

中国经济高质量发展系列研究

数字经济时代 AI 引领新变革，金属新材料迎新成长机遇



有色组首席分析师：华立

数字经济时代 AI 引领新变革，金属新材料迎新成长机遇

核心观点：

● **数字经济将是推动经济发展的新引擎，人工智能有望提升新质生产力，新时代下金属新材料将迎来发展新机遇：**数字经济正在凭借提升全要素生产率及提高产业附加值，成为引领经济增长与新质生产力发展的重要“引擎”。人工智能作为一种前沿技术，正引领着数字经济的新变革。我们认为数字经济与人工智能发展对基础层算力需求的提升，以及应用层人形机器人产业化，都将带来金属新材料渗透率提升下的成长性投资机会。

● **算力提升大势所趋，催生 AI 芯片、光模块产业链核心新材料需求：**国内经济进入新周期的背景下，算力提升是数字经济与人工智能发展的必然要求，亦对一国经济的增长拉动效应显著。自 2023 年以来，国家各级政府自上而下推动算力体系建设，叠加企业在人工智能产业进步推动下对算力的需求，算力建设已成为促进数字经济与人工智能高质量发展的关键。算力需求提升将带动 AI 芯片、光模块产业链上游金属软磁粉、钨铜合金、砷化镓和磷化铟等核心新材料的加速应用与需求增长。

金属软磁粉芯：金属软磁粉芯较传统的铁氧体在饱和磁感应强度、体积等方面优势突出，可同时满足高频使用和体积小型化的需求，更符合大算力的应用场景，是提升芯片电感性能、效率及可靠性的理想选择。伴随 AI 芯片应用需求渐增，未来金属软磁粉芯产品迭代空间广阔。

砷化镓和磷化铟：砷化镓和磷化铟衬底电子迁移率高、光电性能好。光通信产业链中，磷化铟和砷化镓衬底是光芯片的底层材料，光模块需求有望带动其市场规模稳步增长。

钨铜合金：在光模块向高速率升级过程中，对光模块芯片基座材料散热性能提出更高要求。钨铜合金具备低膨胀、高导热特性，不同成份的钨铜合金可以匹配 400G、800G、1.6T 光模块芯片基座的散热需求，光模块升级将加速推动新材料迭代。

● **人形机器人蓝海市场开启，高性能钕铁硼远期成长动能充足：**人形机器人将成为 AI 终极形态，深刻变革人类生产生活方式，持续推动数字经济发展。人工智能进步打开人形机器人落地应用的想象空间。国内产业扶持政策密集出台，国内企业相继加码机器人核心零部件生产基地建设，人形机器人产业化或加速落地，打开上游关键材料钕铁硼远期需求空间。

高性能钕铁硼：高性能钕铁硼可被用于人形机器人的伺服系统，主要用于制造无框力矩电机和空心杯电机，钕铁硼高矫顽力与高磁能积的特性使其在人形机器人中的应用难被其他材料替代。人形机器人产业化或打开高性能钕铁硼新市场。

● **投资建议：**关注数字经济发展与 AI 浪潮下金属新材料行业发展机遇及相关公司，金属软磁粉芯：铂科新材、悦安新材；砷化镓、磷化铟：云南锗业；钨铜合金：斯瑞新材；高性能钕铁硼：金力永磁、宁波韵升、中科三环。

分析师

有色首席分析师：华立 S0130516080004

风险提示

1. 新兴材料替代风险
2. 人工智能算力发展不及预期的风险
3. 下游需求不及预期的风险
4. 产业政策推进不及预期的风险

目 录

一、数字经济将成推动发展新动能，AI 催化金属新材料新机遇	4
（一）基础层——算力提升大势所趋，拉动金属新材料应用渗透加速	5
（二）应用层——AI 赋能人形机器人产业化，创造金属新材料新成长空间	8
二、金属软磁粉芯，具备优异性能的 AI 芯片电感材料	11
（一）芯片电感在供电模块扮演关键角色，金属软磁粉芯对铁氧体替代空间广阔.....	11
（二）铂科新材，芯片电感开启公司第二增长曲线.....	13
（三）悦安新材，电感基础材料羰基铁粉生产领先供应商	14
三、光通信高速率时代下，催生主流磷化铟、砷化镓芯片衬底需求	15
（一）磷化铟、砷化镓衬底是光芯片底层材料，国产替代进程有望加速	15
（二）云南锗业，拥有完整产业链的锗矿企业	19
四、钨铜合金，匹配性能提升下光模块芯片基座的最佳材料	20
（一）光模块升级对散热提出更高要求，加速钨铜合金材料迭代.....	20
（二）斯瑞新材，以铜基特种材料的制备技术为核心拓展光模块领域	21
五、人形机器人蓝海市场开启，高性能钕铁硼远期成长动能充足	22
（一）高性能钕铁硼比较优势显著，可用于人形机器人伺服系统.....	22
（二）国内高性能钕铁硼企业竞争力全球领先，有望率先进入人形机器人产业链.....	24
六、投资建议	27
七、风险提示	28

一、数字经济将成推动发展新动能，AI 催化金属新材料新机遇

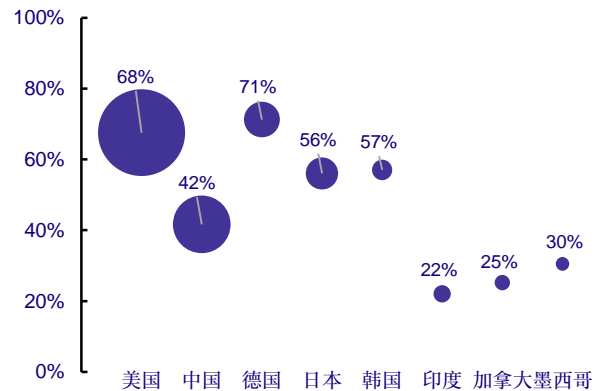
数字经济引领新质生产力，打造经济新动能。2023 年 12 月的中央经济工作会议提出 2024 年重点工作任务的首位是“以科技创新引领现代化产业体系建设”，其中数字经济又排列首位，强调“要大力推进新型工业化，发展数字经济，加快推动人工智能发展”、“广泛应用数智技术，加快传统产业转型升级”等。2024 年政府工作报告部署全年十大任务，将“大力推进现代化产业体系建设，加快发展新质生产力”放到首位，强调要“深入推进数字经济创新发展”。数字经济正在凭借提升全要素生产率及提高产业附加值，成为引领经济增长的重要“引擎”，以人工智能、大模型、大数据等为代表的数字技术是当下乃至未来数年内最前沿、发展速度最快、影响范围最广的科技变革之一。

图1：中国发展数字经济四大优势



资料来源：中国银河证券研究院

图2：2022 年数字经济占各国 GDP 的比重

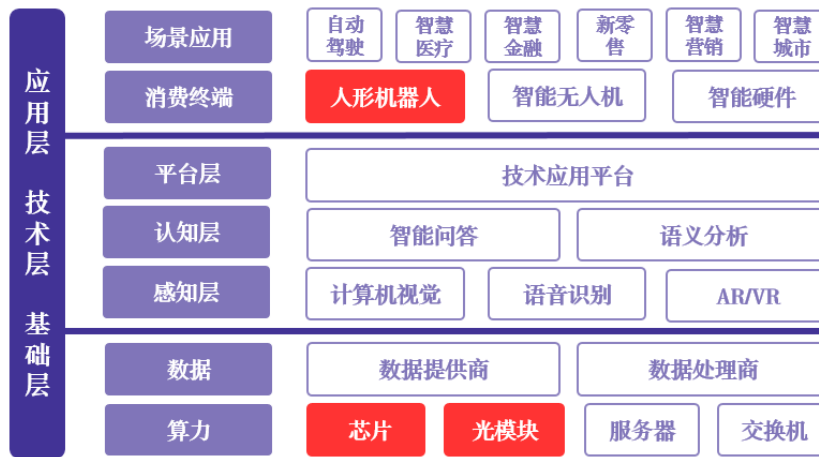


资料来源：信通院，中国银河证券研究院

人工智能作为数字经济的新引擎，正引领着经济的变革和创新。2024 年政府工作报告中提出要深化大数据、人工智能等研发应用，开展“人工智能+”行动。由此可见，在数字经济蓬勃发展的时代，人工智能作为一种前沿技术正引领着经济的新变革。无论是在产业升级、商业模式创新还是社会发展等方面，人工智能已经成为数字经济的新引擎。我们认为 2024 年或将成为我国数字经济发展的关键一年，从基础设施建设，到产业链逐步自主可控，再到行业应用的稳步推进的过程中持续推动。

数字经济发展的要求人工智能技术持续快速发展，对算力需求及下游应用形成催化。AI 在图像识别、语音识别、语音理解等诸多领域已超过人类能力，并且已广泛应用于各个领域，助推产业智能化升级，未来将进一步引领数字经济时代发展。据 IDC 预测，中国 AI 市场支出规模将在 2023 年增至 147.5 亿美元，2021-2026 年 CAGR 将超 20%。从 AI 产业链来看，可以分为基础层、技术层和应用层，基础层包括 AI 芯片等硬件设施及云计算等服务的基础设施、数据资源，为人工智能提供数据服务和算力支撑；技术层以模拟人的智能相关特征为出发点，构建技术路径；应用层是人工智能产业的延伸，集成一类或多类人工智能基础应用技术。数字经济和人工智能发展下对数据处理能力要求大幅提升，这必将带来算力需求的成倍增长，更先进、算力更强的 AI 芯片、光模块的应用，以及 AI 进步带动“AI+”应用层中人形机器人产业化，都将带来金属新材料渗透率提升下的成长性投资机会。

图3: AI产业链

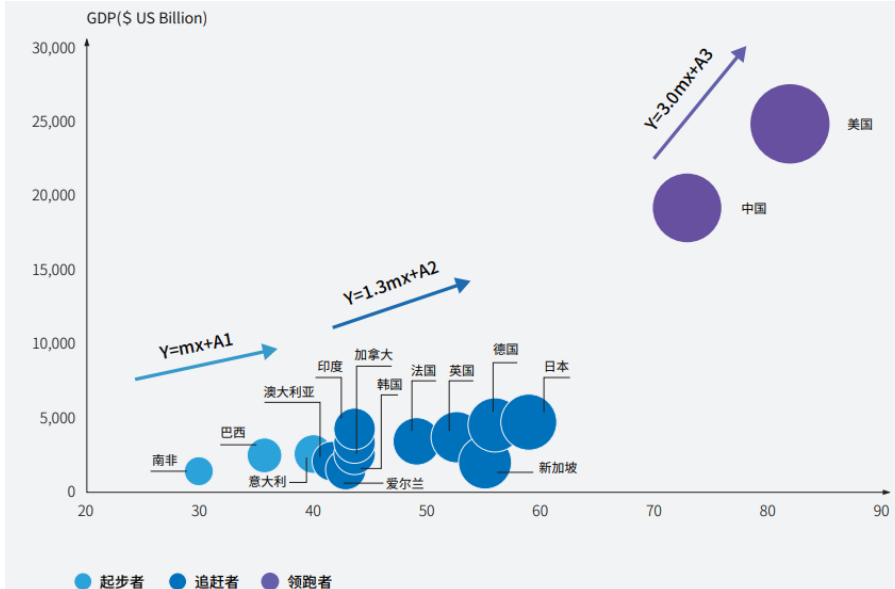


资料来源：中国银河证券研究院

（一）基础层——算力提升大势所趋，拉动金属新材料应用渗透加速

算力是数字经济时代新的生产力及人工智能发展的必要条件，且算力投资对一国经济增长的拉动效应显著。数字经济时代，算力的提高对一国经济的增长拉动效应显著，且具有持续性和倍增效应，据 IDC 测算，国家的计算力指数平均每提高 1 点，国家的数字经济和 GDP 将分别增长 3.6% 和 1.7%，预计该趋势在 2023 至 2026 年将继续保持；当一国的计算力指数达到 40 / 60 分以上时，国家的计算力指数每提升 1 点，其对于 GDP 增长的推动力将提高到 40 分以下时的 1.3 / 3.0 倍，可见我国算力发展对经济的拉动作用更为显著。

