



机械行业2026年中期策略：AI 重塑新周期，制造再启新篇章

行业评级：增持

分析师：闫智
证券执业证书号：S0640524070001

- **AI 全链赋能智造，装备迎来全新成长周期。**当前传统通用制造步入存量成熟、需求结构持续分化阶段，总量增长动能边际走弱。人工智能全栈技术自上而下深度渗透制造业全链条，依托黄仁勋 AI 五层蛋糕分层架构，全面重塑高端装备产业成长逻辑，推动行业从传统周期循环，转向 AI 技术驱动的长周期结构性成长赛道，成为贯穿全年的核心投资主线。
- **主线一：AI 算力需求高增，AIDC 电源开启长周期景气**

AI 算力指数级扩张带动智算中心用电需求高速增长，全球电网供电配套持续承压，AIDC 分布式自备电源成为算力中心刚性标配。燃气轮机、分布式内燃机组、SOFC、柴发等充分受益全球算力供电缺口，行业供需紧平衡格局长期延续，国产设备凭借优异性能加速切入海外配套供应链，长期成长空间持续打开。建议关注：杰瑞股份、万泽股份、应流股份、东方电气、泰豪科技等。
- **主线二：AI 芯片硬件迭代，PCB 设备/耗材量价持续上行**

英伟达 Rubin 芯片架构全方位迭代升级，新型高频基材拉高板材加工难度，正交叠构大幅增加板卡层数与布线复杂度，CoWop 工艺推动层间互连密度、微孔深径比指数级提升，极致严苛的高速高频信号完整性要求持续抬升精密加工门槛，直接带动高端数控钻孔、超高分辨率 LDI 激光直写设备需求持续高增；同时高硬度 Q 布板材、超高深径比叠层微孔显著加剧加工损耗，推动高端金刚石 PCB 钻针消耗量与单品溢价同步上行，PCB 设备、核心耗材双向步入长周期量价齐升成长通道。建议关注：鼎泰高科、沃尔德、中钨高新、大族数控等。
- **主线三：大模型赋能具身智能，人形机器人迈入量产落地元年**

云端通用大模型技术持续成熟优化，AI 算法加速从数字云端走向物理现实场景，具身智能产业化进程全面提速。2026 年是人形机器人从小批量订单走向规模化量产的关键元年，行业在技术路径收敛与供应链落地层面同步加速，投资端建议围绕特斯拉 T 链核心业绩锚、跨界新技术弹性源、国内本体供应链成长线、海外非 T 链增量市场四大维度展开。建议关注：三花智控、拓普集团、恒立液压、浙江荣泰等。
- **风险提示：**海外需求不及预期，地缘政治与贸易风险，新技术推进不及预期，竞争格局恶化，国产替代不及预期，汇率波动风险等

- **新架构孕育新周期，新变化诞生新机遇。**当前国内制造业已步入存量成熟、结构深度切换发展阶段，传统通用装备制造普遍面临产能过剩、需求疲软、技术迭代放缓困境，总量增量持续收窄，粗放式规模扩张逻辑已然走到天花板，行业急需全新成长主线破局。黄仁勋提出AI五层蛋糕分层架构，清晰定义了人工智能从底层算力基建、芯片硬件架构、系统算法模型，到场景应用、物理具身智能的完整传导链条，也自上而下重塑了整个高端装备制造业的产业逻辑与成长路径。AI算力底座大规模建设，对应底层算力能源基建需求，燃气轮机AIDC备电装备迎来跨周期景气增量；AI芯片架构持续迭代升级，驱动高端PCB精密互连工艺不断革新，PCB精密设备与特种钻针迎来量价齐升成长红利；大模型技术持续成熟落地，AI加速走向物理现实世界，推动具身智能规模化商用，人形机器人迈入量产产业化全新周期。AI正全面改写高端装备制造技术路线、供需格局与成长周期，推动制造业从存量内卷竞争，转向技术驱动、壁垒溢价、增量需求的高质量发展新阶段。

图表：AI自上而下重塑制造业产业逻辑



一、AIDC发电：AI 算力需求高增，AIDC电源开启长周期景气

二、PCB设备：AI 芯片硬件迭代，PCB 设备/耗材量价持续上行

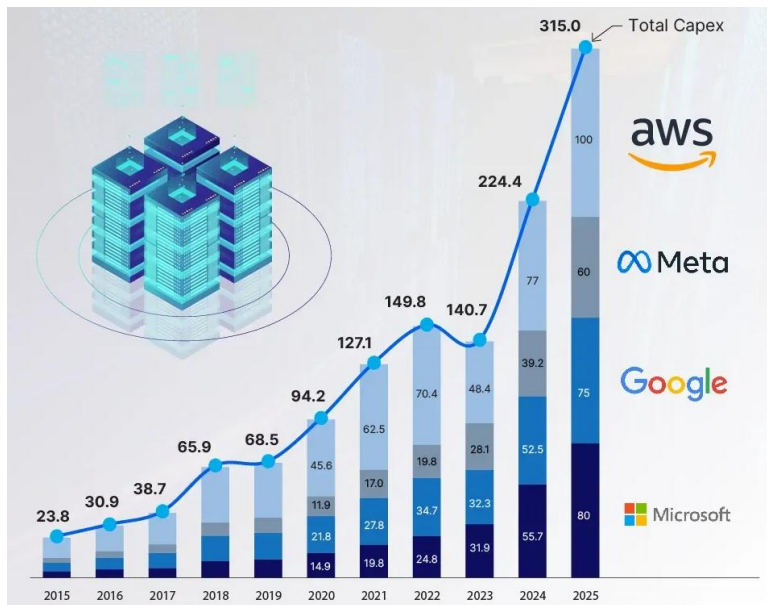
三、人形机器人：大模型赋能，人形机器人迈入量产落地元年

四、核心推荐组合

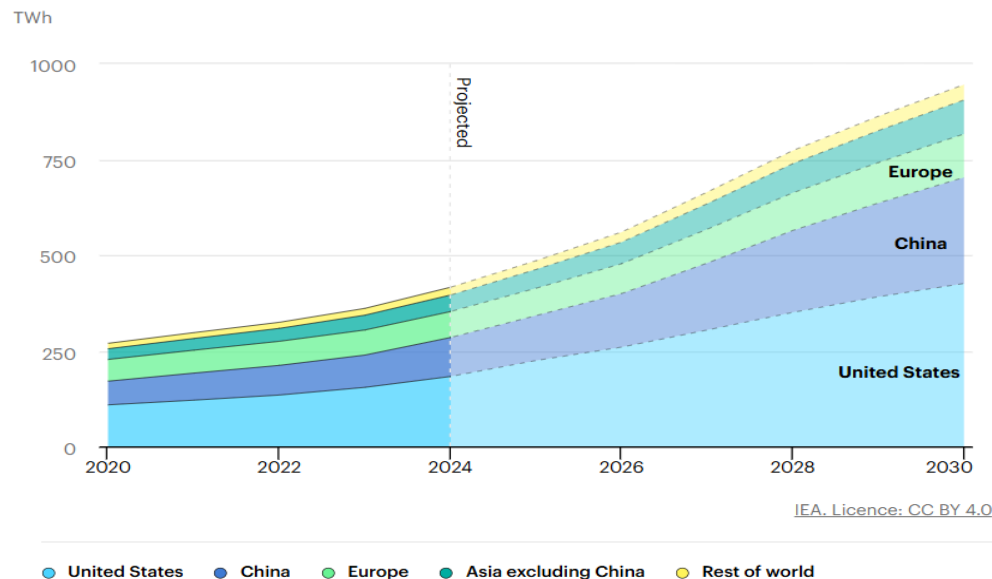
1.1.1 AIDC发电：AI算力需求高增，数据中心用电呈指数级增长

- **AI算力需求高增，北美云厂商资本开支创历史新高。** 全球AI数据中心建设正进入高速扩张阶段，以北美头部云服务商为代表的企业持续加大资本开支投入，成为全球算力基础设施投资的核心驱动力。2025年全球超大规模云服务商（亚马逊、Microsoft、谷歌和Meta）资本开支规模达到3150亿美元，同比增长40.37%，2026年预计进一步提升至6000亿美元左右。
- **全球AI数据中心（AIDC）电力需求呈指数级增长，中国和美国贡献主要增量。** 据IEA数据，2024年全球数据中心用电量约为415TWh，约占全球总用电量的1.5%；预计2030年将达到945TWh，约占全球总用电量的3%，增速显著高于其他行业。区域结构来看，截至2030年，中国和美国数据中心用电需求占全球增量的近80%，是数据中心电力增量的主要来源。

图表：2025年全球超大规模云服务商资本开支规模达3150亿美元



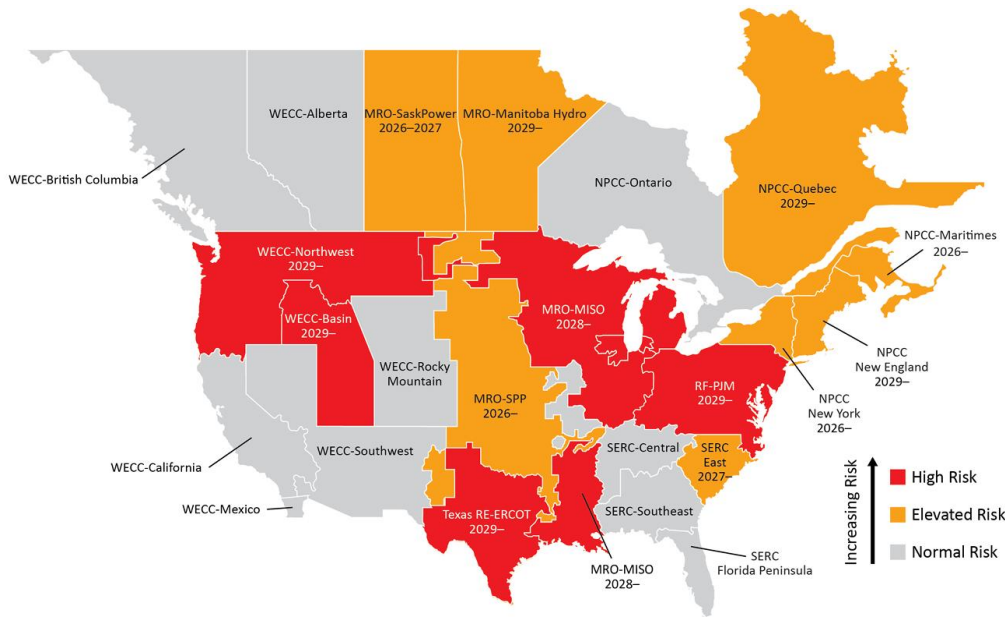
图表：2030年全球数据中心电力需求预计达945TWh



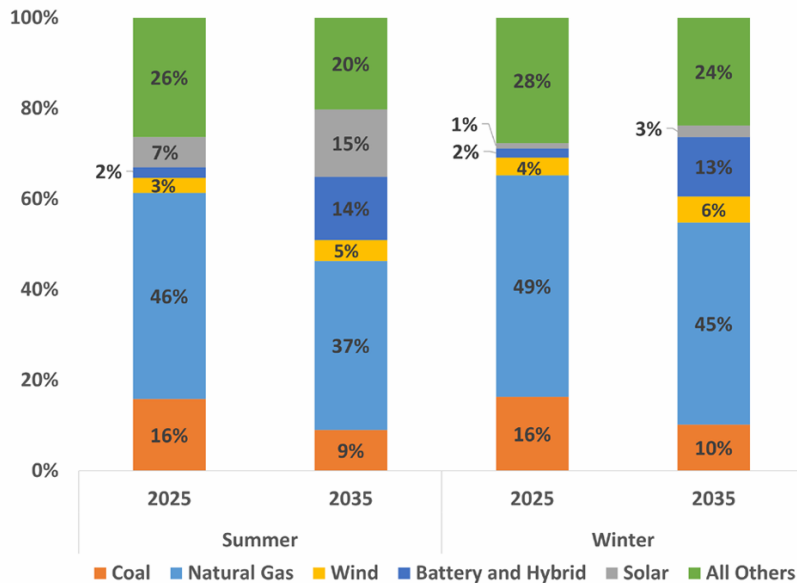
1.1.2 AIDC发电：美国电网供应难以匹配算力负荷增速，AIDC自备电源成为必要路径

