

小金属行业深度报告

AI 金属乘风破浪（一）：锡、铟、钨的春天 增持（首次）

2026 年 06 月 30 日

证券分析师 刘奕町

执业证书：S0600526060002

liuyt@dwzq.com.cn

投资要点

■ 资本开支指引行业景气度，AI 小金属迎来历史性机遇

全球 AI 资本开支正进入非线性加速阶段，资本投放的结构亦显示出扩圈，从单一的芯片单品范畴，逐步覆盖服务器整机、高速网络元器件、数据中心供电基建、高热密度冷却设施等细分领域，形成全链条、多品类的全方位硬件投资格局，为上游基础原料带来需求红利。

算力需求跃进式提升，硬件性能升级迫在眉睫。性能升级围绕算力密度、内存带宽、互联速率、功耗效率四个维度展开，材料体系的选择至关重要，更多稀有金属品种凭借其优越的理化特性进入视野，有望带来增量需求。

■ 锡：电子世界的“万能胶”，供需持续紧张

需求侧：PCB 产量增长有望拉动锡需求可观弹性，我们测算 PCB 电镀+SMT 环节对锡的单耗约 318g/m²，2026-2030 年全球 PCB 产量有望从 5.1 亿平米增长至 6.63 亿平米，PCB 耗锡有望从 16.3 万吨增长至 21.2 万吨，四年量增 4.9 万吨锡需求，CAGR 为 6.9%。以 2025 年全球锡消费量 38 万吨为基数，未来 5 年 PCB 端对锡的消费拉动弹性为 12.3%。

供给侧：资源贫乏、自然灾害、军事战乱、政策变更、贸易流迁移等对全球锡供给形成影响。我们判断，锡价中枢有望持续上移。**建议关注：**锡业股份、华锡有色、兴业银锡、新金路、唯特偶。

■ 铟：实现高速光通信的核心基材，磷化铟需求有望跃升

需求侧：算力需求爆发，数据中心内部数据传输瓶颈凸显，光互连成为数据通信最优方案。光通信的瓶颈在于发射端电-光转换环节的选材，需要半导体材料兼具高效发光、可以匹配光纤最低损耗窗口、且具备超高频响应能力，磷化铟成为优选。我们测算，4 英寸磷化铟衬底耗铟量约 32g/片，2025 到 2030 年 AI 数据中心对磷化铟需求有望由 60 万片增长至 1300 万片，穿透到铟的需求将由 2025 年的 19 吨增长至 2030 年的 419 吨，以 2025 年全球铟需求为基数，拉动需求增长 20%以上。

供给侧：原生铟的供给受限于锌矿生产，近年锌炼厂 TC 不断下滑，炼厂开工意愿不足对铟供给形成约束；我国对铟实行出口管制，供需紧张有望支撑铟价上行。**建议关注：**锡业股份、华锡有色、株冶集团、云南锗业。

■ 钨：迈向先进制程的“垫脚石”，半导体领域贡献高需求增速

需求侧：栅介质层材料成为芯片制程进化瓶颈，氧化钨凭借其高介电系数可有效解决量子隧穿效应导致栅极漏电流急剧增加、芯片功耗飙升、运行可靠性降低的问题。制程微缩进程下，芯片钨负载有望持续增加。2024-2030 年全球钨需求有望由 100 吨增长至 142 吨，半导体领域贡献近半增量。

供给侧：钨面临生产技术难度大、污染高、扩产不经济等多重限制，海外供给增量有限；地缘冲突加剧下，全球钨贸易流亦受到影响。供需紧张下，国内氧化钨价格自 2022 年以来已翻倍，今年海外钨价格甚至出现 10 倍于内盘价格的溢价。**建议关注：**三祥新材。