图4: 计算力指数与 GDP 回归分析趋势

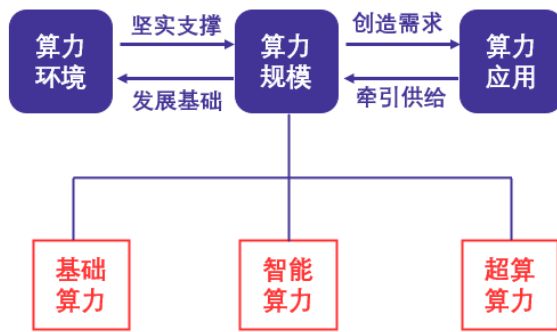


资料来源：IDC，中国银河证券研究院

从算力供给而言，可分为通用算力、智能算力和超算算力。算力实现的核心是 CPU、GPU、FPGA、ASIC 等各类计算芯片，并由计算机、服务器、高性能计算集群和各类智能

终端等承载，海量数据处理和各种数字化应用都离不开算力的加工和计算，算力数值越大代表综合计算能力越强，常用的计量单位是 FLOPS（每秒执行的浮点数运算次数）。

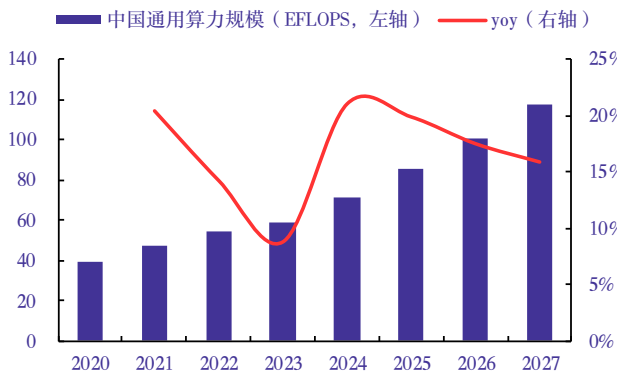
图5：算力分类（从供给侧看）



资料来源：中国信通院《中国算力发展指数白皮书》，中国银河证券研究院

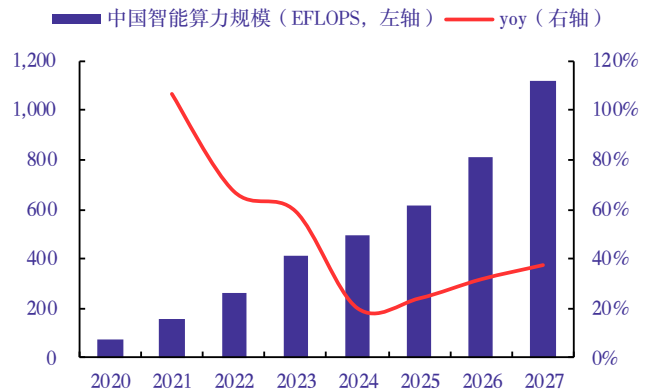
以 AIGC 为代表的人工智能应用等新需求崛起，拉动智能算力规模快速增长。2023 年 AIGC 领域表现出强劲的市场潜力，以 ChatGPT、GitHub CoPilot 和 Stable Diffusion 等生成式人工智能应用和工具的兴起，加速了科技产业创新。OpenAI 2024 年 2 月 16 日凌晨发布了文生视频大模型 SORA，仅根据提示词就可生成 60s 的连贯视频，远超行业目前平均“4s”的视频生成长度。SORA 的震撼发布，彻底颠覆文生视频领域，而复杂的模型和大规模训练对算力的速度、精度和性能提出了更高的要求，使得市场对更高性能的智能算力的需求迸发。据 IDC 测算，2022 年中国智能算力/通用算力规模分别为 259.9 / 54.5 EFLOPS，到 2027 年智能算力规模将达到 1117.4 EFLOPS，CAGR 达 33.9%，增速远超通用算力的 16.6%。

图6：2020-2027 年中国通用算力规模及预测



资料来源：IDC，中国银河证券研究院

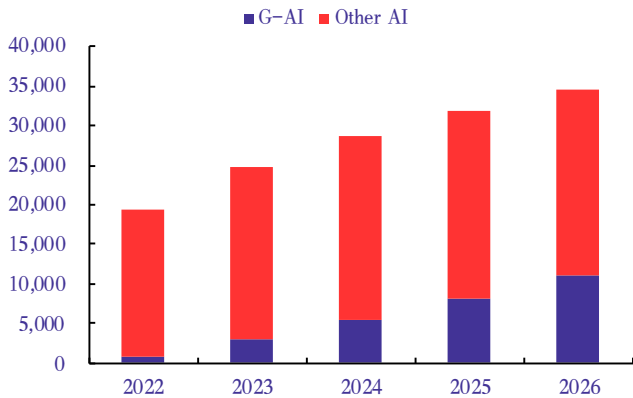
图7：2020-2027 年中国智能算力规模及预测



资料来源：IDC，中国银河证券研究院

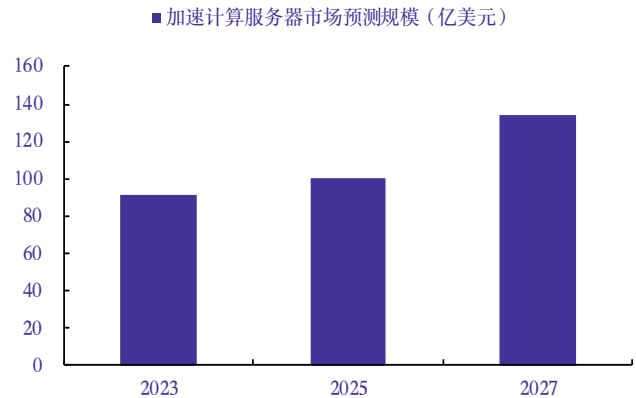
智能算力发展依赖于 AI 服务器，高算力和高能效的 AI 服务器需求有望持续增长。从感知智能到生成式智能，人工智能愈发依赖于“强算法、高算力、大数据”的支持，人工智能模型需要的准确性越高，训练该模型所需的计算力就越高。由于大模型对计算能力和数据的高需求，使得市场对于高性能和高能效的人工智能服务器需求将持续增长。IDC 预计，全球人工智能硬件市场（服务器），将从 2022 年的 195 亿美元增长到 2026 年的 347 亿美元，五年 CAGR 达 17.3%；预计 2023 年，中国人工智能服务器市场规模将达 91 亿美元/同比增长 82.5%，2027 年将达到 134 亿美元，五年 CAGR 为 21.8%。

图8：2022-2026 年全球人工智能服务器市场规模预测（含生成式人工智能和非生成式人工智能服务器）(\$M)



资料来源：IDC，中国银河证券研究院

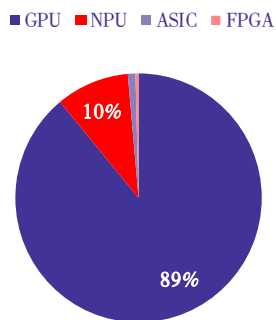
图9：2022-2027 年中国加速计算服务器市场预测



资料来源：IDC，中国银河证券研究院

算力芯片是 AI 计算的具体载体，是算力提升的核心部件。AI 芯片具备高性能等特性可更好地支持复杂算法，能够满足实时处理需求，广泛应用于人工智能领域各个方面。AI 芯片主要包括 GPU、ASIC、FPGA 等，目前 GPU 拥有最高的算力，主要用于 AI 模型的训练和推理过程，根据 IDC，2022 年 GPU 占中国 AI 芯片约 89% 的份额。高性能的算力芯片已经成为全球算力竞争，甚至是数字经济与人工智能竞争的关键胜负手。2018 年以来美国连续针对中国发起制裁，限制英伟达对华销售最先进、使用最广泛的两款 AI 训练 CPU——A100 和 H100，大大阻碍了中国人工智能和复杂计算领域的突破。AI 训练芯片受限加大了我国高制程芯片设计、代工的发展紧迫性，目前国产算力中华为已具备性价比，在参数方面，其昇腾 910 芯片单卡算力已经可与英伟达 A100 相媲美。数字经济与人工智能发展下，算力的需求不断增长，也将对算力更强、更先进的算力芯片提出不断升级的要求。

图10：2022 年中国 AI 芯片市场规模占比



资料来源：IDC，中国银河证券研究院

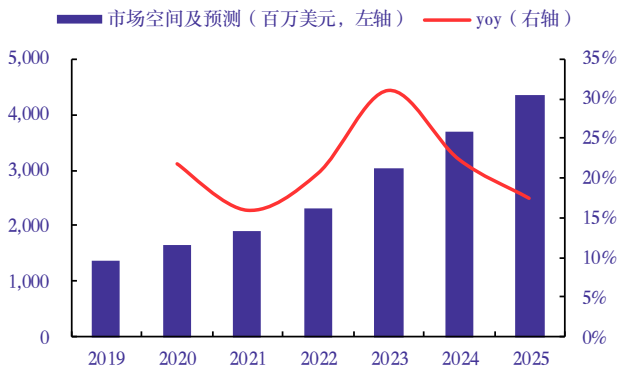
图11：英伟达与华为参数对比

	架构	算力		功耗
昇腾 310	达芬奇架构 3DCube 技术	16 TOPS @INT8	8 TOPS @FP16	8W
昇腾 910	达芬奇架构 3DCube 技术	640 TOPS@INT8	320 TFLOPS@FP16	310W
英伟达 A100	NVIDIA 安培 GPU 架构	624 TOPS@INT8	312 TFLOPS@FP16	300W
英伟达 H100	NVIDIA Hoppe GPU 架构	3958 TOPS@INT8	1979 TFLOPS@FP16	700W

资料来源：昇腾官网，英伟达官网，中国银河证券研究院

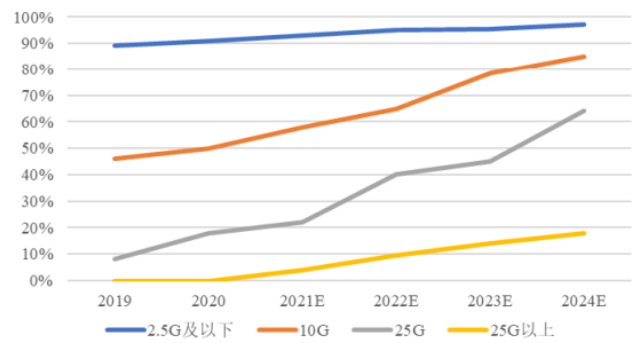
高算力需求要求光模块速率不断提升，光芯片作为算力基座国产替代空间广阔。AI 模型的训练和推理需要高带宽、低时延的光通信来提高算力的利用效率。英伟达推出的第四代 NVLink 连接主机和加速处理器的速度高达每秒 900GB/s，是传统 x86 服务器的互连通道 PCIe 5.0 带宽的 7 倍多，服务器和服务器间的连接效率提升进一步放大高速光模块的需求。光芯片作为光模块产业链上游中的核心部件，其性能大大影响了光通信系统的传输效率。而国内光芯片市场中，2.5G/10G 光芯片市场国产化程度较高，25G 以上光芯片国产化替代空间广阔。据 ICC 数据，2021 年 2.5G 国产光芯片占全球比重超过 90%、10G 国产光芯片占全球比重约 60%；25G 光芯片的国产化率约 20%，25G 以上光芯片的国产化率约 5%。

图12：全球高速率光芯片市场规模及预测



资料来源：源杰科技招股说明书, Omdia, 中国银河证券研究院

图13：中国光芯片厂商占全球份额



资料来源：源杰科技招股说明书, ICC, 中国银河证券研究院

在基础层，算力作为数字经济与人工智能的核心底座，算力基础设施长期空间广阔催生金属新材料需求。伴随 Sora、Chatgpt 等问世掀起人工智能浪潮，全球算力架构升级战已然打响，面对美国对我国高科技领域的制裁，自主可控保卫战势在必行，国产替代进程有望加速。算力需求提升背景下，金属新材料有望迎来发展新机遇：1) 算力芯片产业链中，金属软磁粉芯：综合特性优异，适用于高频、高功率应用场景，满足 AI 大算力应用场景，在新一代 AI 芯片中应用空间广阔；2) 光模块产业链中，砷化镓、磷化铟衬底：在 5G 通信、数据中心、新一代显示、无人驾驶、可穿戴设备、航天等方面有广阔的应用前景，AI 算力提升的拉动下有望蓬勃发展；钨铜合金：匹配 400G、800G、1.6T 高速率光模块散热提升需求，光模块升级或将加速推动新材料迭代。