- **受AIDC负荷高速增长驱动，美国电力系统已出现区域性、结构性用电缺口。**据美国能源部（DOE）统计，2023年全美数据中心用电量达176TWh，占全社会总用电量4.4%；据北美电力可靠性公司（NERC）数据，2027-2030年全美夏季高峰时段电力缺口将常年不低于20GW，已超出电网常规安全冗余范围。
- **美国电网供应存在瓶颈，AIDC自备电源成为必要路径。**当前美国电网备用容量持续收紧，稳定基荷电源加速退出，2030年前煤电等可靠电源退役规模达104GW，而同期新增气电、核电等稳定电源仅约22GW，难以匹配 AIDC 24×7不间断、高功率波动的负荷特性。此外，美国电网存在硬件老化、关键设备短缺、并网审批周期过长等结构性瓶颈，电网扩容速度远低于算力负荷增长速度。因此，自备电源、电厂直连、储能与需求响应成为保障算力中心供电可靠性的必要路径。

图表：2026-2030年美国潜在用电短缺情况



图表：2035年美国电源结构中气电等稳定电源占比下降



1.2.1 AIDC发电：“电网+自备燃气电源+备用电源/储能”是北美AIDC的主要供电模式



- 北美 AIDC 已形成“电网为基础底座、自备燃气电源为主供增量、柴油发电机 + 储能为兜底保障”的三层供电架构。受电网容量饱和、并网周期长等因素驱动，自备燃气电源已不再仅作为备用，而是承担算力负荷增长的核心供电角色。

图表：北美AIDC供电架构主要由“电网+自备电源+备用电源”三层组成



1.2.2 AIDC发电：综合考虑成本等因素，燃气轮机是AIDC备用电源的最优解



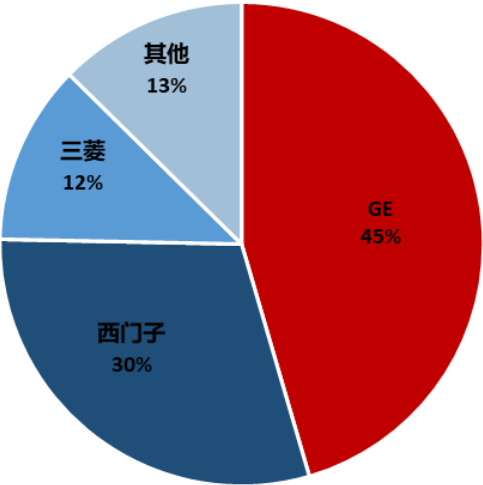
图表：AIDC发电技术路径汇总

技术路线	设备采购成本 (\$/kW)	度电成本 (\$/MWh)	建设周期 (年)	热耗率 (Btu/kWh)	排放特性	AIDC核心适配场景
燃气轮机	单轴联合循环机组: 875 多轴联合循环机组: 824 带 95% 碳捕集与封存的联合循环机组: 2245 航空衍生型: 1522 工业重型机架: 791	联合循环机组: 64.55 带CCS的联合循环机组: 48.78 燃气轮机: 133.88	2~3	联合循环-单轴/多轴: 6226 航空衍生型: 9447 工业重型机架: 9142	这类技术氮氧化物排放极低、二氧化硫零排放; 未加装 CCS 的机组二氧化碳排放统一为 117 lb/MMBtu, 加装 95% 碳捕集后, CO ₂ 排放大幅降至 6 lb/MMBtu, 减排效果显著	大型数据中心峰值/备用电源, 可快速响应电网需求, 灵活调度
燃气内燃机	分布式发电—基荷型: 1743	100	1-1.5	分布式发电—基荷型: 8900	燃气内燃机常规污染物排放远低于柴油, SO ₂ 近乎零排放, CO ₂ 排放水平低	中小型或模块化AIDC分布式电源, 适合快速部署与局部峰值补充
SOFC	燃料电池: 7447	90	0.3	燃料电池: 6469	以天然气为燃料的 SOFC, NO _x 排放仅 6.9–32.1 mg/kWh, CO 排放 5.54–51.8 mg/kWh, 远低于传统发电技术	AIDC高密度连续基荷供电, 模块化零排放, 高 uptime 场景
风光储	陆上风电: 1626 海上风电: 3506 带跟踪装置的太阳能光伏发电: 1379 带储能的太阳能光伏发电: 1990 电池储能: 1580	海上风电: 88.16 陆上风电: 29.58 太阳能光伏发电: 31.86 光伏-储能混合系统: 53.44	陆上风电: 3 海上风电: 4 光伏: 2	陆上/海上风电: 3412 带跟踪装置的太阳能光伏发电: 3412 带储能的太阳能光伏发电: 3412	这类技术在发电/储能运行环节, 氮氧化物、二氧化硫、二氧化碳三项污染物均为零排放	绿色低碳AIDC场景, 需超配储能确保连续供电
核能/地热	轻水堆核电站: 7449 小型模块化反应堆核电站: 8467 地热能: 3097	先进核电: 81.45 地热能: 37.58	核电: 6 地热: 4	轻水堆核电站: 10452 小型模块化反应堆核电站: 10452 地热能: 3412	这类技术在发电运行环节, 氮氧化物、二氧化硫、二氧化碳三项污染物均为零排放	大型AIDC稳定基荷电源, 适合长期高可靠性需求
柴发	分布式发电—峰值型: 2093	244	2	分布式发电—峰值型: 9880	柴油发电NO _x 、SO _x 、PM、CO ₂ 等常规污染物排放远高于燃气机组	AIDC紧急备用电源, 立即启动, 满足99.999%+ uptime 要求

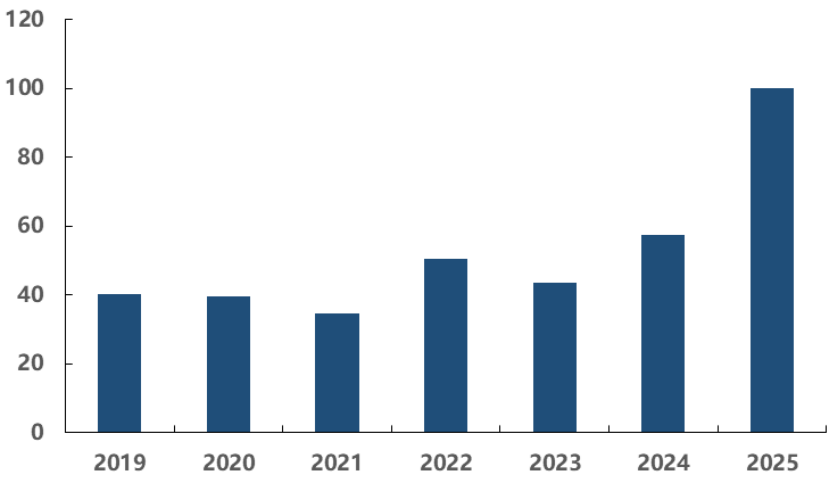
资料来源：EIA，钛媒体，中航证券研究所

- **全球燃气轮机市场呈现高度集中的寡头垄断格局。**2016-2025年，GE、西门子与三菱重工三大厂商凭借技术、产能与渠道优势，合计占据全球市场约87%的份额，主导全球燃气轮机供给、定价与交付节奏。
- **全球燃气轮机供需矛盾突出，需求高速增长与产能释放缓慢形成明显错配。**AI数据中心建设驱动燃机订单井喷式增长，据Wood Mackenzie，截至2025年底，全球燃气轮机订单规模达到约110GW，创历史新高，但全球制造能力仅达到60-70GW。目前头部厂商订单饱满，GE Vernova、西门子能源在手订单分别达到83GW、78GW，部分机组的产能预留协议（SRA）排期已延续至2029年及以后。

图表：燃机轮机竞争格局呈现寡头垄断特征



图表：2025年全球燃气轮机订单达到约110GW



图表：GE、西门子三菱重工积压订单与扩产规划

	积压订单 (截至2025年底)	产能	扩产规划
GE	83GW	2026年中20GW	2028年24GW
西门子	78GW	2025-2027年约22GW	2028-2030年提升至30GW以上
三菱重工	75台		未来两年内将燃气轮机产能翻倍

- **燃气内燃机是AI数据中心主电源的刚性替代方案，行业呈现头部集中、中高速机分工明确的竞争格局。**燃气内燃机凭借1.5–2年交付周期、成熟供应链、接近简单循环燃机的效率与更低投资成本，成为数据中心主供电源的核心替代方案。2025年前五大OEM厂商卡特彼勒、康明斯、INNIO、瓦锡兰和劳斯莱斯MTU合计份额55%；其中，中速机领域以瓦锡兰、INNIO、曼恩能源主导，产品电效率更高、适合大型AIDC长期基荷供电；高速机领域由卡特彼勒、康明斯占据优势，瞬态响应更快、适配表后微电网与波动负荷场景。
- **头部厂商凭借技术与项目经验优势，占据全球AIDC燃气内燃机主流订单份额。**卡特彼勒高速燃气机组已落地4个单项目≥1GW的正式主电源订单，并签署Atlas 1.4GW全球供货框架；瓦锡兰中速高效机型2025至2026年初在北美AIDC累计签约超1.2GW，部分项目商业投运时间排至2028年底至2029年初，行业整体交付周期已延伸至2028年以后。