风险提示：AI 资本开支不及预期风险，技术替代风险，供给超预期释放风险，地缘政治风险。

行业走势



相关研究

内容目录

1. 资本开支指引行业景气度，AI 小金属迎来历史性机遇	4
1.1. 资本开支是行业景气度的先行指标，全球 AI 资本开支进入爆发期	4
1.2. 硬件升级催生 AI 小金属的需求红利	4
2. 锡：电子世界的“万能胶”，供需缺口持续扩大	6
2.1. PCB 产量扩张拉动锡需求增长	6
2.2. 当低资源储采比遇上高不稳定性供给	9
2.3. 锡价中枢有望持续上移	13
2.4. 锡板块相关受益标的	13
2.4.1. 锡业股份：全球锡业龙头	13
2.4.2. 华锡有色：广西关键矿产整合潜力平台	14
2.4.3. 兴业银锡：亚洲银业龙头，国内锡业第二	14
2.4.4. 新金路：西南氯碱企业，转型稀有金属	15
2.4.5. 唯特偶：微电子焊接领先企业	15
3. 铟：实现高速光通信的核心基材，磷化铟需求有望跃升	16
3.1. 数据传输瓶颈催生半导体材料革新，打开铟消费增量空间	16
3.2. 锌冶炼利润微薄限制原生铟供给增长	18
3.3. 铟价中枢有望持续上移	21
3.4. 铟板块相关受益标的	22
3.4.1. 锡业股份：国内最大原生铟生产基地	22
3.4.2. 华锡有色：铟锭稳产稳销	22
3.4.3. 株冶集团：锌冶炼龙头，副产铟锭产量可观	22
3.4.4. 云南锗业：磷化铟业务量价齐升进行时	22
4. 铋：迈向先进制程的“垫脚石”，半导体领域贡献高需求增速	23
4.1. 铋基高 K 材料助力先进制程突破物理瓶颈，芯片铋负载有望持续增加	23
4.2. 高技术难度、高污染、低经济效益限制铋增量供给	24
4.3. 铋价有望维持强势	26
4.4. 铋板块相关受益标的：	26
4.4.1. 三祥新材：在铋产业链上开出高附加值之“铋”	26
5. 风险提示	28

图表目录

图 1:	美国头部科技企业资本开支规模估算节节攀升	4
图 2:	SMT 贴片封装耗锡原理	7
图 3:	锡静态储采比偏低	9
图 4:	2015-2025 年锡产量近乎零增长 (图中为 2015-2025 年各品种矿产量 CAGR)	9
图 5:	全球锡矿产量占比	10
图 6:	中国锡矿产量持续下滑	10
图 7:	2015-2025 年锡业股份资本开支力度不强	10
图 8:	印尼锡锭出口波动较大	11
图 9:	刚果金锡矿生产态势较好	11
图 10:	缅甸锡矿产量长期下滑	12
图 11:	缅甸矿进口量仅出现小幅修复	12
图 12:	玻利维亚锡锭出口主要向荷兰、美国、英国	12
图 13:	秘鲁锡锭出口主要向美国、中国、日本	12
图 14:	锡价中枢持续上移	13
图 15:	锡产业链	16
图 16:	锡需求结构	16
图 17:	近 20 年锡的需求结构已发生显著变化	18
图 18:	全球原生锡/再生锡供给变化趋势	19
图 19:	锌精矿加工费大幅下跌 (左轴: 元/吨; 右轴: 元/吨)	20
图 20:	精炼锌产能利用率降至近五年同比最低	20
图 21:	中国锡出口量降至低位	20
图 22:	中联金锡库存持续下降	21
图 23:	锡价中枢持续上移	21
图 24:	铅金属消费结构	23
图 25:	铅金属消费增长结构 (左轴: 铅需求, 单位吨; 右轴: 需求 CAGR, 单位%)	24
图 26:	2025 年铅出口量下滑 (吨)	25
图 27:	2022 年至 2025 年 12 月国内 4N 级氧化铅价格	26
表 1:	2025 年 1-9 月, AI 投资对美国经济增长贡献率达 39%	4
表 2:	胜宏科技锡材用量情况	6
表 3:	PCB 电镀单耗测算	7
表 4:	SMT 封装环节锡单耗测算	8
表 5:	全球 PCB 耗锡增量空间测算	9
表 6:	磷化锡材料适配光通信性能需求	17
表 7:	AI 数据中心对锡需求增量空间测算	18
表 8:	铅性能适配先进制程发展性能要求	24
表 9:	核级锆和核级铅的工业生产方法与特点	25