（二）应用层——AI 赋能人形机器人产业化，创造金属新材料新成长空间

AI 大模型为机器人注入灵魂，具身智能机器人将成为人工智能终极形态。具身智能是指具备感知和理解环境的能力，能够与物理世界进行交互，并具备行动能力以完成任务的智能体，是人工智能的终极形态。未来具身智能机器人将沿“大脑先行、感知突破、身体完善、优化迭代”的方向发展。当前 GPT、数据、算力等技术的发展为人形机器人“大脑”提供了极佳的土壤，当机器人具备多模态信息处理能力时，首先在感知能力实现高度智能化，再推动“手脚”等运动执行器的改进来完善机器人本体，最后在实践中不断优化迭代，拓展应用领域，加速商业化进程。

表 1：具身智能机器人演化路径：完成由“不动”、到“固定动”、再到“自由动”的技术变革

发展阶段	特点	应用	规模
初级机器人	基本不动+重复执行	机械手、轨道机器人等	约 50 万个/年
中级机器人	行走+独立执行	清洁、环卫、仓储搬运，室内外配送机器人等	未来达到 1000 万/年
具身智能机器人	自主行走+自主执行	人形机器人等	未来与人类比例超过 1: 1，总量将达 100-200 亿

资料来源：中国银河证券研究院

特斯拉 Optimus 快速迭代，打开未来人形机器人落地应用的想象空间。2021 年 8 月 20 日，马斯克在首届特斯拉人工智能日上首次发布特斯拉人形机器人 (TeslaBot) 计划，代号“擎天柱”(Optimus)。之后近乎每半年特斯拉的人形机器人都会将进行更新迭代，2023 年 12 月人形机器人 Optimus-Gen2 震撼亮相，平衡能力和身体控制能力均有改善，能够仅依赖视觉对物体进行分类，且具备适应变化的环境并随时做出调整的能力。近期

马斯克分享了 Optimus 的最新视频，其行走步态更加稳健、体态也更接近人类，能够实现自然转弯等能力。

图14：特斯拉人行机器人迭代情况



资料来源：特斯拉官网，中国银河证券研究院

国内产业扶持政策密集出台，人形机器人产业化有望加速落地。2023年10月工信部发布《人形机器人创新发展指导意见》，首次将人形机器人产业提升至国家层面指导意见，计划到2025年，初步建立人形机器人创新体系，“大脑、小脑、肢体”等一批关键技术取得突破，确保核心部组件安全有效供给。整机产品达到国际先进水平，并实现批量生产；2027年，综合实力达到世界先进水平，成为重要的经济增长新引擎。北京、广东、上海多地已设立人形机器人产业园，据北京日报，目标规模100亿元的北京机器人产业发展投资基金注册落地经开区，将助力北京打造世界领先的人形机器人产业发展高地。

表 2：人形机器人扶持政策梳理

时间	政策	发布部门	主要内容
2023 年 1 月	《“机器人+”应用行动实施方案》	工业和信息化部等 17 部门	目标： 提出到 2025 年，制造业机器人密度较 2020 年实现翻番，服务机器人、特种机器人行业应用深度和广度显著提升，机器人促进经济社会高质量发展的能力明显增强。 重点任务之一： 前瞻布局人形机器人产业标准研究。
2023 年 8 月	《新产业标准化领航工程实施方案（2023-2035 年）》	工业和信息化部等四部门	开展人形机器人专用结构零部件、驱动部件、机电系统零部件、控制器、高性能计算芯片及模组、能源供给组件等基础标准预研。研制人形机器人感知系统、定位导航、人机交互、自主决策、集群控制等智能感知决策和控制标准。
2023 年 8 月	关于组织开展 2023 年未来产业创新任务揭榜挂帅工作的通知	工业和信息化部办公厅	任务内容： 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。
2023 年 10 月	《人形机器人创新发展指导意见》	工业和信息化部	工作目标： 到 2025 年，人形机器人创新体系初步建立，整机产品达到国际先进水平，并实现批量生产，在特种、制造、民生服务等场景得到示范应用；到 2027 年，人形机器人技术创新能力显著提升，产业加速实现规模化发展，应用场景更加丰富，成为重要的经济增长新引擎。 主要内容： 包含关键技术突破、产品培育、场景拓展、生态营造、支撑能力五方面。
2024 年 1 月	《关于推动未来产业发展的实施意见》	工业和信息化部等七部门	重点任务之一： 打造标志性产品，包括人形机器人。突破机器人高转矩密度伺服电机、高动态运动规划与控制、仿生感知与认知、智能灵巧手、电子皮肤等核心技术，重点推进智能制造、家庭服务、特殊环境作业等领域产品的研制及应用。

资料来源：中国政府网，中国银河证券研究院

国内企业相继加码机器人核心零部件生产基地建设，产业向上趋势逐步兑现。从国内产业化进程来看，2023 年人形机器人尚处于前期研发、客户送样等阶段，拓普集团研发的机器人直线执行器和旋转执行器已经多次向客户送样，获得客户认可及好评，项目要求自 24Q1 开始进入量产爬坡阶段，初始订单为每周 100 台。2024 年国内零部件企业拓普集团、三花智控相继签署协议建设机器人零部件生产基地，有望加速人形机器人产业量产落地。

表 3：机器人核心零部件生产基地建设公告

时间	公司	协议	投资金额	主要内容
2024 年 1 月	拓普集团	《机器人电驱系统研发生产基地项目投资协议书》	50 亿元	规划用地 300 亩，在宁波经济技术开发区建设机器人核心部件生产基地，项目主要进行机器人电驱系统的研发生产及销售，并逐步拓展其他机器人部件业务。
2024 年 1 月	三花智控	《三花智控未来产业中心项目投资协议书》	不低于 50 亿元，其中机器人项目不低于 38 亿元	在钱塘区投资建设机器人机电执行器和域控制器研发及生产基地项目。

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

海外人形机器人已有商业应用场景落地，国内应用可期。亚马逊推出的人形机器人 Digit 将应用于物流仓储环节，主要任务包括卸载货车、搬运箱子、管理货架等，预计将在 2025 年全面上市。美国 1X technologies 与 ADT commercial 共同研发的人形机器人 EVE 目前已成功应用于巡逻安保场景。1X 推出的另一款双足仿人机器人 NEO 目前已经能够自然准确地穿门、爬楼梯和执行任务，在安全、物流、制造和机械操作等领域表现出色的同时，NEO 还能为家庭提供帮助。国内方面，《“十四五”机器人产业发展规划》提出，到 2025 年，我国成为全球机器人技术创新策源地、高端制造集聚地和集成应用新高地。

图15: 1X 人形机器人 EVE



资料来源: 1X technologies, 中国银河证券研究院

图16: 1X 人形机器人 NEO



资料来源: 1X technologies, 中国银河证券研究院

在应用层，人形机器人产业化有望打开钕铁硼远期新需求与成长空间。人形机器人集成人工智能、高端制造、新材料等先进技术，有望深刻变革人类生产生活方式，在我国人口红利减退、老龄化程度加深、劳动力成本上升的时代背景下，人形机器人的通用属性可以打开工业制造、商用服务和家庭陪伴等多种应用场景。当前，人形机器人技术加速演进，已成为科技竞争的新高地，持续推动数字经济发展。伴随人形机器人产业发展持续推进，产业链上游关键材料钕铁硼有望打开远期需求空间。

二、金属软磁粉芯，具备优异性能的 AI 芯片电感材料

(一) 芯片电感在供电模块扮演关键角色，金属软磁粉芯对铁氧体替代空间广阔

芯片电感在 GPU 及 CPU 的供电模块扮演关键角色，为算力提供重要支撑。芯片电感位于供电模块，主要起到为 GPU、CPU、ASIC、FPGA 等芯片前端供电的作用，以维持主板和显卡中的各种芯片的正常工作。供电模块通过调压、稳压以及滤波，让 GPU、CPU 持续获得稳定、纯净及大小电压合适的电流。芯片电感应应用领域广泛，包括服务器、通讯电源、GPU、FPGA、电源模组、笔记本电脑、矿机等。

图17: 芯片电感产业链

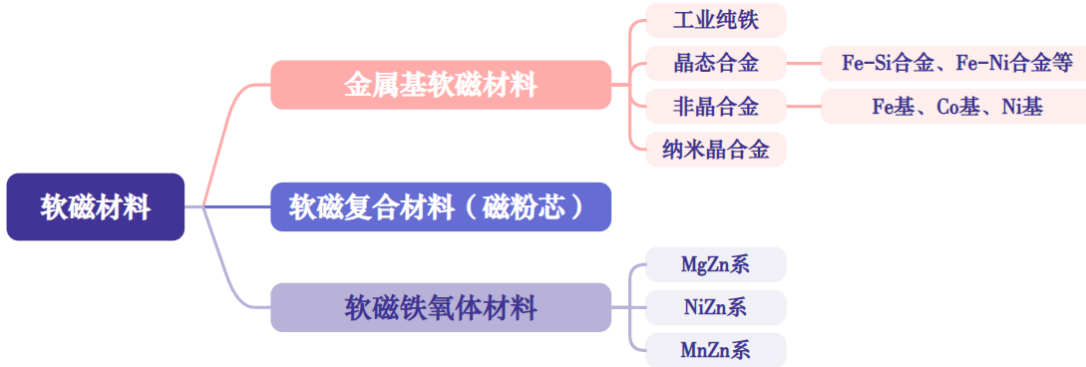


资料来源: 铂科新材公告, 中国银河证券研究院

软磁材料是提升芯片电感性能、效率及可靠性的理想选择。软磁材料作为一种信息功能材料，具有较高的饱和磁感应强度与磁导率，较低的矫顽力及各向同性的磁性能，使得软磁材料能有效引导和增强磁通，同时高频应用中减少能量损失和发热，从而提高电感的性能和效率，确保了电感在高电流和广泛频率范围内的稳定性和可靠性。软磁

材料主要分为三类：1) 金属软磁材料，一般应用于频率较低的工频范围；2) 软磁复合材料，以磁粉芯为基体加入不同绝缘物质覆盖形成的复合材料，主要用于 kHz 到 MHz 的中高频领域；3) 软磁铁氧体材料，一般应用于 MHz 到 GHz 的高频范围，如微波环形器。

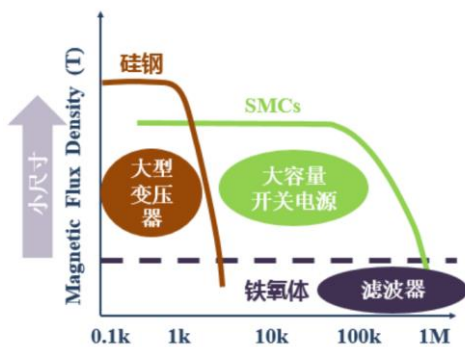
图18: 软磁材料分类



资料来源:《激光增材制造制备软磁材料的性能研究》王恒通, 中国银河证券研究院

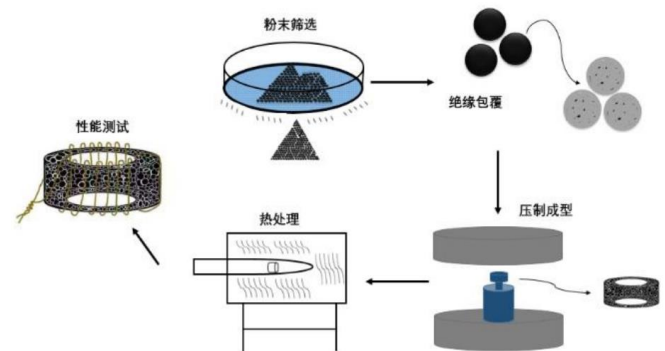
金属软磁粉芯综合特性优异, 适用于高频、高功率应用场景。金属软磁粉芯 (SMC) 由于其独特的结构与制备工艺, 具有许多优越的特性, 主要表现在: (1) 饱和磁感应强度高, 既保留了金属软磁材料的优点, 又远优于软磁铁氧体, 有利于实现大功率设备的小型化; (2) 有效磁导率高, 可通过制备条件的改变定制所需的磁导率在较宽的频率范围内保持稳定, 以满足多场景使用需求; (3) 磁性能稳定, 具有良好的频率稳定性、温度稳定性及时间稳定性, 有利于设备在各种条件下长期工作; (4) 损耗低, 特别是在中高频条件下具有较低的损耗, 有利于节省能源; (5) 直流偏置场稳定性好, 在交直流混合电路中不容易达到过饱和; (6) 加工性能好, 采用粉末冶金工艺制备的铁芯可容易的制成各种形状, 包括环形、E 型、U 型等, 满足各种磁芯的需求。金属软磁粉芯的这些优异性能, 使其在电机、噪声滤波器、开关电源、磁性传感器、逆变器等领域得到了广泛的应用。