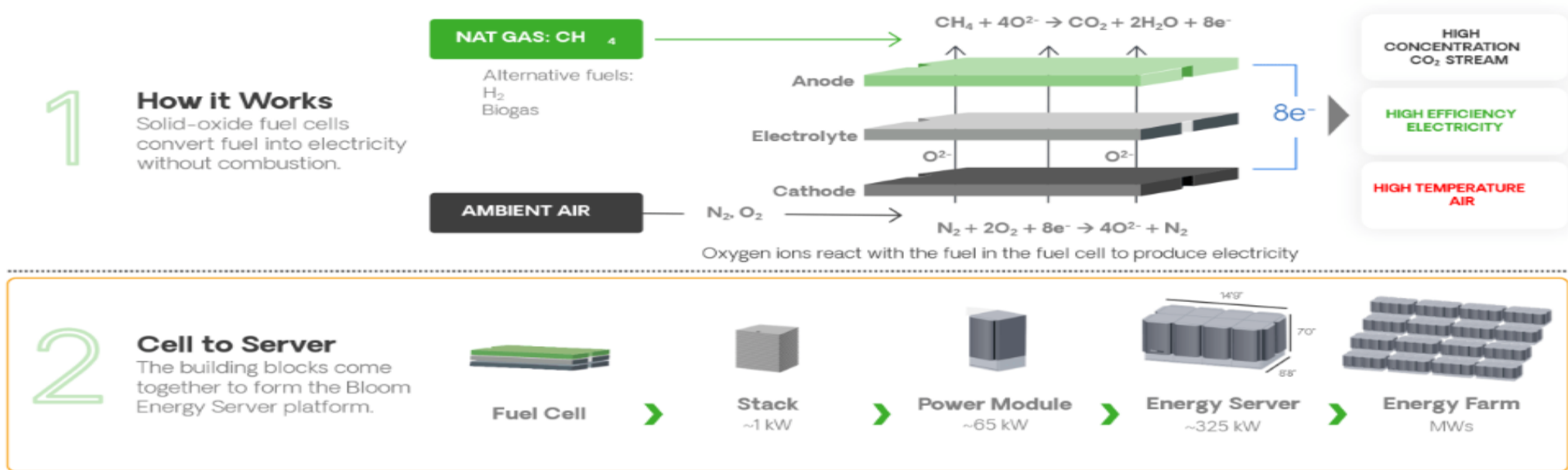
图表：瓦锡兰、卡特彼勒近期AIDC内燃机订单概览

厂商	订单时间	项目 / 客户	规模	主力机型	交付 / 投运时间
瓦锡兰	2025/7/15	美国俄亥俄州数据中心	282MW	15 台 18V50SG 中速机	2026 年底–2027 年
瓦锡兰	2025/11/20	美国超大规模数据中心	507MW	27 台 50SG 中速机	2027 年
瓦锡兰	2026/1/29	美国数据中心专用电站	429MW	24 台 50SG 中速机	商业运营 2028 年底–2029 年初
卡特彼勒	2026/1/28	AIP Corp Monarch AI 园区	2GW	G3516 高速机 + 储能	2026.09–2027.08
卡特彼勒	2026/3/10	Atlas Energy Solutions 框架协议	1.4GW	CG260-16, G3520 高速机	2027–2029 年分批

1.3.3 AIDC发电：SOFC是高弹性低碳电源备选，目前已进入GW级应用阶段

- **SOFC凭借高效率、模块化快速部署、燃料灵活等优势，成为数据中心的备用电源方案之一。** 固体氧化物燃料电池（SOFC）是一种先进的电化学装置，在效率（电效率高达 50%以上）、部署速度（90天内快速部署）、低碳属性上优于燃气轮机，是AI数据中心、离网微网等场景的优选备选。全球SOFC核心厂商包括Bloom Energy、FuelCell Energy、Aisin Seiki、Siemens Energy等，前三大厂商占有全球大约88%的份额。
- **SOFC在AIDC的商业化已突破试点验证阶段，进入全球规模化、吉瓦级主电源应用阶段。** 自2024年起，Bloom Energy陆续签约北美AIDC供电订单，核心客户包括英特尔、CoreWeave、美国电力（AEP）等。2026年4月13日，甲骨文宣布与Bloom Energy达成战略合作协议，计划采购总计高达2.8GW的燃料电池系统，印证了SOFC技术在超大规模AI数据中心场景的商业化可行性。

图表：SOFC模块化部署示意图



- **柴油发电机组是当前AIDC备用电源的核心解决方案。**数据中心备用柴油发电机是一种在电网故障或供电不稳定时为数据中心提供应急电力的备用电源系统，通常由柴油发动机、发电机、控制系统及燃油系统组成，并与自动切换装置（ATS）联动，可在数秒内快速启动，保障关键IT设备及冷却系统持续运行。
- **当前AIDC柴发市场呈现“外资主导高端、国产逐步突围”的格局。**康明斯、卡特彼勒等外资巨头凭借技术与品牌优势，占据全球高端市场主要份额，但受供应链影响，产能紧张、订单排期至2027年，交付周期延长至12-18个月。国内潍柴重机、科泰电源、泰豪科技等企业崛起，实现关键零部件国产化，在中高端市场份额持续提升。2026年3月，泰豪签订北美柴油发电机组项目销售框架合同，以重磅合作拓展北美市场，标志着国内企业在海外市场取得重要突破。

图表：国内主要柴发机组最新订单进展情况

时间		最新进展
潍柴重机	2026.4	中标中国移动2026-2027年高压水冷柴油发电机2000kW，份额70%
泰豪科技	2026.3	泰豪签订北美柴油发电机组项目销售框架合同，以重磅合作拓展北美市场。
科泰电源	2025.6	在继续做好国内大型知名企业业务及国内三大通信运营商集采工作的基础上，进一步拓展第三方IDC运营商等的备用电源业务；同时在新加坡、马来西亚、印尼、泰国等海外数据中心实现大规模交付。

- **全球AI产业快速增长推动AIDC规模化扩张，北美作为AI产业核心阵地面临严重电力供给缺口，驱动AIDC发电设备加速渗透，燃气轮机、内燃机、SOFC、柴发等需求持续增长。投资布局重点聚焦两大方向：一是海外供应链配套，依托全球AIDC建设热潮挖掘增量机会；二是海外产能紧张给国内企业带来的出海机会。**
- **燃气轮机：**燃气轮机作为AIDC主电源核心选择，适配大规模供电需求，GEV、西门子等海外主机厂订单排至2030年，国内相关配套供应链有望受益；同时海外头部厂商供应链紧张，国内厂商加速推进出海替代，相关企业迎来多重发展机遇。相关标的：万泽股份、应流股份、杰瑞股份、东方电气等。
- **内燃机：**内燃机凭借灵活部署、交付周期短的优势，成为填补海外AIDC供电缺口的重要方案，海外供应链配套机遇凸显。国内企业凭借成熟的制造能力、高性价比及高效交付优势，深度切入海外AIDC供应链，承接海外订单增量。相关标的：中国动力、潍柴动力、潍柴重机、联德股份、鹰普精密。
- **SOFC：**SOFC凭借灵活部署、高效清洁的优势，成为海外AIDC供电方案的重要补充，海外订单放量推动技术迭代与供应链成熟。国内企业同步突破SOFC核心技术，借助海外供应链配套需求，拓展国际市场。相关标的：潍柴动力、三环集团、壹石通。
- **柴发：**AIDC备用电源的核心配置，海外市场需求持续攀升，外资头部厂商交付周期大幅拉长至2027年之后，供给缺口显著，关注海外供应链配套机遇以及国内优质企业出海机会。相关标的：泰豪科技、潍柴重机、科泰电源。

一、AIDC发电：AI 算力需求高增，AIDC电源开启长周期景气

二、PCB设备：AI 芯片硬件迭代，PCB 设备/耗材量价持续上行

三、人形机器人：大模型赋能，人形机器人迈入量产落地元年

四、核心推荐组合

- **2025年PCB厂商扩产聚焦AI服务器高端需求，呈现明显的结构性扩产特征。**据CINNO·IC Research统计，2025年我国PCB产业总投资额约为1053亿元，同比增长2.9%；投资格局向高端集聚、结构优化，AI算力专用PCB成为主线，重点投向高阶HDI、高多层及高速高频等高精产品。
- **行业扩产呈现高端化、全球化、集中化特征。**2025年国内PCB头部企业集中加码AI高端产能，鹏鼎、沪电、胜宏、景旺等厂商纷纷推进境内外大额扩产；台资及海外厂商亦同步在中国台湾地区及东南亚扩建高多层AI服务器PCB产能。2025年行业扩产呈现三大特征：一是全面高端化，扩产主力集中投向18层以上高多层、高频高速产品；二是布局全球化，龙头集中在东南亚建厂；三是格局集中化，资源持续向头部汇聚，产能利用率保持高位，龙头优势进一步强化。