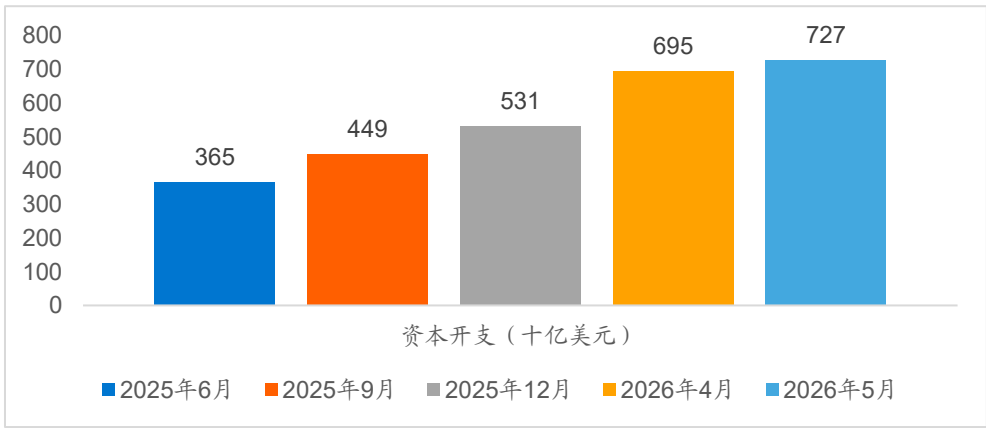
1. 资本开支指引行业景气度，AI 小金属迎来历史性机遇

1.1. 资本开支是行业景气度的先行指标，全球 AI 资本开支进入爆发期

资本开支的方向，即是景气度的温床。在产业经济学的传导链条中，资本开支的方向与强度既代表了产业的前瞻预期，也是行业景气度的先行指标。持续的、大规模的资本开支会沿着“设备采购—产能建设—供应链备货”的路径，形成对上游原材料源源不断的实物消耗，最终构成需求拉动、库存去化、价格上涨的景气链条。

如今，全球 AI 资本开支加速，并形成可观的经济效益。2026 年，微软、谷歌、亚马逊与 Meta 四大云巨头资本开支合计最高将达 7250 亿美元，超出市场预期。据圣路易斯联邦储备银行统计，2025 年 M1-9，美国人工智能各类别（信息处理设备+软件+研发+数据中心）对实际 GDP 增长的贡献率为 0.97 个百分点（高于 2000 年互联网泡沫时的 0.81），占 GDP 总增长的 39%（高于 2000 年互联网泡沫时的 36%），体现出当下 AI 资本开支已对美国经济形成了可观的经济效益。

图1：美国头部科技企业资本开支规模估算节节攀升



数据来源：CNBC，东吴证券研究所

表1：2025 年 1-9 月，AI 投资对美国经济增长贡献率达 39%

		贡献率（百分点）				合计贡献率（%）
	实际 GDP 增长	信息处理设备	软件	研发	数据中心	
2000 年	2.94%	0.58	0.11	0.12	-	27.6
2025 年 M1-9	2.51%	0.42	0.35	0.13	0.07	38.6

数据来源：圣路易斯联邦储备银行，东吴证券研究所

资本投放的结构亦显示出扩圈，从单一的芯片单品范畴，逐步覆盖服务器整机、高速网络元器件、数据中心供电基建、高热密度冷却设施等细分领域，正式形成全链条、多品类的全方位硬件投资格局，为上游基础原料带来需求红利。