图19: 铁氧体、硅钢、金属软磁复合粉芯的应用



资料来源:《铁基软磁复合粉芯的电磁性能研究》龚梦吉, 中国银河证券研究院

图20: 金属软磁复合粉芯制备流程



资料来源:《铁基软磁复合粉芯的电磁性能研究》龚梦吉, 中国银河证券研究院

前期主流的芯片电感主要采用铁氧体材质, 未来将逐步被金属软磁粉芯替代。铁氧体软磁凭借其优异的软磁性能、高的电阻率、高的应用频段和低的损耗, 成为前期主流的芯片电感材质。伴随电子通讯行业飞速发展, 大功率高频计算对 UPS、服务器等大功率用电设备的电源端提出了更高性能的要求。但是铁氧体的低饱和和磁化强度很大程度影响了铁氧体软磁材料器件的小型化, 并且也直接限制了它们在某些偏置场下的应用。金

属软磁粉芯由于绝缘层的存在，电阻率较高，同时由于其粉末采用的是铁磁性颗粒，饱和磁感应强度高，所以可以同时满足高频（kHz~MHz）使用和体积小化的需求，更加符合未来大算力的应用需求。

表 4：铁氧体软磁和金属软磁粉芯性能参数对比

参数	参数意义	铁氧体软磁	金属软磁粉芯
使用频率	决定使用范围	MHz~GHz，高频	KHz~MHz，中高频
饱和磁感应强度	决定器件体积，越高越好	低	高
居里温度	决定热稳定性，越高越好	低	高
直流偏置特性	决定外界直流信号抗干扰能力	一般	很好
电阻率	决定损耗，越高越好	高	低

资料来源：《磁学基础与磁性材料》严密等，中国银河证券研究院

我们估算 AI 服务器芯片电感价值量约为通用服务器的 3 倍。AI 服务器主要采用加速卡为主导的异构形式，更擅长做大吞吐量的并行计算，目前产品中最常见的是 CPU+多块 GPU 的方式。按 GPU 数量，AI 服务器可以分为四路、八路和十六路服务器，其中搭载 8 块 GPU 的八路 AI 服务器最常见。按 GPU 搭载 6 颗芯片电感计算，单台 AI 服务器需要 48 颗芯片电感。根据铂科新材公告，单颗芯片价值量在 3-10 元，则单台 AI 服务器芯片电感价值量约为 300 元，大概是通用服务器的 3 倍。

AI 服务器应用需求渐增，未来金属软磁粉芯产品迭代空间广阔。AI 运算风潮将持续渗透至各种专业领域，同步带动 AI 服务器应用需求渐增。根据 TrendForce，预计 2023 年 AI 服务器（包含搭载 GPU、FPGA、ASIC 等）出货量近 120 万台，同比增长 38.4%，占整体服务器出货量近 9%，至 2026 年将占 15%，预计出货量近 240 万台，2022~2026 年 CAGR 达 29%。按单台服务器的芯片电感价值量为 300 元测算，我们预计 2026 年全球 AI 服务器芯片电感市场规模为 7.1 亿元。目前芯片电感仍以海外 TDK、村田等企业的铁氧体产品为主，金属软磁粉芯产品渗透率相对较低，迭代空间广阔。

表 5：全球 AI 服务器用芯片电感市场规模测算

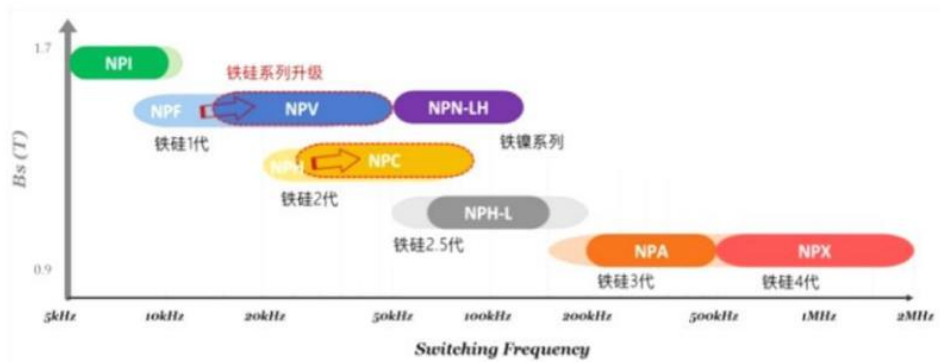
	2022	2023E	2024E	2025E	2026E
全球 AI 服务器出货量（千台）	855	1183	1504	1895	2369
YOY	8.5%	38.4%	27.1%	26%	25%
单台 AI 服务器电感数量（个）	48	48	48	48	48
单台 AI 服务器电感价值量（元）	300	300	300	300	300
全球 AI 服务器芯片电感市场规模（亿元）	2.6	3.5	4.5	5.7	7.1

资料来源：TrendForce，中国银河证券研究院

（二）铂科新材，芯片电感开启公司第二增长曲线

铂科新材，持续推进金属软磁产品迭代，开发高性能芯片电感产品完成从发电端到负载端电能变换全覆盖的产品线布局。公司主要产品包括金属软磁粉、金属软磁粉芯及芯片电感等磁元件，被广泛应用于光伏发电、新能源汽车及充电桩、储能、AI、智能驾驶、数据中心、变频空调、消费电子等领域。公司始终以终端应用需求为产品开发导向，以精密制造工艺为支撑，从“铁硅 1 代”金属磁粉芯开始，不断迭代升级至“铁硅 4 代”，并制造出了具有更高效率、小体积、高可靠性和大功率的芯片电感产品，使得公司完成了从发电端到负载端电能变换（包括 DC/AC，AC/AC，AC/DC，DC/DC）全覆盖的产品线布局。

图21：铂科新材金属软磁产品持续迭代



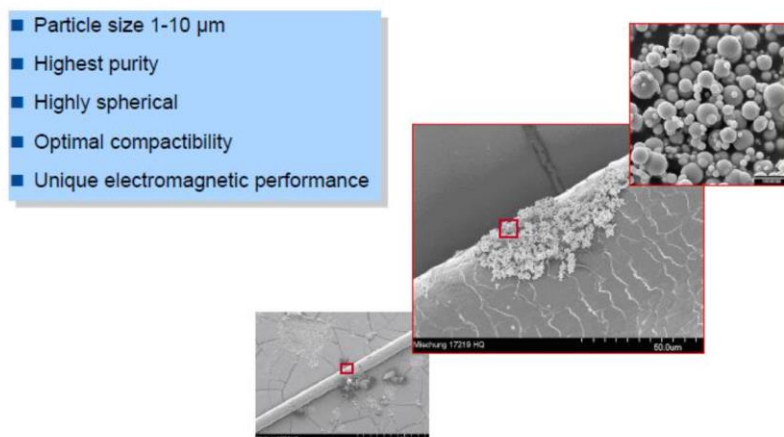
资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

公司芯片电感已进入批量生产交付阶段，建立芯片电感子公司夯实公司第二增长曲线。公司已经成功推出了多个极高集成度的芯片电感系列产品，现已取得了多家国际知名芯片厂商的验证和认可，并于2023年下半年开始进入大批量生产交付阶段，根据公司互动易回答投资者提问中表示，公司芯片电感已批量用于英伟达AI芯片GPU-H100。在产能布局方面，随着产品的升级迭代和市场认可度提升，公司持续夯实生产工艺，全力加速自动化生产线的建设，计划到2023年底可实现产能约500万片/月，2024年将根据市场需求情况继续扩充到1,000-1,500万片/月。2023年6月，公司公告拟与核心员工持股平台共同投资设立芯片电感项目子公司，公司持股比例80%，以加速芯片电感项目的产业化进程。

（三）悦安新材，电感基础材料羰基铁粉生产领先供应商

羰基铁粉拥有稳定磁导率和低芯损，适用于电感磁芯材料。随着电流增大或频率增高，电感元件的串联电阻将流经线圈电流内的电能转化成热能，往往会改变元件敏感度，引致品质下降。羰基铁粉是一种多功能超细金属粉体材料，羰基铁粉粒径1-10微米，为球形粉粒且内部呈洋葱球层状结构，粒度细而分布窄、纯度高，羰基铁粉在高频下具有较高的磁导率和低的损耗，能够提升磁芯材料性能，是高频表面贴装元件尤其是一体成型电感贴片电感的首选材料。

图22：显微镜下的羰基铁粉



资料来源：电子元件技术，中国银河证券研究院

请务必阅读正文最后的中国银河证券股份有限公司免责声明。

悦安新材，国内羰基铁粉生产领先供应商。公司主营微纳粉体材料相关产品，包括羰基铁粉系列产品、雾化合金粉系列产品、软磁粉系列产品等。其中，羰基铁粉产品直径在微米级，其微结构能够控制在纳米级，适用于大功率和高频率的场景，已日趋成为金属注射成型、高密度合金、人造金刚石及金刚石工具、软磁材料等行业进口羰基铁粉的替代产品。公司在羰基铁粉领域居于国内领先地位，据中国钢协粉末冶金分会，公司2020年国羰基铁粉市占率25.4%。

募投项目扩充羰基铁粉产能，公司发展望迈上新台阶。产能方面，公司羰基铁粉产品原有产能约5000吨/年，募投项目年产6000吨羰基铁粉等系列产品项目（一期）试生产审核通过后，可释放一定量的新增产能。基于公司的关键降本工艺取得重大突破，公司开始着手推进创新工艺的大规模产业化建设工作，在宁夏投资建设“年产10万吨金属软磁微纳粉体项目”，项目分三期建设，预计2026年底完工达产后，公司羟基铁粉产能将迈上新台阶。

三、光通信高速率时代下，催生主流磷化铟、砷化镓芯片衬底需求

（一）磷化铟、砷化镓衬底是光芯片底层材料，国产替代进程有望加速

砷化镓和磷化铟衬底具有电子迁移率高、光电性能好等特点，被广泛用于光电子和微电子领域。衬底是外延层半导体材料生长的基础，在芯片中起到承载和固定的关键作用。砷化镓和磷化铟是第二代III-V族化合物半导体材料，具有电子迁移率高、光电性能好等特点，是当前仅次于硅之外最成熟的半导体材料，因此砷化镓和磷化铟衬底在5G通信、数据中心、新一代显示、无人驾驶、可穿戴设备、航天等方面有广阔的应用前景，由于镓是重要的战略稀有金属，又被称为“半导体工业新粮食”，目前我国商务部海关总署已经对镓、砷化镓等相关物项实施出口管制。

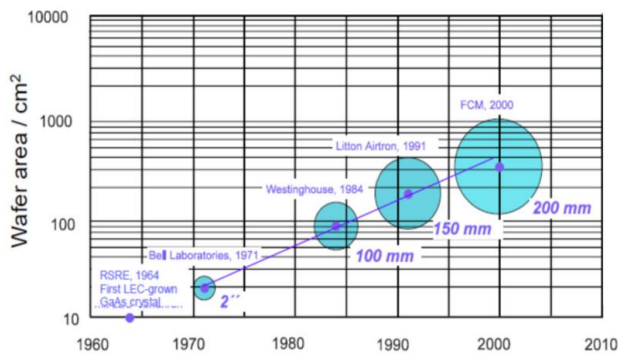
表 6: 不同半导体材料的物理性质、主要特点及应用场景情况

项目	单元素半导体材料		III-V 族化合物半导体材料		宽禁带半导体材料	
	硅	锗	砷化镓	磷化铟	氮化镓	碳化硅
分子式	Si	Ge	GaAs	InP	GaN	SiC
禁带宽度 (eV)	1.12	0.7	1.4	1.3	3.39	3.26
能带跃迁类型	间接	间接	直接	直接	直接	直接
击穿电场 (MV/cm)	0.3	-	0.4	0.5	3.3	3
饱和电子速度 (10 ⁶ cm/s)	10	6	20	22	22	20
电子迁移率 (cm ² /V·s)	1200	3800	6500	4600	1250	800
空穴迁移率 (cm ² /V·s)	420	1400	320	150	250	115
热导率 (W/cm·K)	1.5	0.6	0.5	0.7	1.3	4.9
优点	储量丰富、价格便宜	电子迁移率、空穴迁移率高	光电性能好、耐热、抗辐射	导热性好、光电转换效率高、光纤传输效率高	高频、耐高温、大功率	
制造成本	低	较低	高	较高	非常高	
应用领域	先进制程芯片	空间卫星	LED、显示器、射频模组	光通信	充电器、高铁	电动汽车
主要应用	CPU、内存	空间卫星太阳能电池面板	手机、电脑射频器、新一代显示、面部识别	5G 基站光模块、数据中心光模块、激光雷达	快速充电芯片、高铁芯片	新能源汽车、充电桩