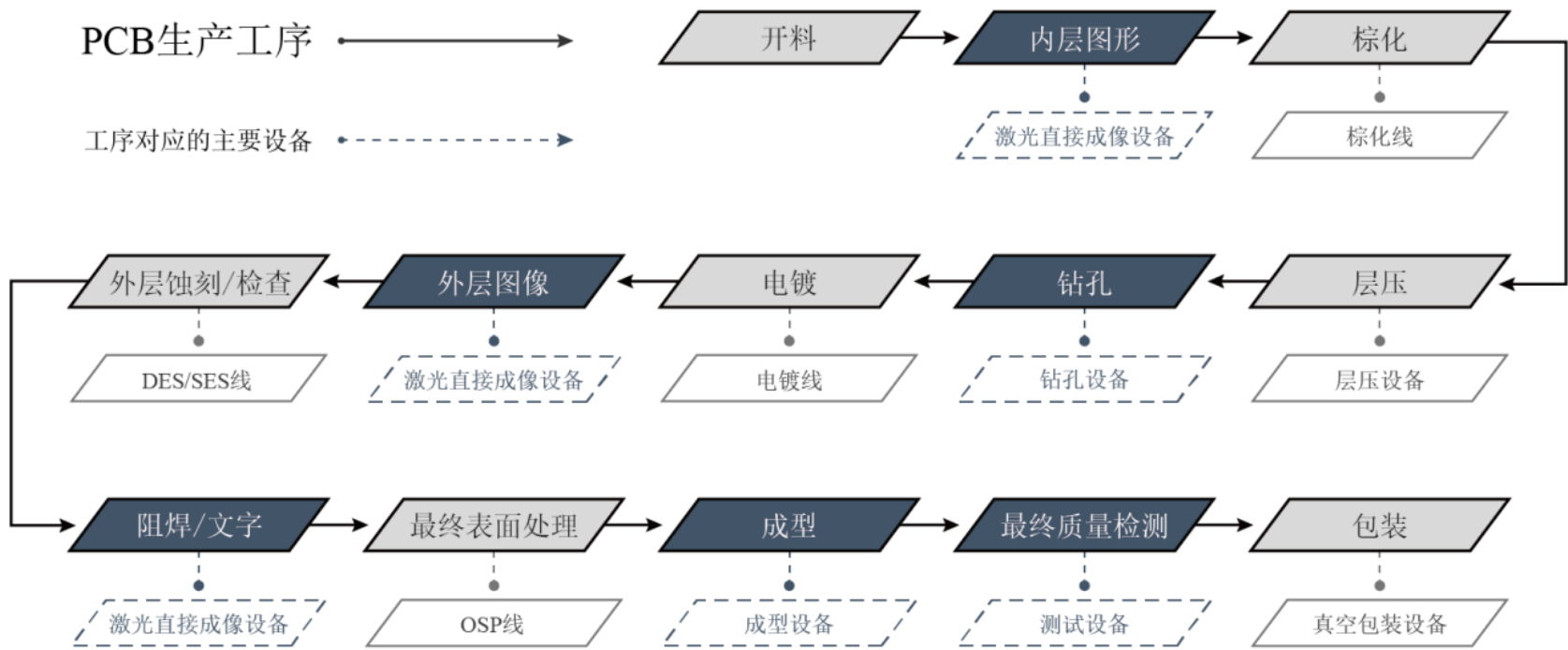
图表：2025年主要PCB厂商扩产规划（部分统计）

厂商	公告日期	扩产项目	投资规划	建设期
鹏鼎控股	2025/8/20	淮安产业园（SLP / 高阶 HDI/HLC）	80 亿元	投资建设期为2025年下半年至2028年
	2025/12/16	泰国园区	43 亿元	投资建设期为2026年全年
胜宏科技	2025/10/20	泰国高多层 PCB 项目	14.02 亿元	建设期2年，第三年全部达产
	2025/10/20	越南 AI 服务器 HDI 项目	18.15 亿元	建设期3年，第三年开始分步投产，至第五年全部达产
	2025/11/10	惠州厂房十 / 十一（高端 HDI）	44 亿元	厂房十预计2026年建成，厂房十一预计2028年建成
景旺电子	2025/8/22	珠海金湾基地（高阶 HDI/HLC/SLP）	50 亿元	投资建设期为2025年至2027年

2.2 PCB：PCB核心工序包括钻孔、曝光、成型、检测等

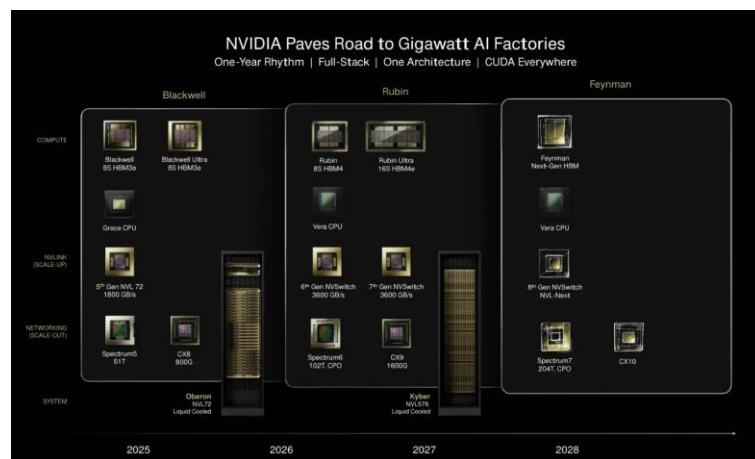
■ **PCB的制造工序按流程可分为前道基板制备、层压与钻孔、线路形成、阻焊与表面处理、成型与检测五大环节。**开料环节使用开料机将覆铜板裁切成标准尺寸；内层线路制作采用曝光机、显影蚀刻一体机完成图形转移与线路成型，AOI 光学检测设备同步进行缺陷筛查；棕化后，通过自动叠板机与真空热压机完成多层板压合，再经 X-Ray 钻靶机定位，由机械钻孔机或激光钻孔机完成通孔、盲孔加工；孔金属化环节使用化学沉铜线与电镀线实现孔壁导电；外层线路制作仍采用曝光、蚀刻与 AOI 检测流程；阻焊层通过丝印机或喷涂机涂布，经曝光显影后固化；文字标识由喷印机完成；表面处理根据工艺需求选用沉金 / 喷锡 / OSP 等设备；最后经成型锣板机切割外形，通过飞针测试机或针床测试机进行电气性能检测，最终完成外观终检与包装。

图表：PCB生产工序及对应设备



- **英伟达GPU架构加速迭代，单机柜算力性能实现翻倍式跃升。**2024年，英伟达推出Blackwell架构的GB200 NVL72机架（72 GPU + 36 Grace CPU）。2025年下半年，Blackwell Ultra升级为GB300 NVL72，该系统在FP4张量核心FLOPS的密度上是NVIDIA Blackwell GPU的1.5倍，注意力性能也提升了2倍。英伟达计划2026年下半年发布Vera Rubin超级芯片，包含Vera CPU（88个Arm核心、176线程、1.8 TB/s NVLink-C2C）和Rubin GPU，下一代Rubin Ultra NVL576将于2027年下半年推出，其性能将是GB300 NVL72的14倍。展望 Vera Rubin 之后，NVIDIA 的下一代重要架构是 Feynman，其将搭载下一代HBM内存和新CPU NVIDIA Rosa，结合LPU LP40、BlueField-5与CX10，通过Kyber实现铜缆光电一体化纵向扩展，及Spectrum级光学横向扩展。

图表：英伟达通往吉瓦级AI工厂的架构路线



图表：Vera Rubin NVL144性能表现



图表：Vera Rubin NVL576性能表现

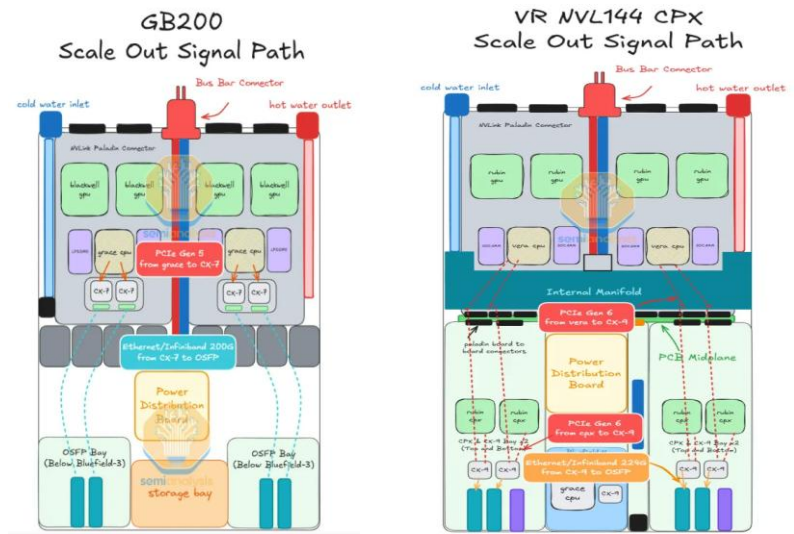


- **CPX是Rubin平台推理架构的核心新变化。**Rubin CPX GPU 旨在提升长上下文处理性能，在增强现有基础设施的同时，为上下文感知推理的部署提供可扩展的高效能力，并进一步提升投资回报。基于 Rubin 架构打造，Rubin CPX 能够在计算密集型的上下文推理阶段实现突破性性能表现。
- **Rubin架构升级推动PCB用量提升。**①在VR NVL144 CPX中，每个托盘在原有4个R200 GPU和2个Vera CPU基础上，新增8个Rubin CPX GPU，显著提升系统算力密度；AI服务器对高速信号传输速率与信号完整性要求提升，带动单板复杂度与PCB价值量及用量提升。②同时，电缆存在多个故障点且组装过程中易受损，高密度设计不允许电缆布线。而VR NVL144 CPX采用无缆化设计，通过PCB中板及板对板连接器实现高速互连，使原本由线缆承担的信号传输转移至PCB，进一步提升PCB面积与整体用量。

图表：NVIDIA机架规模方案

Nvidia Rack Scale Servers						
	Units	GB200 NVL72	GB300 NVL 72	VR200 NVL144	VR200 NVL144 CPX	Vera Rubin CPX Only
Compute and Memory						
Compute Trays	#	18x GB200 NVL72	18x GB300 NVL72	18x VR NVL144	18x VR CPX 18x VR NVL144	18x VR CPX
GPU	Type	B200	B300	R200	R200	-
CPU	Type	Grace	Grace	Vera	Vera	Vera
CPX GPU	Type	-	-	-	Rubin CPX	Rubin CPX
FP4 Dense FLOPs	PFLOPs	720.0	1,080.0	2,397.6	5,277.6	2,880.0
HBM Memory Capacity	TB	13.8	20.7	20.7	20.7	-
GDDR7 Memory Capacity	TB	-	-	-	18.4	18.4
HBM Memory Bandwidth	TB/s	576	576	1,476	1,476	-
GDDR7 Memory Bandwidth	TB/s	-	-	-	288	288
Rack-Level Content						
CPUs	#	36	36	36	36	36
GPU Packages	#	72	72	72	72	72
Rubin CPX GPUs	#	-	-	-	144	144
Total NICs	#	72	72	144	144	144
Total Compute and Networking Chips	#	180	180	252	396	324
Networking						
Scale-Up World Size	#	72	72	72	72	-
Number of NVSwitches	#	18	18	36?	36?	-
NVLink Scale-Up Bandwidth (uni-di)	Tbit/s	518	518	1,037	1,037	-
Scale-out NIC	Type	CX-7	CX-8	CX-9 800G	CX-9 800G	CX-9 800G
Scale-out NIC per Compute Tray	#	4	4	8	8	8
Scale-out Bandwidth (uni-di)	Tbit/s	28.8	57.6	115.2	115.2	115.2
Front-end NIC	Type	Bluefield-3	Bluefield-3	Bluefield-4	Bluefield-4	Bluefield-4
System Design						
Compute Tray Connectivity	Type	Cable + PCB	Cable + PCB	PCB	PCB	PCB
Cooling	Type	Liquid(85%) + Air(15%)	Liquid(85%) + Air(15%)	Liquid (100%)	Liquid (100%)	Liquid (100%)
Power Budget	KW	~140	~180	~225	~370	~190

