动人形机器人关注度提升。需求端，由于劳动力减少（惰性+人口老龄化），人工成本持续提高，叠加国家安全因素，人形机器人具备持续增长的确切需求。供给端，生成式 AI 使具身智能具备落地可能性，产业链配套体系日渐完善，推动人形机器人打开增长空间。

特斯拉人形机器人实现了商业逻辑闭环，拥有智能驾驶、AI、脑机接口等人形机器人商业生态，特斯拉在 AI、硬件设计和市场影响力上的深厚积累，使其在人形机器人领域具备独特的竞争优势，包括技术领先性、品牌影响力、生产能力和数据资源的整合，有望成为最终的赢家之一。

复盘历史，推动量产的因子将成为持续催化剂。人形机器人即将迎来量产元年，产业链公司将新增增长曲线，2025 年催化密集，有望为相关标的带来持续性投资机会。预计 25H2 之前催化事件包含：（1）新款机器人：特斯拉和 Figure 第三代人形机器人推出，各国产人形机器人新品推出；（2）销量释放：预计大部分公司 25 年开始小批量量产；（3）订单释放：预计 2025 年国内部分公司将凭借较好的性价比和技术能力，获得人形机器人客户的大批量生产订单。

着眼当下，人形机器人边际变化最大之处在于灵巧手，建议关注灵巧手微型丝杠和电机，合计成本占灵巧手硬件成本 80% 以上，国内其他主机厂也纷纷提升灵巧手自由度，相关产业链是重要投资方向。

展望未来，建议坚守高价值量优质零部件赛道，如灵巧手、丝杠等核心赛道。从 ASP 看：灵巧手（占比约 32%）>丝杠（18%）>微型电机（18%）>减速器（12%）>力传感器（7%）≈无框电机（7%）。从壁垒看：灵巧手>行星滚柱丝杠>六维力矩传感器>谐波减速器>微型电机>无框电机。灵巧手、关节、丝杠、减速器等赛道是人形机器人产业链的核心优质赛道。

持续看好特斯拉、华为等人形机器人供应链。建议围绕核心主机厂——特斯拉、Figure、华为等产业链，重点关注订单、技术和设备等新变化。

十、风险提示

马斯克与特朗普的关系超预期变差导致分析失效的风险。若马斯克与特朗普之间的关系因各种原因超预期变差，或将导致预期的合作或相关政策影响偏离方向，进而导致分析失效。

马斯克本人的安全风险。若马斯克本人出现相关人身健康、政治安全等相关问题，导致其自身产业发展收到影响，或将对相关板块产业链产生重大影响。

马斯克相关产业进展低于预期的风险等。马斯克的核心产业多为前沿产业，其产品技术发展或产业推出时间低于预期，或将对产业链整体产生负面影响。

国内相关产业发展不及预期及产业链发展没有跟上的风险。若国内相关产业如商业航天、自动驾驶、机器人等相关产业主力研发不足，或产业链配套缺失，或将给国内相关产业的发展带来不利影响。

相关公司自身技术研发或供应链切入不及预期的风险。若产业链相关公司在发展过程中技术产品研发未跟上行业发展，导致供应链未切入或者不及时，使得相关公司在上述产业发展过程中未受益或受损。



行业投资评级的说明：

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；

增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；

中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；

减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。



特别声明：

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员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。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的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，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于C3级(含C3级)的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海	北京	深圳
电话：021-80234211	电话：010-85950438	电话：0755-86695353
邮箱：researchsh@gjzq.com.cn	邮箱：researchbj@gjzq.com.cn	邮箱：researchsz@gjzq.com.cn
邮编：201204	邮编：100005	邮编：518000
地址：上海浦东新区芳甸路1088号 紫竹国际大厦5楼	地址：北京市东城区建国内大街26号 新闻大厦8层南侧	地址：深圳市福田区金田路2028号皇岗商务中心 18楼1806



【小程序】
国金证券研究服务



【公众号】
国金证券研究