资料来源: 北京通美招股说明书, 中国银河证券研究院

砷化镓、磷化铟衬底正不断向着大直径、长尺度、低错位化发展。化合物半导体衬底尺寸越大, 在单片衬底上可制造的芯片数量越多, 制造单位芯片的成本也越低。随着单晶体直径的扩大, 单晶体的体积和重量也不断增加, 要求单晶体的长度不断提升, 同时要保证产品的位错密度、电阻率均匀性、平整度、表面颗粒度等核心性能指标。从制备工艺来看, 目前 VGF 法生产单晶是主流且最为高效的方法之一, 用于制备低错位的衬底, 用 VGF 法生长的单晶直径最大可达 8 英寸。

图23: 砷化镓材料的发展路线图



资料来源: 《砷化镓材料发展状况概述》赵巧云, 中国银河证券研究院

图24: 单晶生长制备工艺对比

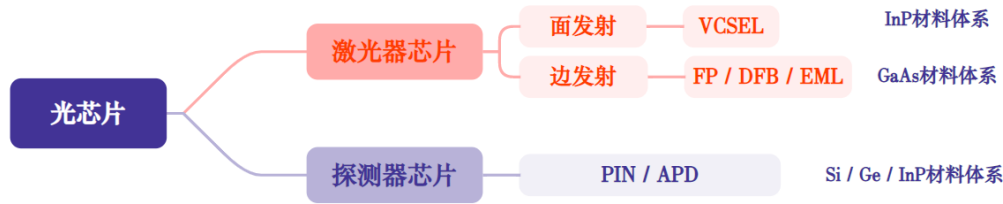
	LEC	HB	VB / VGF
单晶直径	≤12 英寸	≤3 英寸	≤8 英寸
单晶质量	生长的晶体不均匀且位错密度大	单晶的位错密度较低, 但晶体界面为 D 形造成材料浪费	生长的晶体较为均匀且位错密度较低
生产成本	高	低	中 VB 法需要机械传动结构

资料来源: 北京通美招股说明书, 中国银河证券研究院

光通信产业链中, 磷化铟和砷化镓衬底是光芯片的底层材料, 且成本较高。从光通信产业链来看, 光芯片是决定信息传输速度和网络可靠性的关键, 衬底是光芯片的底层

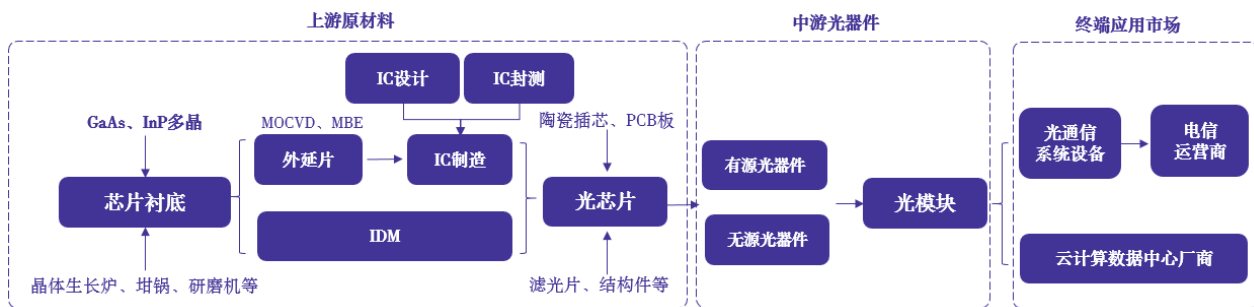
材料，起物理支撑、导热、导电等作用，衬底材料的品质也将影响光芯片的参数与可靠性。磷化铟和砷化镓衬底材料具有高频、高低温性能好、噪声小、抗辐射能力强等优点，符合高频通信的特点，在光通信领域得到重要应用，其中磷化铟衬底用于制作 FP、DFB、EML 边发射激光器芯片和 PIN、APD 探测器芯片，主要应用于电信、数据中心等中长距离传输；砷化镓衬底用于制作 VCSEL 面发射激光器芯片，主要应用于数据中心短距离传输。在光芯片生产工序中，磷化铟和砷化镓等材料需经过提纯、拉晶、切割、抛光、研磨制成单晶体衬底，根据源杰科技招股书，衬底在光芯片原材料成本占 1/3 以上。

图25：光芯片的材料体系分类



资料来源：源杰科技招股说明书，中国银河证券研究院

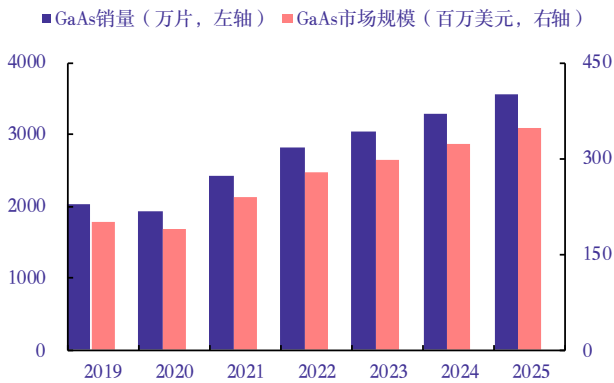
图26：磷化铟和砷化镓衬底在光通信产业链的应用



资料来源：北京通美招股说明书，源杰科技招股说明书，中国银河证券研究院

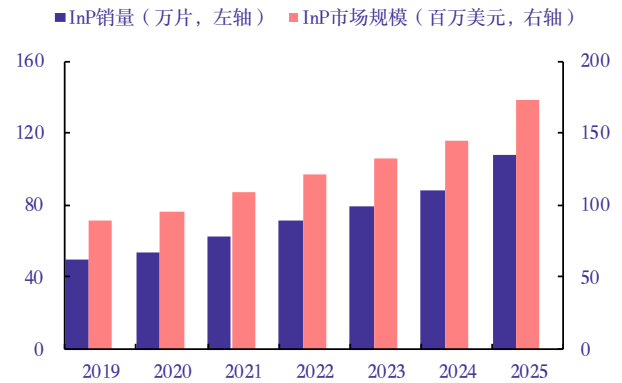
高速率时代下，砷化镓和磷化铟衬底市场规模将稳步增长。无线前传光模块已经从 10G 逐渐升级到 25G、50G 和 100G，电信和数据通讯模块已经进入高速率时代。随着数据流量的不断增多，DFB / EML / SiPh 光模块速率逐步由 100G 向 200G 升级，将逐渐出现 800G~16T 需求，砷化镓和磷化铟衬底在光通信领域的市场需求有望进一步扩大，从而带动市场规模增长。根据 Yole 测算，2019 年全球砷化镓衬底（折合二英寸）市场销量约为 2,000 万片，市场规模约为 2 亿美元，预计到 2025 年市场销量将超过 3,500 万片，市场规模将达 3.48 亿美元，2019-2025 年 CAGR 达 9.67%。2026 年全球磷化铟衬底（折合二英寸）预计销量为 128.19 万片，市场规模为 2.02 亿美元，2019-2026 年 CAGR 分别为 14.40%/12.42%。

图27：2019–2025 年全球砷化镓衬底预计销量和市场规模



资料来源：Yole, 中国银河证券研究院

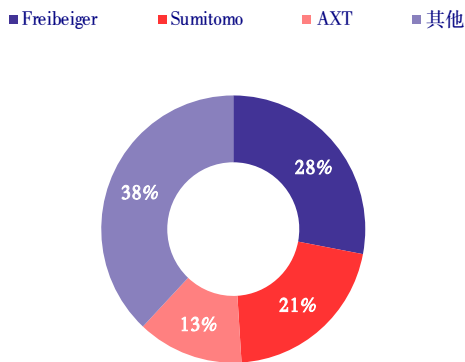
图28：2019–2026 年全球磷化铟衬底预计销量和市场规模



资料来源：Yole, 中国银河证券研究院

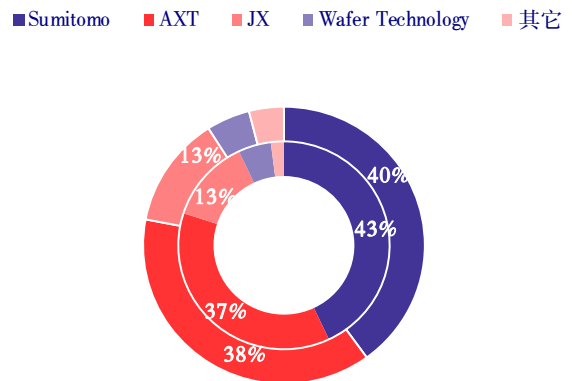
砷化镓、磷化铟衬底市场集中度高，海外供应商占据主导。从市场格局来看，全球砷化镓衬底市场集中度较高，根据 Yole 统计，全球砷化镓衬底市场主要生产商包括 Freiberger、Sumitomo 和北京通美，2021 年全球市场份额分别为 28%/21%/13%。磷化铟衬底材料主要供应商包括 Sumitomo、北京通美、JX 等，2021 年全球磷化铟衬底市场 CR3 超 90%，2021 年全球市场份额分别为 40%/38%/13%。整体来看，砷化镓、磷化铟衬底材料仍由海外供应商主导，国产替代仍有较大空间。

图29：2021 年全球砷化镓衬底市场竞争格局



资料来源：《GaAs 和 InP 化合物半导体的发展趋势及应用》韩家贤，中国银河证券研究院

图30：2020–2021 年全球磷化铟衬底竞争格局(内圈为 2020 年,外圈为 2021 年)



资料来源：《GaAs 和 InP 化合物半导体的发展趋势及应用》韩家贤，中国银河证券研究院

国内砷化镓和磷化铟衬底供应企业已具备大尺寸单晶生长加工工艺，国产替代进程有望加速。目前，市场上的砷化镓衬底以 4–6 英寸为主流直径，磷化铟衬底以 2–4 英寸为主流直径。2000 年后德国 Freiberger 能使用 LEC 法生长出 8 英寸较大尺寸的砷化镓晶体，但位错非常高。目前国产厂商中北京通美 8 英寸砷化镓单晶和 6 英寸磷化铟单晶生长和晶体加工工艺已经研发完毕，云南锗业也在进行技术追赶，伴随大尺寸半导体晶体生长工艺及设备不断改进，拥有大尺寸 III–V 族化合物半导体衬底供应能力的国内企业有望在新一轮产业周期中获得市场先机。

表 7：砷化镓和磷化铟海内外主要厂家生产技术及尺寸

TOP 厂家	单晶技术	衬底尺寸
Freiberger	LEC/VGF	GaAs: 4-8 英寸砷化镓衬底 InP: 2-4 英寸磷化铟衬底
日本 JX		InP: 2-4 英寸磷化铟衬底
Sumitomo	VB	GaAs: 2-8 英寸砷化镓衬底 InP: 2-6 英寸磷化铟衬底
北京通美	VGF	GaAs: 1-8 英寸砷化镓衬底 InP: 2-6 英寸磷化铟衬底
云南锗业	VGF/VB	GaAs: 2-6 英寸砷化镓衬底 InP: 2-4 英寸磷化铟衬底

资料来源：北京通美招股说明书，公司官网，中国银河证券研究院

（二）云南锗业，拥有完整产业链的锗矿企业

云南锗业，目前国内最大的锗系列产品生产商和供应商，通过控股子公司云南鑫耀开拓化合物半导体材料赛道。公司是集锗矿开采、火法富集、湿法提纯、区熔精炼、精深加工及研究开发一体化产业链的锗生产企业。公司子公司云南鑫耀生产的化合物半导体材料砷化镓晶片(衬底)、磷化铟晶片(衬底)，可用于生产垂直腔面发射激光器(VCSEL)、大功率激光器、光通信用激光器和探测器等，开拓了公司新的盈利增长点。