图表：GB200与VR NVL144 CPX横向扩展信号路径对比



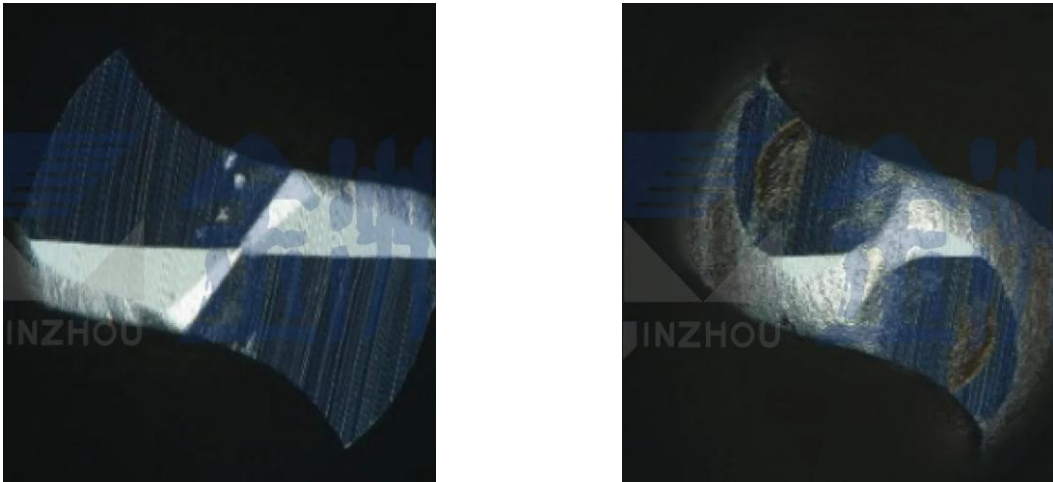
资料来源：NVIDIA, semianalysis, 中航证券研究所

- **Q布兼具低Dk、低Df与低CTE特性，是面向高频高速应用的重要增强材料之一。**随着信号频率持续提升，传统FR-4（玻纤/环氧体系）因损耗较高且介电性能稳定性有限，已难以满足高速信号传输对插入损耗与信号完整性的要求，在此背景下，石英纤维布（Q布）凭借其较低的Dk（约2.3）、Df（约10⁻³量级）与低热膨胀系数（CTE），可降低信号传播损耗并提升传输稳定性，逐步导入高端高速PCB材料体系。
- **Q布硬度高、加工难度大，推动PCB加工材料用量提升、迭代升级。**2025年英伟达Rubin芯片推动PCB进入M9级覆铜板阶段，材料采用第三代低介电常数石英玻璃纤维布（Q布），显著提升高速信号性能，但其高硬度与强磨蚀性使钻孔工艺难度上升，导致钻针磨损加快，单针加工孔数由M7约1000孔降至M8约800孔，并在M9阶段降至约100–200孔，同时带动钻针消耗与设备维护需求上升；在高层数多层板（>30层）应用下，对钻针刚性、孔位精度及层间对位精度要求同步提高，并推动PCB钻孔设备向高转速主轴、自动换刀系统及刀具寿命管理等方向升级。

图表：各类增强纤维材料的典型性能对比

Glass Type	Dk	Df	CTE	Common Applications
E-glass	6–7	High	Standard	Low-cost, general-purpose boards
NE-glass	3.5–4.3	0.0015–0.002	Low	Server boards, 5G base stations, high-speed PCBs
L-glass	3.5–4.3	0.0015–0.002	Low	High-performance telecom and digital systems
T-glass	Low	Low	≤3.0 ppm/°C	High-end packaging, AI processors, HPC
Quartz	~2.3	~0.0009	Extremely low	Ultra-high-frequency circuits, optical modules

图表：e-glass（左）与q-glass（右）钻头磨损对比

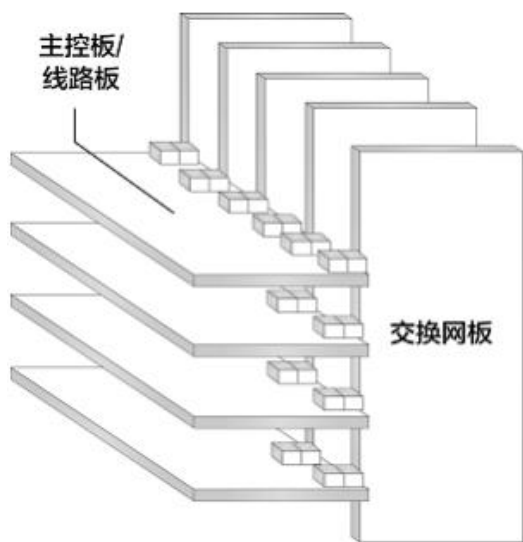


2.3.4 PCB：正交背板逐步普及，抬升PCB加工精度与效率门槛

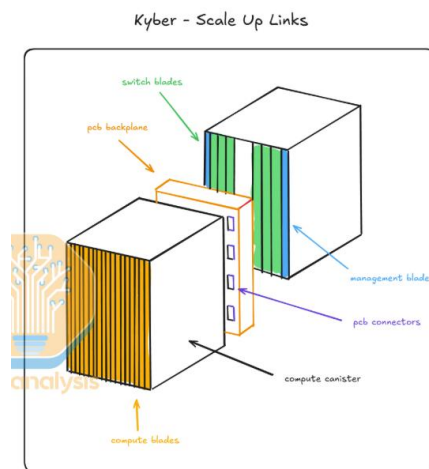


- **正交背板通过重构板间互联方式提升高速传输能力。**正交背板是指线路板（LPU/接口板）与交换网板（SFU）采用90°正交方式垂直插接，实现板间直接对接，从而在结构上相对于传统背板减少或取消长距离PCB走线。该架构通过正交连接器将交换与处理单元进行近距离互联，显著缩短信号传输路径，有效降低高速链路中的插损、串扰及阻抗不连续问题，从而提升系统带宽能力与信号完整性。
- **正交背板推动PCB制造向“超高难度工艺”加速升级。**NVIDIA预计将于2027年推出Rubin Ultra NVL576，在该架构下，正交背板向“大尺寸+超高层数”演进，板厚通常达1-2厘米、过孔直径约0.2毫米，对应纵横比可达100:1以上，显著抬升通孔电镀难度；随着孔深增加，镀液交换与铜沉积均匀性快速恶化，易引发空洞及镀层不均等可靠性问题，需依赖脉冲电镀等先进工艺保障良率。同时，高速信号传输要求通过背钻去除过孔残桩，在超厚板条件下实现 $\pm 50\mu\text{m}$ 以内的控深精度，对数控钻孔设备及检测能力提出更高要求，整体推动PCB加工向高精度、高难度方向升级。

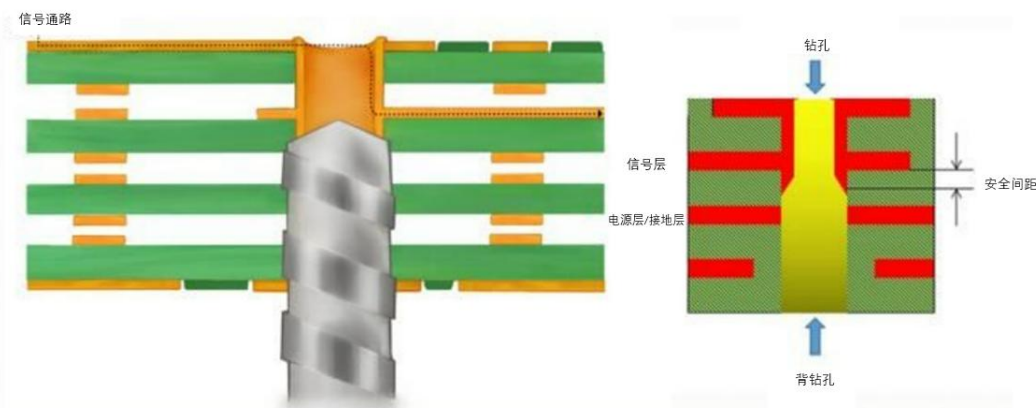
图表：正交架构结构图



图表：NVIDIA Kyber Rack架构



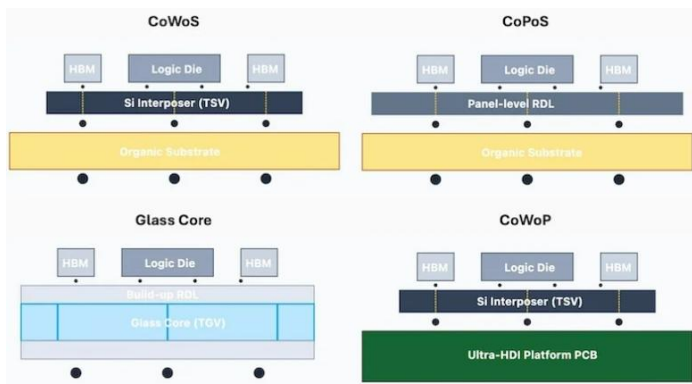
图表：PCB背钻去除过孔残桩工艺



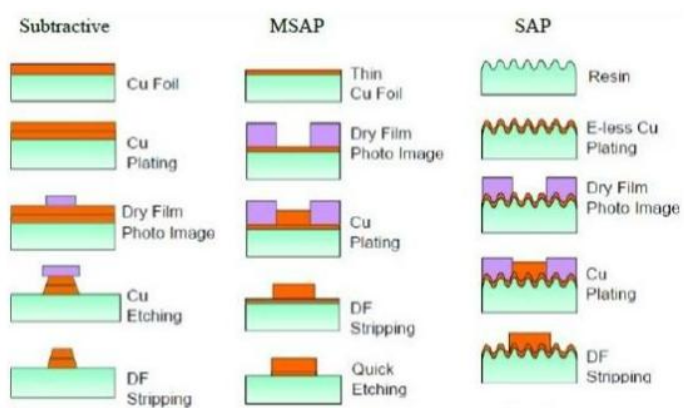
2.3.5 PCB：CoWoP——先进封装去基板化趋势下的潜在新型架构路径

- **CoWoP代表先进封装由“基板依赖”向“去基板化”的演进方向。**相比仍依赖中介层和封装基板的CoWoS，CoWoP的核心变化在于取消封装基板，使系统在一定程度上实现成本与厚度优化，并缩短热与电路径，在保持高带宽的同时具备降低延迟与功耗的潜力；同时其将封装结构转化为可直接上板的模块化形态，从而提升系统集成效率。
- **CoWoP推动PCB制造体系由传统HDI向接近半导体封装的高精度制造体系演进。**①在加工工艺层面，PCB向Ultra-HDI方向发展，线宽/线距收敛至15-20 μm ，并由传统减成法逐步转向mSAP/SAP半加成工艺，结合多次叠层与类RDL设计实现高密度互连，同时通过堆叠microvia结构提升互连密度，整体工艺复杂度显著提升。②在设备层面，曝光环节需引入高分辨率LDI系统以满足精细线路加工需求，钻孔环节依赖高精度激光钻孔设备实现微孔结构加工，电镀及后段设备则需具备高均匀性填孔与平坦化能力，整体设备体系向半导体级精度与控制能力演进。