1.2. 硬件升级催生 AI 小金属的需求红利

算力需求跃进式提升，硬件性能升级迫在眉睫。先进封装、高多层 PCB、高速光

互联、芯片制程微缩等技术趋势赋能 AI 算力升级，也对材料体系提出了全新要求——而锡、铟、铪三种稀有金属，正凭借各自卓越的理化特性，在这一进程中扮演关键角色。

锡：先进封装与高多层 PCB 的必要焊料。当前 AI 服务器主板已经从传统的 12 层设计发展到 40-50 层以上的复杂配置，一些专门的项目甚至采用了 56 层设计来容纳密集互连，全球 PCB 扩产趋势明确。PCB 生产、应用中镀锡、贴片等环节均需要消耗金属锡，PCB 产量扩张有望抬升行业锡原料总需求量。

铟：高速光模块的核心衬底。AI 数据中心对数据传输速率的要求从 800G 向 1.6T 乃至 3.2T 持续跃升，而磷化铟（InP）凭借饱和电子漂移速度高、发光损耗低的特性，成为高速光芯片的核心衬底材料。我们测算未来 5 年 AI 数据中心穿透到铟的需求有望增长 22 倍以上，增速显著。

铪：先进制程的材料基石。半导体制程微缩过程中，传统二氧化硅栅介质因漏电流剧增而失效——氧化铪（HfO₂）凭借高介电常数（k 值约 18-25，远超 SiO₂ 的 3.9），可大幅降低栅极漏电，成为先进制程晶体管中重要的高 k 栅介质材料。

2. 锡：电子世界的“万能胶”，供需缺口持续扩大

2.1. PCB 产量扩张拉动锡需求增长

锡是电子工业的“万能胶水”，其低熔点、良好导电性、抗氧化性及工艺兼容性，使锡金属成为电子工业首选的核心焊接材料。伴随 AI 服务器、数据中心建设的爆发式增长带动高端 PCB 和先进封装用锡焊料需求扩容，相关领域的投资有望成为锡焊料需求的重要支撑。

锡在 PCB 领域的消耗大致分布在两个环节：PCB 制造中的电镀耗锡，与封装环节 SMT 贴片耗锡。本文针对这两个环节的单耗分别进行测算，再根据全球 PCB 产量增长空间测算锡增量空间。

- ① 对 PCB 电镀环节单耗进行测算，结论为：多层板锡单耗约 13g/m²，HDI 锡单耗约 40g/m²，随着 HDI 板渗透率的提升，PCB 电镀环节的锡单耗也将随之显著提升。

参考胜宏科技“AI 新型电子元器件建设项目”环境影响评价文件，项目前线路板总产能为 960 万 m²（720 万 m² 多层板+240 万 m² HDI），本次扩产 235 万 m² HDI 产能，扩产后线路板总产能达到 1195 万 m²/年（720 万 m² 多层板+475 万 m² HDI）。

扩产前，年锡材耗量 188.88 吨；扩产后，年锡材耗量 283.33 吨。由于本次全部扩产为 HDI 板，可根据耗锡增量测算得 HDI 板的单耗为 40.19g/m²，也可由此反算得多层板的单耗为 12.84g/m²。

表2：胜宏科技锡材用量情况

	应用工段	扩产前锡材年用量（吨）	扩产后锡材年用量（吨）
锡球	电镀	116.25	174.38
硫酸亚锡	图电	56.63	84.95
锡条	喷锡	16	24
合计（吨）		188.88	283.33

数据来源：《胜宏科技 AI 新型电子元器件建设项目环境影响评价报告表》，东吴证券研究所

表3: PCB 电镀单耗测算

项目	参数
扩产前 PCB 总产能 (万㎡)	960
扩产前锡平均单耗 (g/㎡)	19.68
扩产后 PCB 总产能 (万㎡)	1195
扩产后锡平均单耗 (g/㎡)	23.71
本次 HDI 扩产量 (万㎡)	235
HDI 锡单耗 (g/㎡)	40.19
扩产前 HDI 总耗 (吨)	96.46
扩产前多层板总耗锡 (吨)	92.42
多层板锡单耗 (g/㎡)	12.84