公司推动 6 英寸高品质磷化铟单晶片产业化关键技术研发，产能有望逐步释放。目前云南鑫耀生产的磷化铟晶片规格为 2—4 英寸，销售的产品中根据客户需求，磷化铟晶片规格以 2 寸、3 寸为主，预计 6 英寸高品质磷化铟单晶片产业化关键技术研发项目于 2023 年 12 月完成。在产能方面，目前公司砷化镓晶片产能为 80 万片/年（2—4 英寸），磷化铟晶片产能为 15 万片/年（2—4 英寸）。

表 8：云南锗业产能情况

产品	产能
熔锗锭	47.6 吨/年
太阳能锗晶片	30 万片/年（4 英寸）、20 万片/年（6 英寸）
光纤用四氯化锗	60 吨/年
红外光学锗镜头	3.55 万套/年
砷化镓晶片	80 万片/年（2—4 英寸）
磷化铟晶片	15 万片/年（2—4 英寸）

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

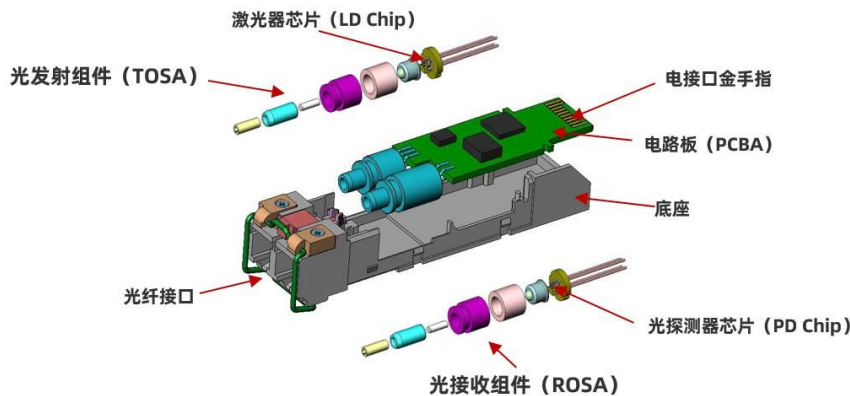
公司与华为股权合作，以加强下游厂商沟通与协作。华为与云南锗业进行股权合作，通过全资子公司哈勃科技持有云南鑫耀 23.91% 股权，以加强与下游厂商的沟通与协作，有利于云南鑫耀产品质量的提升，并推动其市场开拓工作。云南鑫耀将向哈勃投资关联方提供砷化镓及磷化铟衬底，并保障供应，对方则通过对相关产品的实际应用为云南鑫耀提供技术及产品验证上的反馈，目前云南鑫耀的化合物半导体材料已向下游多家客户供货。

四、钨铜合金，匹配性能提升下光模块芯片基座的最佳材料

(一) 光模块升级对散热提出更高要求，加速钨铜合金材料迭代

在光模块向高速率升级过程中，对光模块芯片基座材料散热性能提出更高要求。光模块是实现光信号传输过程中光电转换和电光转换功能的光电子器件，主要由光电子器件（光发射器、光接收器）、功能电路和光接口等部分组成，以实现光纤通信中的光电转换和电光转换功能，对算力中心和数据中心起关键支撑作用。光芯片基座作为光芯片、激光器和光棱镜三大部件的载体材料，在光模块向 800G~16T 需求的升级过程中，为保证光模块传输超大数据的稳定性，要求光芯片基座材料具备低膨胀系数和高导热特性。

图31：光模块构成



资料来源：IT之家，中国银河证券研究院

钨铜和钨钼合金具备低膨胀、高导热特性，是产业界应用最广泛的电子封装材料。最早产业化的是 Invar 合金和 Kovar 合金，其热膨胀系数与半导体器件匹配，但本征热导率低，难以在高功率的使用场景中胜任。当前，CuW 和 CuMo 合金具有低膨胀、高导热特性，因低成本优势，在产业界应用广泛、成熟度最高，但高密度制约了其轻量化的应用场景。而第 3 代封装材料 Al/SiC、Mg/SiC 可以满足用户端轻量化的需求，已经在航空航天、功率器件等领域实现了产业化。随着半导体器件功率密度的不断攀升，对热管理材料热导率提出了更高要求，具有超高热导率、低密度、热膨胀系数可调节的第 4 代封装材料金属/金刚石、金属/石墨复材逐步问世，未来产业化趋势明朗。

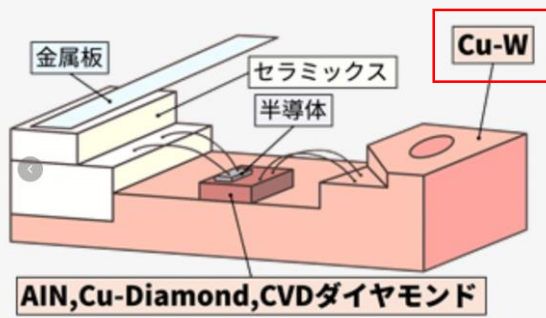
表 9：金属基电子封装材料性能对比

	封装材料	热导率/[W/m·K]	热膨胀系数/($\times 10^{-6}$ /K)	密度/(g/cm^3)
第 1 代	Invar	11	1.3	8.1
	Kovar	17	5.9	8.3
第 2 代	Cu-W	209	6.5	17.0
	Cu-Mo	180	7.0	10.0
第 3 代	Al / SiCp	150 ~220	6.4 ~12.4	2.9
研究热点 (新一代)	Metal / Graphite ($>50\%vol\%$)	>500	约 7 (可调)	3 ~7
	Metal / Diamond ($>50\%vol\%$)	>700	约 7 (可调)	3 ~7

资料来源：《高性能金属基复合材料迎来发展新机遇》宫学源，中国银河证券研究院

钨铜合金匹配 400G、800G、1.6T 光模块芯片基座的散热需求，光模块升级加速推动新材料迭代。光模块目前主要以 200G 以下为主，200G 及以下对于芯片基座材料的散热要求不高，低膨胀高导热的可伐合金可以满足要求。400G 以上光模块芯片对散热要求大幅提高，需要具有低膨胀和更高导热特性的新材料来满足要求，不同成份的钨铜合金可以满足 400G、800G、1.6T 光模块需求，用于光模块芯片基座的钨铜材料主要技术要求是超细钨粉均匀弥散分布在铜相中，并且材料要求高洁净度、高致密度，气孔、夹杂、钨颗粒团聚都会严重影响光模块组件焊接和使用性能。大于 1.6T 的光模块，则需要更优异性能的铜金刚石材料才能满足要求。

图32：光模块芯片基座结构图



资料来源：株式会社官网，中国银河证券研究院

图33：光模块芯片基座示意图



资料来源：斯瑞新材官网，中国银河证券研究院

伴随光模块升级换代加速，光模块芯片基座市场规模有望超 10 亿元。伴随 AI 大模型带来算力升级，高速率光模块需求增长，带动市场空间进一步打开。根据 XYZ Research 数据，2022 年全球光模块出货量共计达 0.85 亿只左右，同比增长约 18.1%，预测到 2025 年全球光模块市场出货量将达到 1.3 亿只左右，CAGR 达 15.2%。而根据斯瑞新材公告，2023 年前三季度公司光模块芯片基座销量 35.48 万套，2021-2023 年（2023 年 1-9 月数据作年化处理），公司光模块芯片基座产品收入增加了约 1,150 万元，估算公司光模块芯片基座单价约 8 元。参照 XYZ Research 预测，我们预计 2025 年全球光模块芯片基座市场规模有望突破 10 亿元。

表 10：全球 AI 服务器用芯片电感市场规模测算

	2021	2022	2025E
全球光模块市场出货量（亿只）	0.72	0.85	1.3
YoY	15.6%	18.1%	
光模块芯片基座单价（元/套）	8	8	8
全球光模块芯片基座市场规模（亿元）	5.8	6.8	10.4

资料来源：XYZ-Research，中国银河证券研究院

（二）斯瑞新材，以铜基特种材料的制备技术为核心拓展光模块领域

斯瑞新材，聚焦高端铜基材料，向光模块应用领域拓展。公司以铜基特种材料制备技术为核心，从中高压电接触材料及制品业务起步，大力发展高强高导铜合金材料及制品的技术应用，开拓高性能金属铬粉、CT 和 DR 球管零组件以及铜铁合金材料等核心技术，致力于轨道交通、电力电子、航空航天、医疗影像等高端应用领域产品的研发、制造和销售。2022 年，公司成功进入光模块领域，将钨铜合金材料核心制备技术延伸应用于光模块芯片基座材料，布局数字新基建领域。

光模块芯片基座产能将逐步释放，公司持续推进新材料研发。经过多年的技术积累和研发探索，公司在光模块基座制造上制定了先进的生产工艺，通过将超细钨粉均匀弥散分布在铜相中，使产品本身具有低膨胀更高导热特性。公司生产用于光芯片基座下游客户包括 Finisar、天孚通信、环球广电和东莞讯滔等，目前已开始实现批量供货，2023年前三季度公司光模块芯片基座销量 35.48 万套。近期公司发布公告，拟投资不超过 3.2 亿元用于建设科技产业园的光模块项目，项目建设完成后，将实现年产 2,000 万套光模块基座、1,000 万套光模块壳体。此外，公司正在研发低成本批量生产金刚石铜工艺，为 1.6T 以上光模块大批量应用储备能力，以支撑未来更高性能 GPU 的快速发展需求。

表 11：公司光模块芯片基座材料产业化进展

	200G 及以下	400G	800G	1.6T	1.6T 以上
光模块芯片基座材料	可伐合金		钨铜合金		铜金刚石
产业化情况	-	已经小批量供货，产能建设中： 计划 2023 年底，打造 200 万件的生产能力；计划增加产能至年产 2,000 万套光模块基座、1,000 万套光模块壳体			正在研发金刚石铜工艺

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

五、人形机器人蓝海市场开启，高性能钕铁硼远期成长动能充足

（一）高性能钕铁硼比较优势显著，可用于人形机器人伺服系统

钕铁硼永磁号称“磁王”，在工业化生产中比较优势显著。钕铁硼永磁是第三代永磁体，具有机械性能较好，能量密度高，有利于磁性组件的轻型化、薄型化、小型或超小型化的特点，是当前工业化生产中产量最高、应用最广泛的稀土永磁材料。钕铁硼永磁的出现不仅使电声电机、仪器仪表、磁选磁化、医疗器械等设备向小型化、高频化、高性能、低损耗、低噪声方向发展，而且凭借节能环保的特点使其应用从传统领域拓展到新能源汽车、风力发电、节能家电和航空航天等新兴领域。

表 12：永磁材料性能对比

永磁材料	铝镍钴	铁氧体永磁	钕钴永磁	烧结钕铁硼
内禀矫顽力 (kOe)	0.38-1.53	1.76-4.21	15-21	11-40
最大磁能积 (MGOe)	1.4-13.2	0.17-5.2	24-33	33-50
剩磁强度 (T)	0.58-1.35	0.32-0.43	0.8-1.2	1.17-1.48
工作温度 (°C)	-250-550	-40-250	-250-525	-125-220
主要应用领域	仪表、电能表	大体积扬声器、电动工具、玩具、家用风扇电机等	军事及航天航空	VCM、各种永磁电机、汽车 EPS、MRI 等
优点	温度稳定性、时间稳定性优异，耐腐蚀性高	资源丰富，价格低廉	工作温度高，耐腐蚀性好，磁性能由于铝镍钴和铁氧体	磁能积高，机械力学性能好，可切削和钻孔
缺点	含有战略元素钴，性价比较低	磁性能较差，温度稳定性差	含有战略元素钴，性价比低	居里温度低、温度稳定性差、化学稳定性低