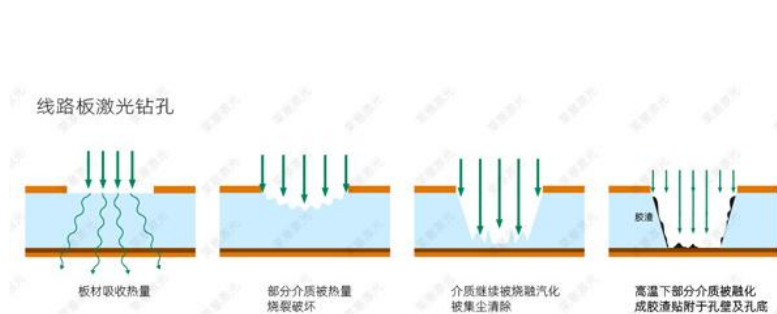
图表：各类增强纤维材料的典型性能对比



图表：三种PCB制造方法



图表：线路板激光钻孔原理



- **全球AI算力高速扩容驱动服务器架构持续迭代，Rubin新一代平台带动PCB向超高多层正交叠构、M9低介基材、Q布高纯石英材料、封装级精密制程全方位升级，全面革新PCB全链条加工工艺。行业投资聚焦核心主线：新架构、新材料技术变革，持续拉动高端设备与专用耗材量价齐升，行业迎来长期高景气成长周期。**
- **PCB钻针：**Q布超高硬度叠加超高多层板工况，常规钨钢钻针寿命大幅缩减，行业全面切换超长径比、高刚性、金刚石涂层专用微钻。单PCB耗针量显著上行，高端产品单价、整体消耗量同步进入量价齐升周期。相关标的：鼎泰高科、中钨高新、沃尔德。
- **PCB设备：**Rubin催生超快紫外激光加工、高阶高精度LDI、超高多层深孔管控等全新高端品类，国内厂商技术水平同步全球一线标准，深度匹配英伟达AI算力板严苛制程要求，高端机型单机价值、产品盈利毛利率持续上行，充分享受行业技术迭代红利。相关标的：大族数控、芯碁微装、凯格精机。

一、AIDC发电：AI 算力需求高增，AIDC电源开启长周期景气

二、PCB设备：AI 芯片硬件迭代，PCB 设备/耗材量价持续上行

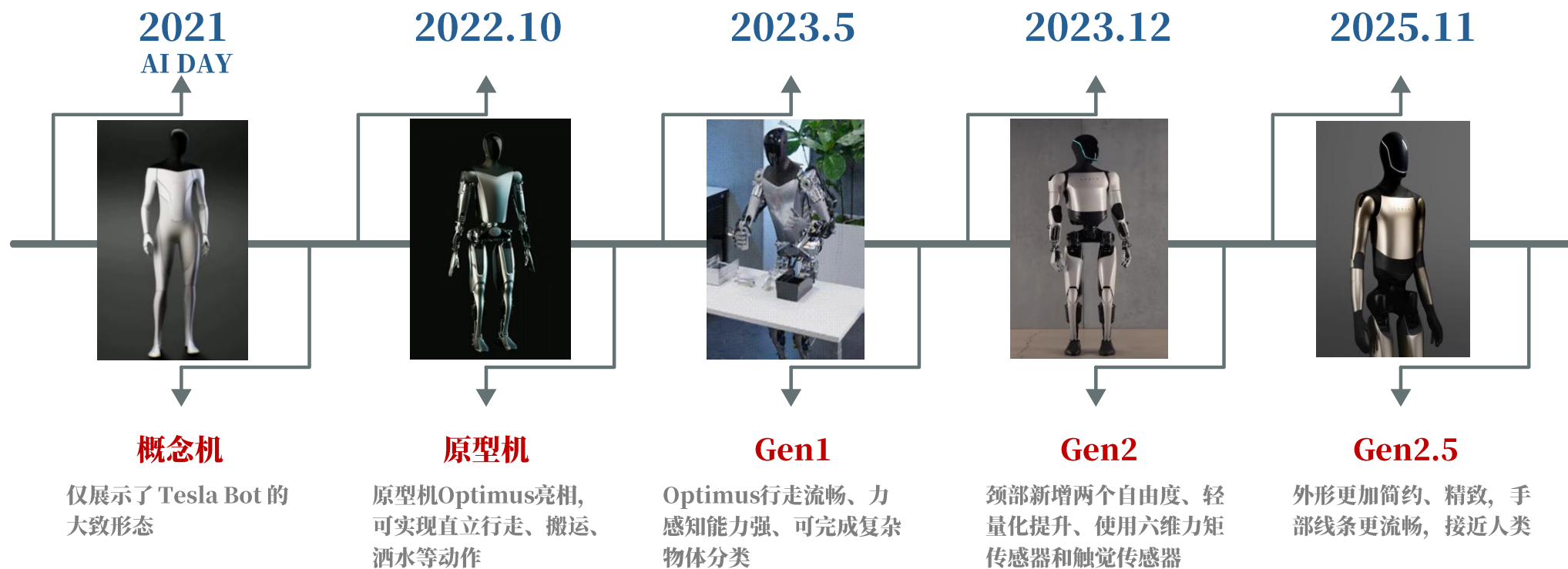
三、人形机器人：大模型赋能，人形机器人迈入量产落地元年

四、核心推荐组合

3.1.1 人形机器人：特斯拉Optimus引领行业快速发展，2026年启动规模量产

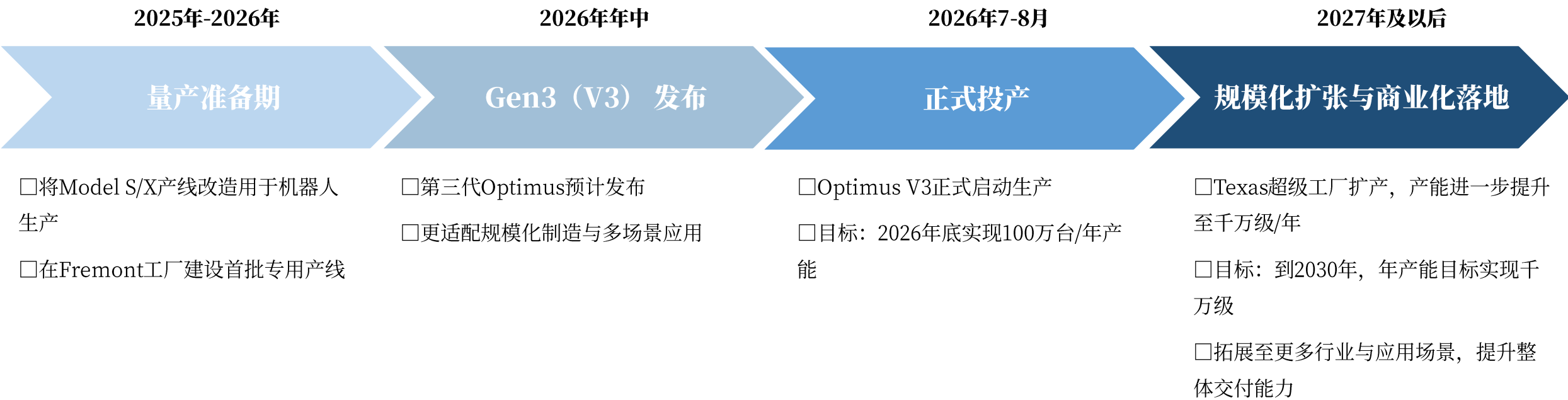
- **特斯拉Optimus持续迭代进化，2026年将步入规模量产。**2023年以来，特斯拉Optimus机器人快速迭代进化，核心突破集中在运动控制、灵巧手、AI 感知与自主学习三大维度，已从实验室走向工厂实用化。据特斯拉25Q4财报说明会，Optimus Gen3将于2026Q1发布，该版本是“首个为大规模生产设计的型号”，目标在2026年底前启动生产，远期规划是年产能达100万台，届时成本有望降低到2-3万美元/台。

图表：特斯拉Optimus持续迭代进化



■ **特斯拉Optimus V3预计于2026年7-8月投产。**①从制造端来看，特斯拉已启动生产体系重构，包括计划将Model S/X产线改造用于机器人生产，并在Fremont工厂建设首批专用产线，当前第一代生产线已进入安装阶段，整体处于由工程验证向规模化制造过渡的关键节点。②从产能规划来看，特斯拉提出分阶段扩张路径，短期目标是在2026年底实现约100万台/年的产能，中长期依托Texas超级工厂进一步放大至千万级年产规模。③从产品层面来看，第三代Optimus被定位为首个面向量产的版本，预计于2026年年中发布并在当年7至8月启动生产，随着测试与验证持续推进，预计将于2027年前后逐步由内部应用拓展至外部商业场景，整体商业化节奏正在加快。

图表：Tesla Optimus人形机器人量产与商业化路线图

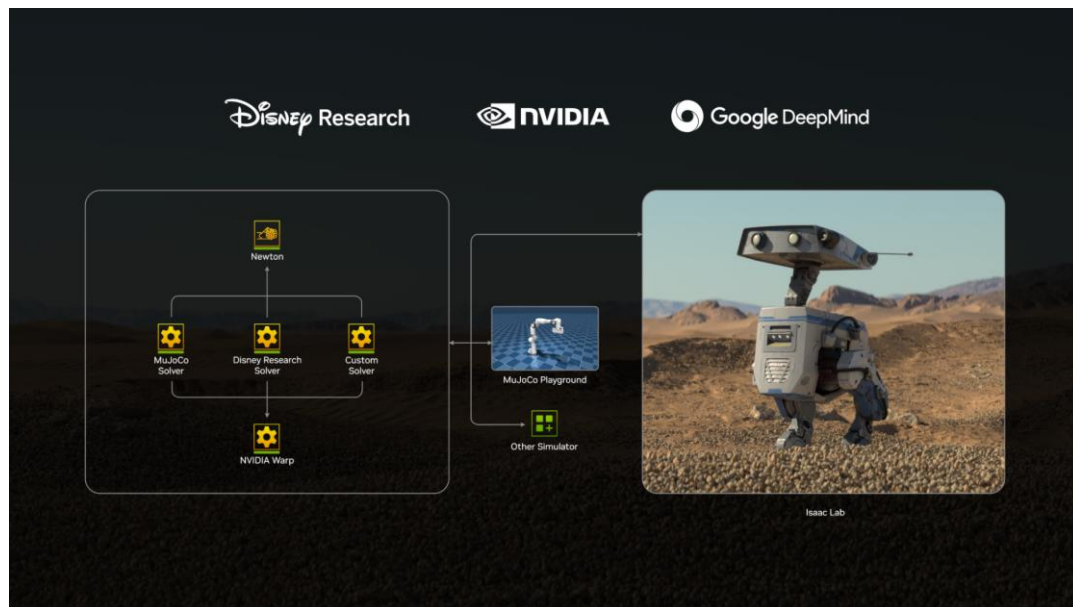


3.1.2 人形机器人：海外科技巨头加速入局，商业化渐行渐近



- **英伟达**：2025年发布全球首个开源、可定制的人形机器人通用基础模型 Isaac GR00T N1，采用仿人类“快思考+慢思考”的双系统架构，大幅降低机器人研发门槛；在机器人学习大会（CoRL）上发布与 DeepMind、迪士尼联合开发的开源引擎Newton物理引擎，用于高精度机器人仿真，标志着英伟达正在从一家芯片供应商向全面的人工智能基础设施提供者转型。
- **Figure AI**：1) 软件突破：发布全球首个端到端Helix VLA 视觉 - 语言 - 动作模型，实现自然语言直接控制全身与双手、支持双机协作与未知物体抓取，并终止与 OpenAI 合作、转向全栈自研；2) 量产规划：推出量产机型Figure 03，自建 BotQ 工厂一期年产能1.2 万台、目标四年累计生产10 万台，同步在宝马工厂落地工业场景验证，成为人形机器人领域技术 + 量产 + 商业化同步领跑的标杆企业。