数据来源:《胜宏科技 AI 新型电子元器件建设项目环境影响评价报告表》, 东吴证券研究所

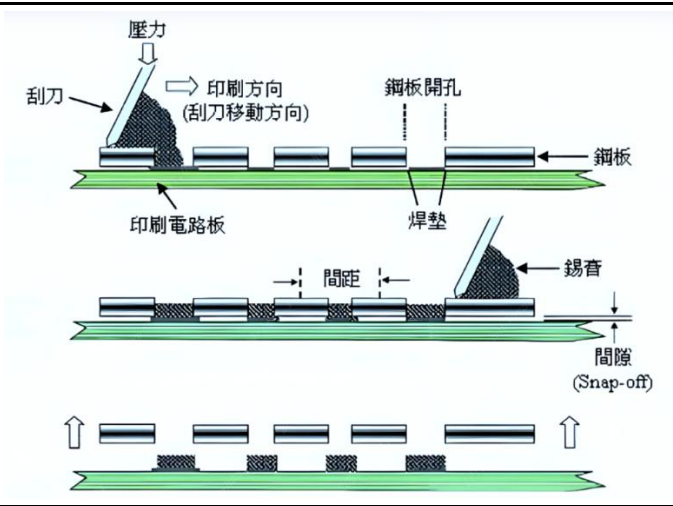
AI 服务器对 PCB 性能要求更高, 常规服务器的 PCB 层数为 8-24 层, AI 服务器的 PCB 层数通常为 28-46 层, 并通过更小的孔径、更细的线路宽度/间距以及更多层的盲埋孔技术, 实现了电路板的小型化、轻量化以及更高的布线密度, 以适应电子设备尤其是移动设备对空间高效利用和高性能传输的需求。

因此, HDI 板更好匹配 AI 服务器的性能需求, 而 HDI 板的锡单耗为多层板的 3 倍以上 (40.19g/㎡: 12.84g/㎡), 其渗透率的提升有望显著拉动锡总消耗量的提升。

② 对 SMT 贴片环节单耗进行测算, 结论为: SMT 封装环节对锡金属的单耗约 294g/㎡。

SMT 表面贴装工序依靠锡膏实现电子元器件与 PCB 焊盘的电气连接, 是板级用锡的核心环节。

图2: SMT 贴片封装耗锡原理



数据来源: 嘉立创, 东吴证券研究所

测算步骤如下：①根据目前常用封装规格（0603/0402/0201）取平均值，得到单个焊盘面积均值为 0.64 平方毫米；②HDI 板焊盘密度大于 50 个/平方厘米，可计算出每平方厘米电路板内锡焊盘面积为 32 平方毫米；③参考 PCB 钢网厚度约 0.12 毫米，并考虑刷膏时的损耗，给予 20% 的修正系数，可算得每平方厘米电路板内锡焊料的体积为 4.58 立方毫米；④参考常规无铅锡膏的合金密度、锡膏中助焊剂与金属的配比、金属中锡含量比例，可计算得 SMT 封装环节锡单耗量约 294.22g/m²。

表4：SMT 封装环节锡单耗测算

项目	参数
封装规格	0603/0402/0201
焊盘平均面积（平方毫米）	0.64
焊盘密度（个/平方厘米）	50
焊盘总面积（平方毫米/平方厘米电路板）	32
钢网厚度（毫米）	0.12
修正系数	1.2
锡膏体积（立方毫米/平方厘米电路板）	4.58
锡膏密度（g/立方厘米）	7.4
锡膏重量（g/平方米）	338.77
锡膏金属含量	90%
金属含锡量	96.5%
折算锡金属重量（g/平方米）	294.22

数据来源：中国 IC 网，一步步新技术公众号，嘉立创，创亿焊锡，东吴证券研究所

③ PCB 产量增长对锡需求总量拉动测算：

据 Prismark 于 2026 年 3 月的预测，2030 年全球 PCB 出货量将达到 6.63 亿平方米，复合增速达 6.7%，反推得 2026-2030 年 PCB 产量为 5.1/5.5/5.8/6.2/6.6 亿平方米。