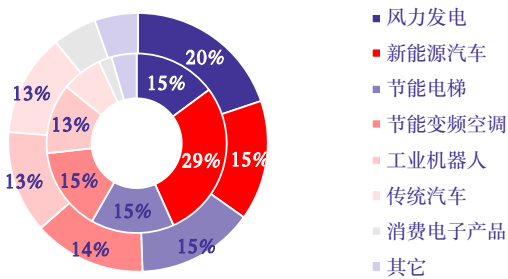
资料来源：上达稀土官网，中国银河证券研究院

高性能钕铁硼指内禀矫顽力和最大磁能面积之和大于 60 的烧结钕铁硼永磁材料，被应用于高技术壁垒领域。不同性能的钕铁硼系列适用于不同领域，其中高性能钕铁硼永磁材料指以速凝甩带法制成、内禀矫顽力 H_{cj} (kOe) 和最大磁能积 (BH) max (MGOe)

之和大于 60 的烧结钕铁硼永磁材料，被应用于高技术壁垒领域的各种型号的电机、压缩机、传感器领域。根据弗若斯特苏利文，下游消费结构中，风电/新能源汽车/节能电梯/节能变频空调/工业机器人/传统汽车分别占比达 19.8%/15.0%/14.6%/14.0%/12.8%/12.8%；预计到 2025 年，新能源汽车将成为高性能钕铁硼消费量最高的领域，占比达 29.1%。

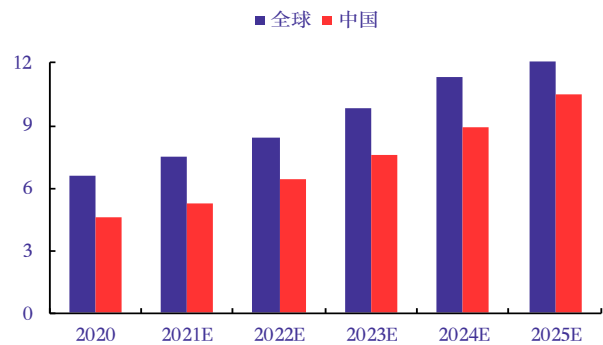
中国高性能钕铁硼产能占全球比例超 70%，海外生产厂商以日本为主。近年来，国内稀土永磁行业在政策扶持下不断发展，技术水平已处于全球领先地位，头部高性能钕铁硼生产企业积极扩大生产。根据弗若斯特沙利文，2020 年国内高性能钕铁硼磁材产量为 4.6 万吨，全球产能占比 70%，预计到 2025 年，国内高性能钕铁硼磁材产量将上升至 10.5 万吨，全球产能占比 81%。海外方面，高性能钕铁硼永磁材料主要生产企业以日本为主，包括日立金属株式会社、TDK 株式会社、信越化学工业株式会社等，其在工艺技术和专利方面具有先发优势。

图34：2020、2025 年全球高性能钕铁硼永磁材料下游占比（外圈为 2020 年，内圈为 2025 年预测）



资料来源：弗若斯特沙利文，中国银河证券研究院

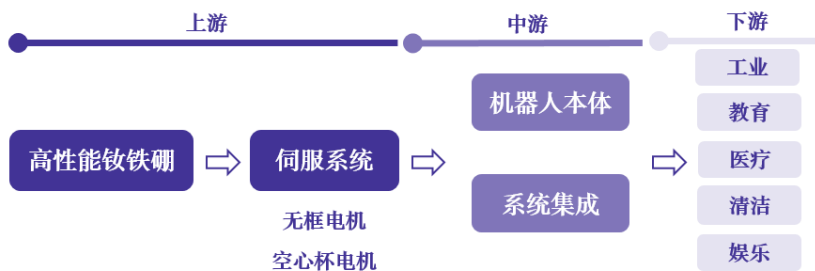
图35：2020-2025E 高性能钕铁硼永磁材料产量预测（万吨）



资料来源：弗若斯特沙利文，中国银河证券研究院

人形机器人伺服系统的主要材料为高性能钕铁硼，主要用于制造无框力矩电机和空心杯电机。人形机器人产业链包括上游原材料及核心零部件、中游机器人本体及系统集成商、下游中端应用市场。高性能钕铁硼永磁材料凭借其高内禀矫顽力（kOe）和高磁能积（MGOe）的特点，用于人形机器人上游伺服系统，影响人行机器人关节的输出特性。Tesla Optimus 关节模组采用无框力矩电机，灵巧手采用空心杯电机，均采用高性能钕铁硼材料。

图36：钕铁硼在人形机器人产业链的应用

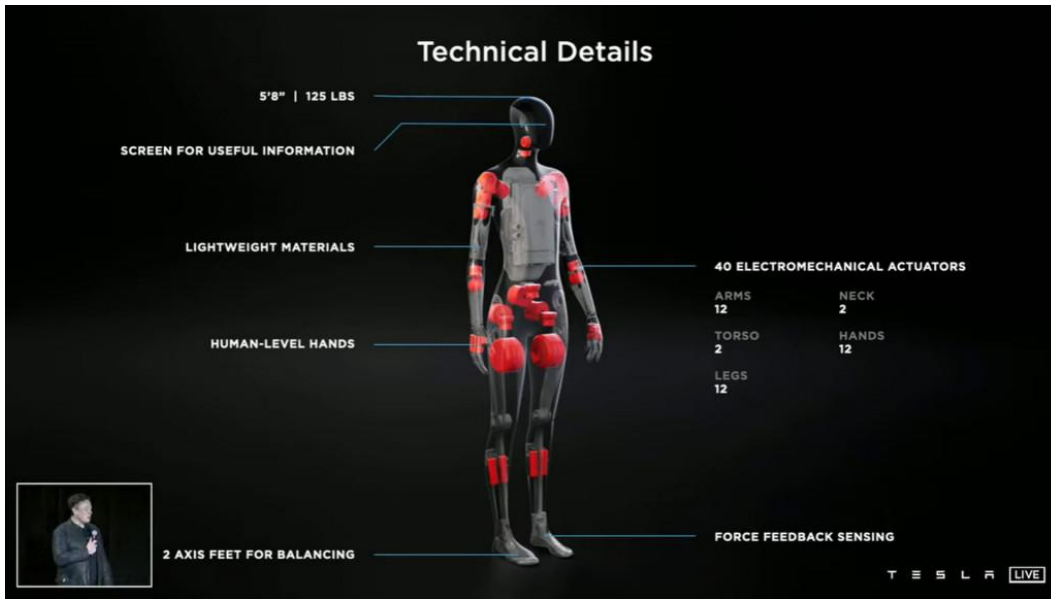


资料来源：高工机器人产业研究所，金力永磁招股说明书，中国银河证券研究院

据高盛预测，在技术得到革命性突破的理想情况下，人形机器人 2025-2035 年销量 CAGR 可达 94%，2035 年市场规模将达 1540 亿美元。人形机器人有望成为新能源汽车电动车后，钕铁硼材料下游又一规模庞大且增长快速的应用需求领域。

以 Tesla Optimus 为例，Tesla Optimus 有 40 个电机，包括 28 个无框电机和 12 个空心杯电机，其中手臂、手掌、腿部各 12 个电机，脖子与躯干各 2 个电机。我们假设单台人形机器人需要使用成品钕铁硼 2-4kg，对应毛坯钕铁硼约 2.8-5.7kg。

图37：特斯拉人形机器人部件



资料来源：特斯拉官网，中国银河证券研究院

根据银河证券机械团队预测，2025-2030 年全球制造类人形机器人需求量将由 5 万台增长至 600 万台，服务类人形机器人需求量将由 5 万台增长至 103 万台，预计 2030 年全球形机器人总需求量有望达到 703 万台。按照单台人形机器人使用钕铁硼 3kg 测算，我们预计 2030 年人形机器人领域对氧化镨钕的需求量将达到 7200 吨。

表 13：人形机器人对稀土需求测算（2025-2030E）

	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
制造类人形机器人需求量（万台）	5	41	77	255	404	600
服务类人形机器人需求量（万台）	0	2	6	16	30	103
全球人形机器人需求总量（万台）	5	43	83	270	434	703
YoY		729%	92%	227%	61%	62%
钕铁硼单位用量假设（kg/台）	3	3	3	3	3	3
人形机器人钕铁硼需求量（万吨）	0.02	0.13	0.25	0.81	1.30	2.11
人形机器人氧化镨钕需求量（万吨）	0.01	0.04	0.08	0.28	0.44	0.72

资料来源：中国银河证券研究院

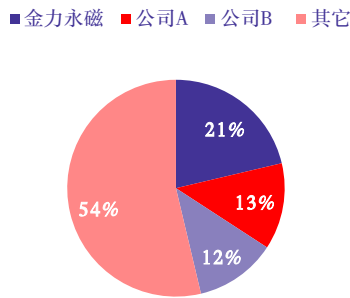
（二）国内高性能钕铁硼企业竞争力全球领先，有望率先进入人形机器人产业链

金力永磁，全球领先的高性能稀土永磁材料生产商。公司主营产品为高性能钕铁硼磁钢，凭借庞大的产能、卓越的研发能力、专有技术 以及强大的产品交付能力，在新能源、节能变频空调、风电等下游领域建立了细分市场领先地位。公司积极布局节能电梯、轨道交通等新能源及节能环保领域，已经成为这些领域重要的高性能磁钢供应商之一。

公司凭借其行业领先的晶界渗透技术，利用晶体渗透技术生产的高性能钕铁硼全球市占率第一。高性能钕铁硼永磁体的生产技术门槛较高，公司已掌握以晶界渗透技术为

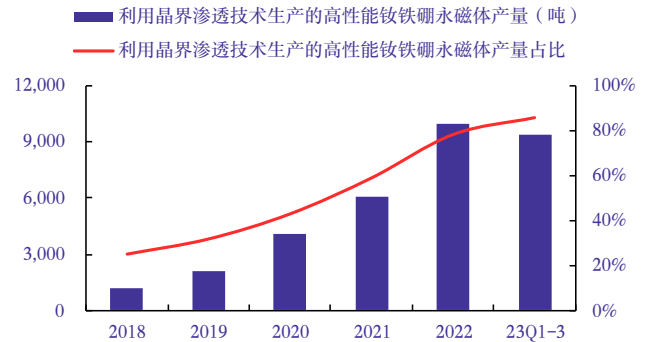
核心的自主核心技术及专利体系，使公司能够在保持钕铁硼永磁材料高性能的同时减少中重稀土的使用，并开发高牌号产品。据弗若斯特沙利文，晶界渗透技术一般可以减少50%至70%的中重稀土用量。2020年公司利用晶界渗透技术生产的稀土永磁材料产量全球市占率约21%，国内市占率约34%，排全球第一位。2023年前三季度，公司使用晶界渗透技术生产9,364吨高性能稀土永磁材料产品/同比增长36.20%，产品总产量占比进一步提升至85.4%。

图38：2020年金力永磁利用晶界渗透技术的产量市占率



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

图39：金力永磁利用晶界渗透技术生产高性能钕铁硼产量及产品产量占比



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

公司高性能钕铁硼毛坯产能持续扩张，规划2025年产能达4万吨。在产能方面，目前公司的高性能钕铁硼永磁材料毛坯年产能达2.3万吨，产能分别位于赣州和包头的两个生产基地。为进一步提升公司规模化效应，满足未来市场和战略客户的需求，公司继续按计划进行产能投入，包头二期12000吨/年产能项目、宁波3000吨/年高端磁材及1亿台套组件产能项目、赣州高效节能电机用磁材基地项目正在按计划建设，规划到2025年建成4万吨高性能稀土永磁材料产能。

表14：金力永磁高性能钕铁硼永磁材料产能规划

工厂	产能（吨/年）	项目名称	达产情况	达产时间
赣州	15,000	赣州年产1300吨高性能磁钢	已达产	2021年
包头	8,000	高性能稀土永磁材料基地项目	已达产	2022年6月
宁波	3,000	年产3,000吨高端磁材及1亿台套组件项目	在建	2023-2024年
包头	12,000	高性能稀土永磁材料基地项目（二期）	在建	2023-2024年
赣州	2,000	高效节能电机用磁材基地项目	规划建设	2025年
合计	40,000			

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

宁波韵升，全球领先的稀土永磁材料应用方案供应商。公司是国内最早一批进入烧结钕铁硼磁材行业的企业之一，聚焦钕铁硼永磁材料的研发、制造和销售，为客户提供高端钕铁硼磁性材料应用的解决方案，并致力于向下游的磁组件应用领域延伸。公司设有磁性材料研究院，为国家级企业技术中心和省级重点企业研究院。经过多年研发经验积累，公司在新能源汽车、3C消费电子、工业电机等重点优势领域具备深厚的行业经验和同步研发能力。