图表：Newton 物理引擎运行架构示意图



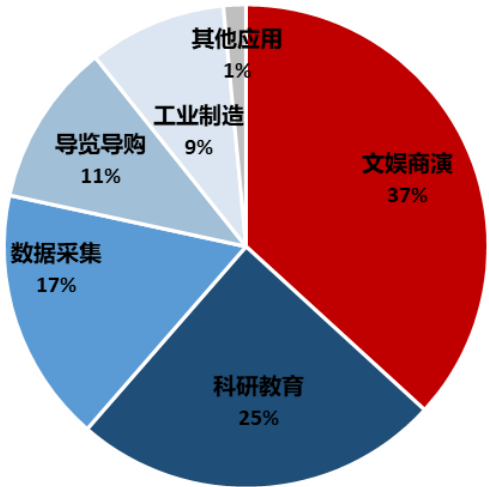
图表：Figure 03主要面向家庭和规模化场景



3.2 人形机器人：国内出货量全球领先、资本化全面提速，产业迈入量产落地与商业兑现

- 2025年国内人形机器人产业呈现出出货量全球领跑、资本化全面提速的核心特征，我国企业凭借规模化量产与供应链优势占据全球主导地位，行业正式从技术验证阶段迈入量产落地与商业兑现的关键周期。
- ✓ **出货量全球领先：**据IDC数据，2025年全球人形机器人出货量接近1.8万台，同比增长约508%，其中我国企业占据主导地位。宇树、智元出货量约为5000台，在规模化生产、产品成熟度及应用场景覆盖上有领先优势；乐聚、加速进化和松延动力出货量约1000台，专注重点场景落地。
- ✓ **资本化全面提速：**1) 一级市场：据IT桔子数据，2025年我国机器人总融资额估算超过570亿元，同比增长近3倍；2) 二级市场：宇树、乐聚、云深处进入科创板辅导，智元收购上纬新材获得上市平台，优必选收购锋龙股份登陆A股。

图表：2025年全球人形机器人应用场景分布（按出货量）



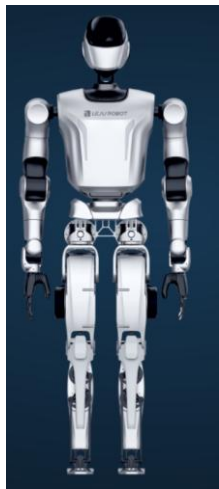
图表：智元机器人远征A2



图表：宇树机器人Unitree G1



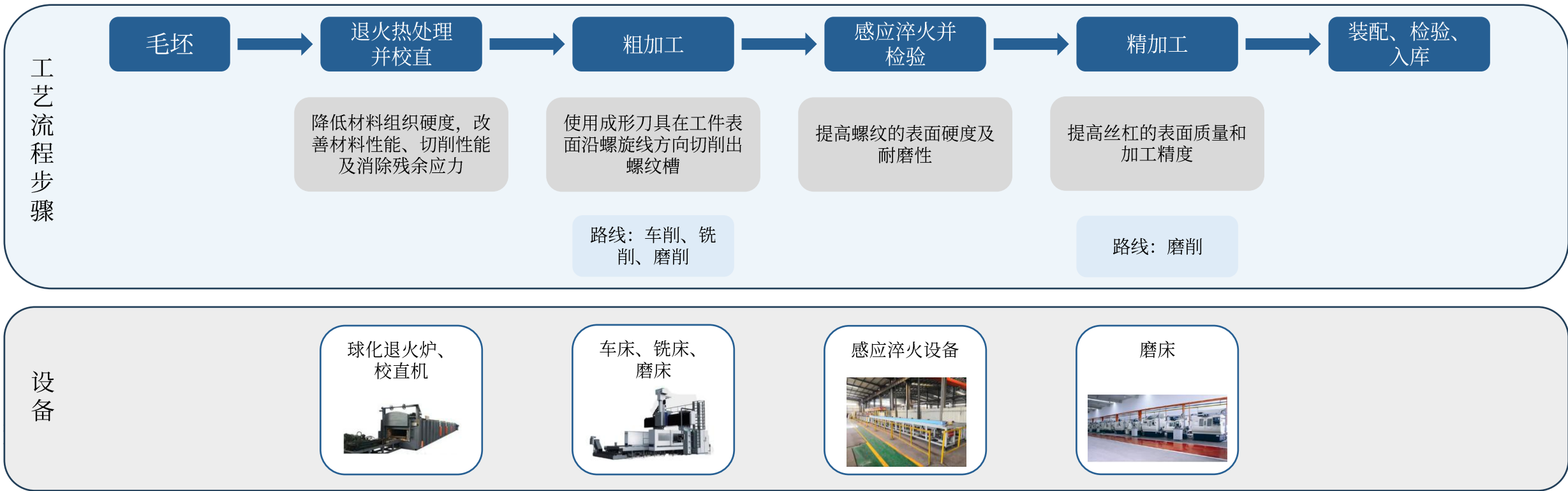
图表：乐聚机器人KUAVO 5



3.3.1 人形机器人：丝杠普及程度加深，工艺突破与设备国产化推动成本下降

- 目前国内外主流人形机器人关节方案已形成电驱动主导、旋转为主/线性为辅、多路线并行的格局，核心差异体现在减速器选型、电机方案、集成度与力控策略上，国外偏高精度/高动态，国内侧重高扭矩密度、低成本集成与量产适配。
- **丝杠**：特斯拉、小鹏、小米主要使用行星滚柱丝杠作为线性关节核心部件，行业普及线性驱动方案程度加深；同时丝杠产业迎来价格战、工艺突破、设备国产化三重变化，国产厂商通过反向式结构、冷镦、以车代磨等新工艺提升性能与效率，专用螺纹磨床等核心设备实现自主可控，推动量产成本下降，国产替代全面提速。

图表：滚柱丝杠加工工艺及设备





- **减速器**：技术选型出现分化。谐波减速器凭借高精度、小体积、成熟供应链，仍是人形机器人上肢、腰部、手部等轻载精密关节的主流通用方案；行星减速器凭借高扭矩密度、低成本、易量产等优势，成为国产头部机器人下肢、躯干的首选；摆线针轮减速器精度高于行星减速器，负载能力、刚性与抗冲击性优于谐波减速器，在重载、高动态行走关节具有优势，成为新增技术路线。
- **电机**：无框力矩（直线/旋转关节）+空心杯（手部）双主流格局确立，功率密度/动态响应/集成度全面升级，国产替代加速、规模效应推动价格降低；同时轴向磁通、PCB、GaN 驱动等新路线萌芽，为 2026-2027 年规模化量产奠定基础。

图表：谐波减速器、行星减速器、摆线针轮减速器对比

	谐波减速器	行星减速器	摆线针轮减速器
核心特点	精度高、体积小、重量轻、零背隙	结构简单、扭矩密度高、成本低、响应快	刚性强、抗冲击、重载、寿命长
刚性 / 抗冲击	差，不耐冲击	中，适合准直驱、中重载	优，极强抗冲击
精度 / 背隙	极高，几乎零背隙	中，有一定背隙	中高，背隙小
减速比	大（30~160）	中（3~20单级，多级可达100+）	大（30~150）
寿命	5-7万小时	8-10万小时	10万小时
典型关节	肩、肘、腕、手、腰	躯干、下肢（准直驱）	髋、膝、踝（下肢重载）

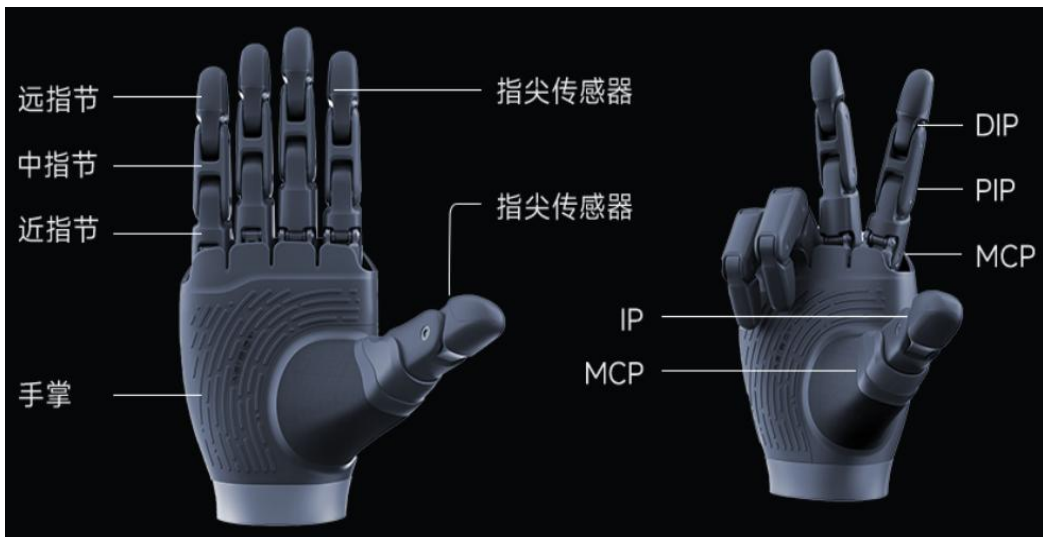
图表：轴向磁通电机与传统电机对比

	轴向电机	径向电机（传统电机）
结构特点	扁平化设计，轴向尺寸短	圆柱形结构，轴向长度长
功率密度	高	中等
扭矩特性	低速高扭（转子直径大）	扭矩随转速变化较明显
散热难度	散热路径长，需优化设计	散热路径较短，工艺成熟
成本与工艺	成本高，工艺复杂	成本较低，量产工艺成熟
效率	通常>96%	通常90%-95%