PCB 电镀环节单耗假设：2026 年单耗参考胜宏扩产后平均单耗 23.7g/m²，此后几年考虑 HDI 渗透率提升带动平均单耗小幅上行；

SMT 封装环节单耗假设：参考上文测算结果 294.22g/m²；

测算得 2026 年到 2030 年，全球 PCB 耗锡量将由 16.3 万吨增长至 21.2 万吨，四年量增 4.9 万吨锡需求，CAGR 为 6.9%。

以 2025 年全球锡消费量 38 万吨为基数，未来 5 年 PCB 端对锡的消费拉动弹性为 12.3%。

表5: 全球 PCB 耗锡增量空间测算

	2026 年 E	2027 年 E	2028 年 E	2029 年 E	2030 年 E
PCB 产量 (万 m ²)	51151	54578	58235	62137	66300
PCB 锡单耗 (g/m ²)					
——PCB 制造	23.7	24.2	24.7	25.2	25.7
——SMT 封装	294.2	294.2	294.2	294.2	294.2
PCB 耗锡量 (吨)	162625	173794	185729	198484	212114

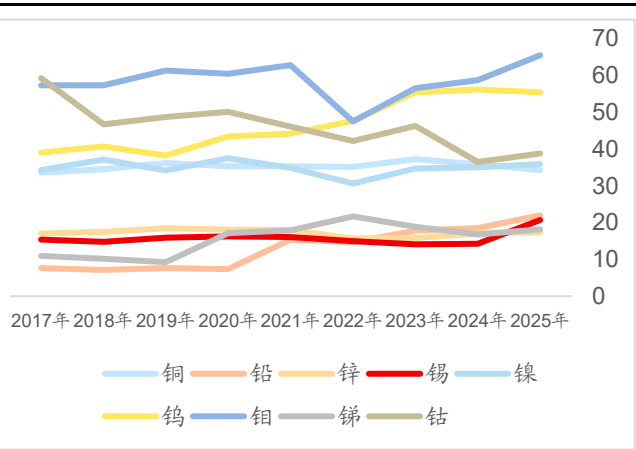
数据来源: Prismark, 东吴证券研究所

2.2. 当低资源储采比遇上高不稳定性供给

全球锡储量稀缺, 静态储采比较其他工业金属偏低。美国地质调查局 2025 年数据显示, 全球已探明锡储量约 600 万吨, 静态储采比仅约 20.7 年, 远低于铜(约 34 年)、镍(约 36 年)、钴(约 39 年)等工业金属。

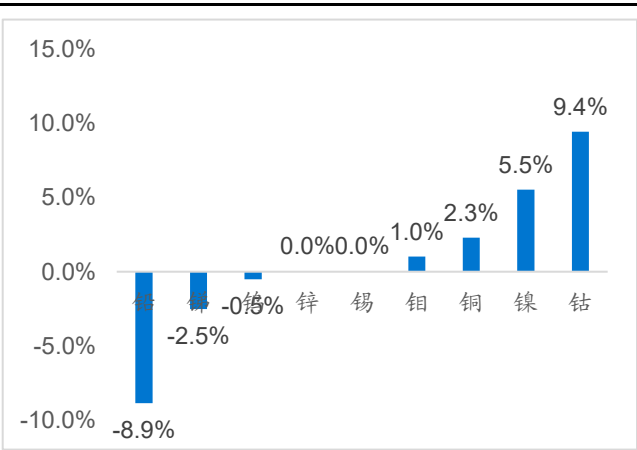
即使价格大幅上行, 2015-2025 这十年间锡产量也近乎零增长, 体现出资源端的约束。自 2015 年 3 月沪锡上市至 2026 年 6 月 8 日, 沪锡价格由 11.7 万/吨涨至约 40 万/吨, 涨幅 238%。然而, 2015 年至 2025 年, 全球锡矿产量仅由 28.9 万吨增长至 29 万吨, 十年间 CAGR 仅为 0.03%。相比于其他工业金属的产量 CAGR (铜 2.3%、镍 5.5%、钴 9.4%), 高价也刺激不出增量供给体现出锡在自然资源禀赋端的约束。