公司产能建设稳步推进，规划实现高性能钕铁硼产能3.6万吨/年。随着公司产能建设的持续推进，公司在宁波、包头建有坯料生产基地，拥有截止23H1，公司已形成了年产2.1万吨高性能钕铁硼的生产能力。包头1.5万吨高性能稀土永磁材料智能制造项目正按计划实施；根据规划，到2025年中旬公司将形成年产3.6万吨的高性能钕铁硼生产能力。

表 15：宁波韵升高性能钕铁硼永磁材料产能规划

工厂	产能（吨/年）	项目名称	达产情况	达产时间
包头	12,000		已达产	2022 年
宁波	9,000		已达产	2022 年
包头	15,000	包头韵升科技发展有限公司年产 15,000 吨高性能稀土永磁材料智能制造项目	在建	2025 年中
合计	36,000			

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

中科三环，聚焦高性能钕铁硼磁材，技术研发实力雄厚。公司主要从事稀土永磁材料和新型磁性材料及其应用产品的研究开发、生产和销售，产品广泛应用于计算机、家电、风电、通讯、医疗、汽车等领域。公司依托中科院及有关科研院所，基于坚实的研发实力，系统开发具有自主知识产权的新技术、新工艺、新装备和新产品，持续适应市场发展的需求。从技术层面来看，公司在研究开发与产业化推广水平方面基本与日本企业同步。

公司已建成烧结钕铁硼毛坯产能 2.5 万吨，24 年底前计划扩至 3 万吨/年。截至 2023H1 末，公司已建成烧结钕铁硼产能 2.5 万吨，粘结钕铁硼产能 1500 吨，开工率为 70%左右，产能主要聚焦于天津、宁波、北京等地。2022 年 2 月公司通过配股募集资金总额 6.77 亿元，计划利用募集资金和自有资金扩产 1 万吨烧结钕铁硼产能，公司目前已有 5000 吨新建产能建成，其余扩产产能会根据实际情况逐步建成，2024 年底前有望扩至 3 万吨/年。

表 16：中科三环配股募集资金项目产能扩容情况

建设项目	项目名称	项目投资总额（万元）	建设周期	新增烧结钕铁硼磁体产能（吨/年）
	宁波科宁达工业有限公司高性能稀土永磁材料扩产改造项目	9,492.10	3 年	毛坯 1,575
	宁波科宁达和丰新材料有限公司高性能稀土永磁材料扩产改造项目	7,929.32	3 年	毛坯 1,687.5
宁波科宁达基地新建及技改项目	宁波科宁达鑫丰精密制造有限公司磁性材料机加工项目	7,365.58	3 年	成品 2,088
	宁波科宁达日丰磁材有限公司磁性材料电镀园区项目	14,213.00	2.5 年	形成高性能稀土永磁材料电镀表面处理能力 2,088 吨/年
中科三环赣州基地新建项目	年产 5,000 吨高性能烧结钕铁硼磁体建设项目（一期）	50,000.0	3 年	毛坯 5,000，成品 3,200

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

六、投资建议

2024 年政府工作报告部署全年十大任务，将“大力推进现代化产业体系建设，加快发展新质生产力”放到首位，强调要“深入推进数字经济创新发展”。数字经济正在凭借提升全要素生产率及提高产业附加值，引领新质生产力。而人工智能作为数字经济的新引擎，正引领着经济的变革和创新。AI 在图像识别、语音识别、语音理解等诸多领域已超过人类能力，并且已广泛应用于各个领域，助推产业智能化升级。数字经济和人工智能发展下对数据处理能力要求大幅提升，这必将带来算力需求的成倍增长，更先进、算力更强的 AI 芯片、光模块的应用，以及 AI 进步带动“AI+”应用层中人形机器人产业化，都将带来金属新材料渗透率提升下的成长性投资机会。

在基础层，算力基础设施长期空间广阔催生金属新材料需求。

伴随 Sora、Chatgpt 等问世掀起人工智能浪潮，全球算力架构升级战已然打响，面对美国对我国高科技领域的制裁，自主可控保卫战势在必行，国产替代进程有望加速。算力需求提升背景下，金属新材料有望迎来发展新机遇：

(1) AI 芯片产业链中，金属软磁粉芯：综合特性优异，适用于高频、高功率应用场景，满足 AI 大算力应用场景，在新一代 AI 芯片中应用空间广阔，建议关注：铂科新材、悦安新材；

(2) 光模块产业链中，砷化镓、磷化铟衬底：在 5G 通信、数据中心、新一代显示、无人驾驶、可穿戴设备、航天等方面有广阔的应用前景，AI 算力提升的拉动下有望蓬勃发展，建议关注云南锗业；钨铜合金：匹配 400G、800G、1.6T 高速率光模块散热提升需求，光模块升级或将加速推动新材料迭代，建议关注斯瑞新材。

在应用层，人形机器人产业化有望打开钕铁硼远期新需求。

人形机器人集成人工智能、高端制造、新材料等先进技术，有望深刻变革人类生产生活方式，在我国人口红利减退、老龄化程度加深、劳动力成本上升的时代背景下，人形机器人的通用属性可以打开工业制造、商用服务和家庭陪伴等多种应用场景。当前，人形机器人技术加速演进，已成为科技竞争的新高地，持续推动数字经济发展。伴随人形机器人产业发展持续推进，产业链上游关键材料钕铁硼有望打开远期需求空间。建议关注钕铁硼生产企业：金力永磁、宁波韵升、中科三环。

表 17：相关新材料及公司

	相关硬件	相关材料	相关公司
基础层	AI 芯片	金属软磁粉芯	铂科新材
		羟基铁粉	悦安新材
	光模块	砷化镓、磷化铟	云南锗业
		钨铜合金	斯瑞新材
应用层	人形机器人		金力永磁
		高性能钕铁硼	宁波韵升
			中科三环

资料来源：中国银河证券研究院

表 18：推荐上市公司估值表（日期截至 3 月 15 日）

公司	市值（亿元）	EPS			PE			PB
		2022	2023E	2024E	2022	2023E	2024E	
铂科新材	115	1.76	1.33	1.91	49.20	43.46	30.30	6.30
悦安新材	33	1.16	0.97	1.69	35.86	45.92	23.02	4.74
云南锗业	76	-0.10	-0.01	0.05	-97.54	-103.13	235	5.42
斯瑞新材	64	0.20	0.18	0.26	84.55	72.79	43.65	6.05
金力永磁	201	0.84	0.42	0.76	34.89	48.24	21.54	3.13
宁波韵升	73	0.32	0.08	0.40	32.99	81.08	16.62	1.26
中科三环	117	0.70	0.26	0.35	19.56	37.68	27.84	1.79

资料来源：Wind，中国银河证券研究院

七、风险提示

- （1）新兴材料替代风险；
- （2）人工智能算力发展不及预期的风险；
- （3）下游需求不及预期的风险；
- （4）产业政策推进不及预期的风险。

图表目录

图 1: 中国发展数字经济四大优势	4
图 2: 2022 年数字经济占各国 GDP 的比重	4
图 3: AI 产业链	5
图 4: 算力指数与 GDP 回归分析趋势	5
图 5: 算力分类 (从供给侧看)	6
图 6: 2020-2027 年中国通用算力规模及预测	6
图 7: 2020-2027 年中国智能算力规模及预测	6
图 8: 2022-2026 年全球人工智能服务器市场规模预测 (含生成式人工智能和非生成式人工智能服务器) (\$M)	7
图 9: 2022-2027 年中国加速计算服务器市场预测	7
图 10: 2022 年中国 AI 芯片市场规模占比	7
图 11: 英伟达与华为参数对比	7
图 12: 全球高速率光芯片市场规模及预测	8
图 13: 中国光芯片厂商占全球份额	8
图 14: 特斯拉人行机器人迭代情况	9
图 15: 1X 人形机器人 EVE	11
图 16: 1X 人形机器人 NEO	11
图 17: 芯片电感产业链	11
图 18: 软磁材料分类	12
图 19: 铁氧体、硅钢、金属软磁复合粉芯的应用	12
图 20: 金属软磁复合粉芯制备流程	12
图 21: 铂科新材金属软磁产品持续迭代	14
图 22: 显微镜下的羟基铁粉	14
图 23: 砷化镓材料的发展路线图	16
图 24: 单晶生长制备工艺对比	16
图 25: 光芯片的材料体系分类	17
图 26: 磷化铟和砷化镓衬底在光通信产业链的应用	17
图 27: 2019-2025 年全球砷化镓衬底预计销量和市场规模	18
图 28: 2019-2026 年全球磷化铟衬底预计销量和市场规模	18
图 29: 2021 年全球砷化镓衬底市场竞争格局	18
图 30: 2020-2021 年全球磷化铟衬底竞争格局 (内圈为 2020 年, 外圈为 2021 年)	18
图 31: 光模块构成	20
图 32: 光模块芯片基座结构图	21
图 33: 光模块芯片基座示意图	21
图 34: 2020、2025 年全球高性能钕铁硼永磁材料下游占比 (外圈为 2020 年, 内圈为 2025 年预测)	23
图 35: 2020-2025E 高性能钕铁硼永磁材料产量预测 (万吨)	23
图 36: 钕铁硼在人形机器人产业链的应用	23
图 37: 特斯拉人形机器人部件	24
图 38: 2020 年金力永磁利用晶界渗透技术的产量市占率	25
图 39: 金力永磁利用晶界渗透技术生产高性能钕铁硼产量及产品产量占比	25

表格目录

表 1: 具身智能机器人演化路径: 完成由“不动”、到“固定动”、再到“自由动”的技术变革.....	8
表 2: 人形机器人扶持政策梳理	10
表 3: 机器人核心零部件生产基地建设公告.....	10
表 4: 铁氧体软磁和金属软磁粉芯性能参数对比.....	13
表 5: 全球 AI 服务器用芯片电感市场规模测算	13
表 6: 不同半导体材料的物理性质、主要特点及应用场景情况	16
表 7: 砷化镓和磷化铟海内外主要厂家生产技术及尺寸.....	19
表 8: 云南锗业产能情况.....	19
表 9: 金属基电子封装材料性能对比.....	20
表 10: 全球 AI 服务器用芯片电感市场规模测算	21
表 11: 公司光模块芯片基座材料产业化进展	22
表 12: 永磁材料性能对比.....	22
表 13: 人形机器人对稀土需求测算 (2025-2030E)	24
表 14: 金力永磁高性能钕铁硼永磁材料产能规划	25
表 15: 宁波韵升高性能钕铁硼永磁材料产能规划	26
表 16: 中科三环配股募集资金项目产能扩容情况	26
表 17: 相关新材料及公司.....	27
表 18: 推荐上市公司估值表 (日期截至 3 月 15 日)	28

分析师承诺及简介

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

华立，银河证券有色金属行业分析师。

免责声明

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

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

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接，银河证券不对其内容负责。链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

银河证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。银河证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

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

本报告版权归银河证券所有并保留最终解释权。

评级标准

评级标准	评级	说明
评级标准为报告发布日后的 6 到 12 个月行业指数（或公司股价）相对市场表现，其中：A 股市场以沪深 300 指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准，北交所市场以北证 50 指数为基准，香港市场以摩根士丹利中国指数为基准。	行业评级	推荐：相对基准指数涨幅 10%以上 中性：相对基准指数涨幅在-5%~10%之间 回避：相对基准指数跌幅 5%以上
	公司评级	推荐：相对基准指数涨幅 20%以上 谨慎推荐：相对基准指数涨幅在 5%~20%之间 中性：相对基准指数涨幅在-5%~5%之间 回避：相对基准指数跌幅 5%以上

联系

中国银河证券股份有限公司 研究院

深圳市福田区金田路 3088 号中洲大厦 20 层

上海浦东新区富城路 99 号震旦大厦 31 层

北京市丰台区西营街 8 号院 1 号楼青海金融大厦

公司网址：www.chinastock.com.cn

机构请致电：

深广地区：程曦 0755-83471683 chengxi_yj@chinastock.com.cn

苏一耘 0755-83479312 suyiyun_yj@chinastock.com.cn

上海地区：陆韵如 021-60387901 luyunru_yj@chinastock.com.cn

李洋洋 021-20252671 liyangyang_yj@chinastock.com.cn

北京地区：田薇 010-80927721 tianwei@chinastock.com.cn

唐嫚羚 010-80927722 tangmanling_bj@chinastock.com.cn