3.3.3 人形机器人：灵巧手在自由度、驱动性能、触觉感知等方面实现突破

- **灵巧手**：2025年行业在仿生结构、驱动性能、传动方案、感知系统、智能控制、材料工艺及供应链国产化等维度迎来集中迭代与工程化突破。
- **自由度与仿生结构显著升级**：主动自由度从早期 11-15 自由度提升至 20-24 自由度，被动柔性关节、仿生传动结构在高端产品广泛应用，从实验室结构原型正式走向高度拟人化的工程化产品；
- **传动路线收敛**：行业灵巧手传动方案从早期多样探索逐步收敛为腱绳驱动、连杆直驱、混合传动三大主流路线；
- **触觉感知从单点走向高密度多模态融合**：触觉传感器进入高密度、高分辨率、大面积覆盖阶段，单手握持感知点从早期的数十个提升至数百甚至上千个，触觉感知、视觉识别、力控反馈与端侧 AI 深度融合。

图表：智元OmniHand灵巧手



图表：兆威机电灵巧手支持灵活定制



图表：特斯拉灵巧手持续迭代进化

	一代灵巧手	二代灵巧手	三代灵巧手
示意图			
执行器数量（个）	6	6	17
自由度（个）	11	11	22
执行器方案	空心杯电机+行星减速箱+蜗轮蜗杆	指尖增加触觉传感器	空心杯电机/无刷有齿槽电机+微型丝杠+腱绳+微型减速箱+触觉传感器
电机位置	手掌	手掌	手臂
性能改进		运动速度和抓取性能显著提升，触觉传感器提高了感知能力，使得力控更加精准。	手部空间不再受电机的限制，关节灵活度更高；腱绳用量增多、增加关节柔韧性；使用丝杠传动提高了精度。

- **2026年是人形机器人从小批量订单走向规模化量产的关键元年，行业在技术路径收敛与供应链落地层面同步加速，投资端建议围绕特斯拉T链核心业绩锚、跨界新技术弹性源、国内本体供应链成长线、海外非T链增量市场四大维度展开。**
- **T链核心：**特斯拉 Optimus Gen3 量产落地，核心供应链标的均通过特斯拉审厂绑定订单，覆盖执行器、减速器、丝杠等核心环节，受益于订单放量与国产化率提升，业绩确定性强。相关标的：三花智控、拓普集团、恒立液压、浙江荣泰、五洲新春、金沃股份、双元科技、绿的谐波、斯菱智驱；
- **新技术：**机器人技术迭代加速，电子皮肤、轴向磁通电机、PEEK 轻量化材料、氮化镓（GaN）驱动等前沿技术有望逐步走向工程化，标的凭借在精密制造、新材料、传感驱动等领域的技术积累，率先切入高成长细分环节，受益于技术路线定型与规模化应用，具备显著成长弹性。相关标的：岱美股份、铁流股份、模塑科技、汉威科技等；
- **国内本体供应链：**宇树、智元、乐聚、银河通用等国内人形机器人本体厂商陆续启动上市，商业化落地推进，其供应链标的深度绑定头部本体厂，受益于零部件需求放量。相关标的：美湖股份、上纬新材、中大力德、蓝黛科技等；
- **海外其他供应链机会：**海外非特斯拉机器人整机厂产业化加速，标的凭借产品技术优势切入其核心供应链。相关标的：兆威机电、银轮股份等。

一、AIDC发电：AI 算力需求高增，AIDC电源开启长周期景气

二、PCB设备：AI 芯片硬件迭代，PCB 设备/耗材量价持续上行

三、人形机器人：大模型赋能，人形机器人迈入量产落地元年

四、核心推荐组合



图表：核心推荐个股组合概览（收盘价取2026.5.6，预测净利润为iFind一致预期）

简称	代码	收盘价（元）	总市值（亿元）	净利润			市盈率（倍）		
				2025	2026E	2027E	2025	2026E	2027E
杰瑞股份	002353	150.04	1,536.19	26.80	38.05	51.82	57.31	40.38	29.65
万泽股份	000534	40.80	207.90	1.97	3.34	4.83	105.52	62.19	43.01
应流股份	603308	81.39	552.67	3.49	5.92	8.96	158.52	93.30	61.66
东方电气	600875	40.64	1,381.62	38.31	47.44	55.95	36.06	29.12	24.69
泰豪科技	600590	16.83	143.54	0.61	3.84	5.47	237.11	37.38	26.26
中国动力	600482	39.66	899.59	13.01	29.98	42.39	69.15	30.00	21.22
联德股份	605060	64.39	154.92	2.28	3.33	4.45	68.04	46.48	34.81
鼎泰高科	301377	237.55	973.96	4.34	10.23	18.62	224.60	95.25	52.30
沃尔德	688028	122.00	184.16	0.95	1.35	1.65	194.86	136.41	111.61
中钨高新	000657	61.99	1,412.51	12.81	30.24	35.64	110.29	46.71	39.63
大族数控	301200	184.74	857.82	8.24	15.52	23.91	104.07	55.26	35.88
三花智控	002050	48.16	1,936.60	40.63	47.97	56.48	47.67	40.38	34.29
拓普集团	601689	62.04	1,078.15	27.79	34.48	42.23	38.80	31.27	25.53
恒立液压	601100	105.05	1,408.53	27.34	34.34	43.09	51.52	41.02	32.69
浙江荣泰	603119	84.08	305.83	2.78	3.99	5.62	109.86	76.58	54.39
北特科技	603009	45.48	157.54	1.20	1.73	2.70	131.78	90.81	58.39

- **海外需求不及预期：**全球 AI 算力资本开支落地节奏放缓，海外下游设备需求不及预期，将直接拖累相关产业链订单放量与业绩兑现进度。
- **地缘政治与贸易风险：**全球地缘政治博弈加剧、跨境贸易壁垒波动上行，带来国际贸易摩擦与供应链地缘风险，影响国内企业海外出海配套与全球份额拓展。
- **新技术推进不及预期：**英伟达 Rubin 架构迭代、人形机器人产业化、具身智能商业化进度滞后，前沿新技术落地与产业化推进不及预期，板块逻辑兑现存在不确定性。
- **竞争格局恶化：**行业高端产能持续扩张，同质化低端产品扎堆投放，引发价格战与盈利下行压力。
- **国产替代不及预期：**高端精密装备、核心零部件技术壁垒突破缓慢，海外龙头技术垄断格局难以快速打破，核心环节国产替代进度不及预期。
- **汇率波动风险：**人民币汇率大幅双向波动，影响海外订单盈利结算与出口产品竞争力，带来跨境经营汇率波动相关损益风险。

本报告内容精选自同名研报《机械行业2026年中期策略：AI 重塑新周期，制造再启新篇章》（2026年5月11日发布），如您需要报告全文，可联系研究所销售团队：

陈艺丹 18611188969, chenyd@avicsec.com

李裕淇 18674857775, liyuq@avicsec.com

李友琳 18665808487, liyoul@avicsec.com

李若熙 17611619787, lirx@avicsec.com

**闫智：**

先进制造行业 分析师

南京大学工学硕士，2022年7月加入中航证券研究所，覆盖机器人、工业母机、锂电设备等。

SAC：S0640524070001

**周子硕：**

先进制造行业 研究员

南洋理工大学应用经济学硕士，2024年11月加入中航证券研究所，覆盖先进产业中小盘研究。

SAC：S0640124110004

我们设定的上市公司投资评级如下：**买入：**未来六个月的投资收益相对沪深300指数涨幅10%以上。**增持：**未来六个月的投资收益相对沪深300指数涨幅5%~10%之间。**持有：**未来六个月的投资收益相对沪深300指数涨幅-10%~+5%之间。**卖出：**未来六个月的投资收益相对沪深300指数跌幅10%以上。**我们设定的行业投资评级如下：****增持：**未来六个月行业增长水平高于同期沪深300指数。**中性：**未来六个月行业增长水平与同期沪深300指数相若。**减持：**未来六个月行业增长水平低于同期沪深300指数。**分析师承诺**

负责本研究报告全部或部分内容的每一位证券分析师，在此申明，本报告清晰、准确反映了分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。风险提示：投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

免责声明

本报告由中航证券有限公司（已具备中国证券监督管理委员会批准的证券投资咨询业务资格）制作。本报告并非针对意图送发或为任何就送发、发布、可得到或使用本报告而使中航证券有限公司及其关联公司违反当地的法律或法规或可致使中航证券受制于法律或法规的任何地区、国家或其它管辖区域的公民或居民。除非另有显示，否则此报告中的材料的版权属于中航证券。本报告仅供中航证券客户使用，未经中航证券事先书面授权，不得更改或以任何方式发送、复印本报告的材料、内容或其复印本给予任何其他人或其他渠道。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任并有权追究转载方的法律责任，包括但不限于立即停止未经授权的转载行为，通过公开声明或其他方式消除因侵权行为造成的不良影响、要求承担赔偿责任等。

本报告所载的资料、工具及材料只提供给阁下作参考之用，并非作为或被视为出售或购买或认购证券或其他金融票据的邀请或向他人作出邀请。中航证券未有采取行动以确保于本报告中所指的证券适合个别的投资者。本报告的内容并不构成对任何人的投资建议，而中航证券不会因接受本报告而视他们为客户。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被中航证券认为可靠，但中航证券并不能担保其准确性或完整性。中航证券不对因使用本报告的材料而引致的损失负任何责任，除非该等损失因明确的法律或法规而引致。投资者不能仅依靠本报告以取代行使独立判断。在不同时期，中航证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告仅反映报告撰写日分析师个人的不同设想、见解及分析方法。为免生疑，本报告所载的观点并不代表中航证券及关联公司的立场。

中航证券在法律许可的情况下可参与或投资本报告所提及的发行人的金融交易，向该等发行人提供服务或向他们要求给予生意，及或持有其证券或进行证券交易。中航证券于法律容许下可于发送材料前使用此报告中所载资料或意见或他们所依据的研究或分析。

联系地址：北京市朝阳区望京街道望京东园四区2号楼中航产融大厦中航证券有限公司

公司网址：www.avicsec.com

联系电话：010-59219558

传 真：010-59562637

销售团队 陈艺丹, 18611188969, chenyd@avicsec.com, S0640125020003

李裕淇, 18674857775, liyuq@avicsec.com, S0640119010012

李友琳, 18665808487, liyoul@avicsec.com, S0640521050001

李若熙, 17611619787, lirx@avicsec.com, S0640123060013