图3: 锡静态储采比偏低



数据来源: 钢联数据, 东吴证券研究所

图4: 2015-2025 年锡产量近乎零增长 (图中为 2015-2025 年各品种矿产量 CAGR)

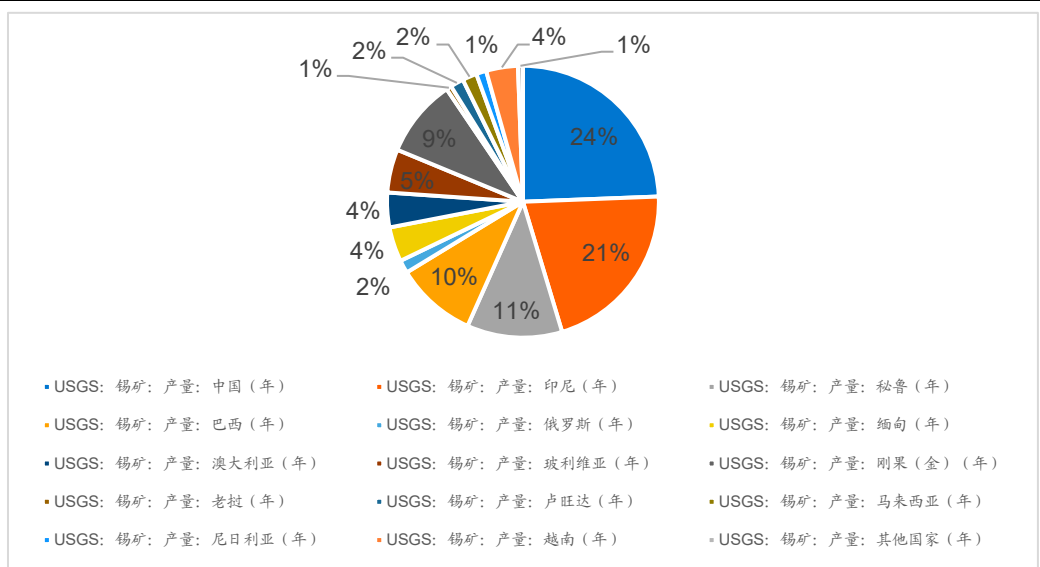


数据来源: 钢联数据, 东吴证券研究所

全球锡矿生产集中度较高, CR5 达到 75% (2025 年)。2025 年锡矿产量占比较大的国家包括: 中国 (24%)、印尼 (21%)、秘鲁 (11%)、巴西 (10%)、刚果金 (9%)、玻利维亚 (5%)、缅甸 (4%) 等。

当前, 多个锡主产国的供应面临不稳定性:

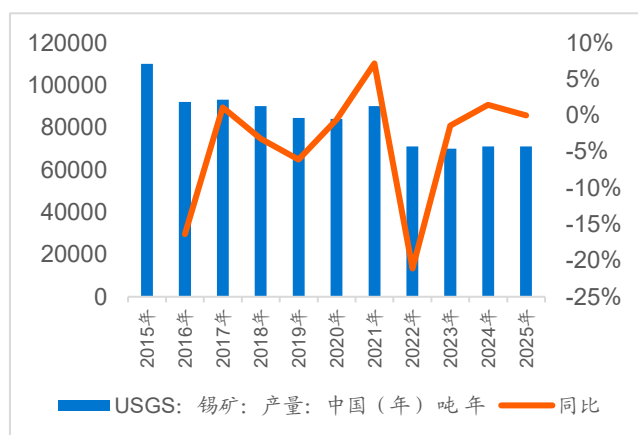
图5: 全球锡矿产量占比



数据来源: 钢联数据, 东吴证券研究所

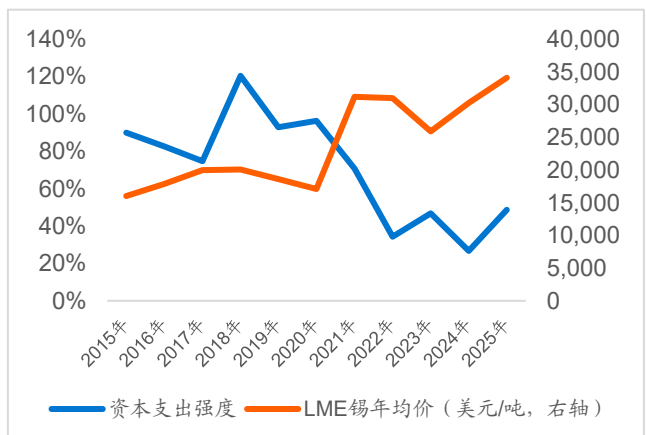
中国锡矿产量呈整体下行趋势，头部企业资本开支不足。2015-2025 年，中国锡矿产量从 11 万吨下降至 7.1 万吨，近十年 CAGR 为 -4.3%，产量下滑严重。此外，即便过去 10 年锡价涨幅显著，如锡业股份这样的头部锡企的资本开支却在整体收缩：以“构建固定、无形资产和其他长期资产支付的现金”/“经营性净现金流”来表示锡业股份的资本开支强度，该指标从 2015-2020 年 0.9 以上的强度逐步下滑至 2022-2025 年的 0.5 以下，若头部企业对 capex 都兴趣阑珊，国内锡矿后备供给增量难言乐观。

图6: 中国锡矿产量持续下滑



数据来源: 钢联数据, 东吴证券研究所

图7: 2015-2025 年锡业股份资本开支力度不强



数据来源: , 东吴证券研究所

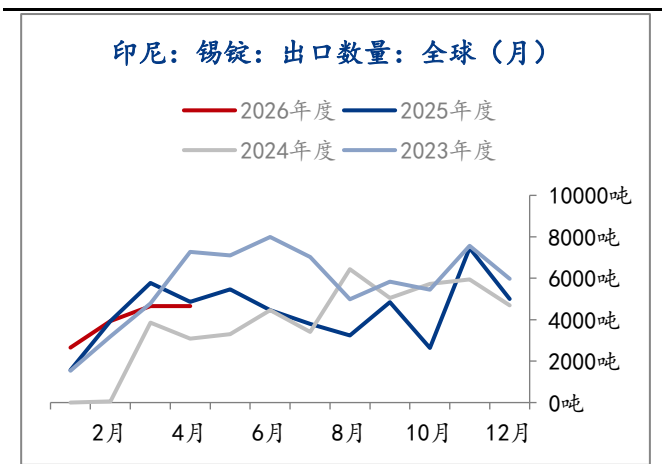
近两年印尼矿产政策频繁调整，争夺锡定价权意愿强烈。2025 年印尼锡矿产量 6.1 万吨，占 2025 年全球锡矿产量的 21%，是世界上重要的锡矿供给国。2024 年印尼曾将矿业公司的工作计划和预算 (RKAB) 有效期从 1 年延长至 3 年，但 25 年 10 月宣布改回一年一审批，以增强政府对生产配额年度控制力；且下令查封非法锡矿、非法冶炼厂，

封堵走私渠道；在定价层面，印尼在 25 年 6 月实施新的累进式特许权使用费体系，将原先 3% 的固定费率提高了一倍多，新的费率与锡价挂钩，26 年 5 月拟再次上调累进特许权使用费，计划将最高档税率提升至 20%（适用于锡价超过 50,000 美元/吨时），此外印尼能矿部还在推进设立锡商品最低基准价格（HPM）政策，旨在稳定国内锡矿石价格，防止价格操纵并引导产业投资。

政策调整过程中，印尼出口量波动剧烈，增加了全球供给的不稳定性。2023-2026M4，印尼出口锡锭 6.9/4.6/5.3/1.6 万吨，同比-12%/-33%/15%/-2%。2026 年印尼锡矿配额 6.586 万吨，较 25 年的 5.3 万吨增长约 1.3 万吨，然而就截至 4 月的印尼出口量来看，出口量并未如期大增、反而减少了 2%，体现出政策端的调整对印尼向全球的锡供应注入了更多不稳定性。

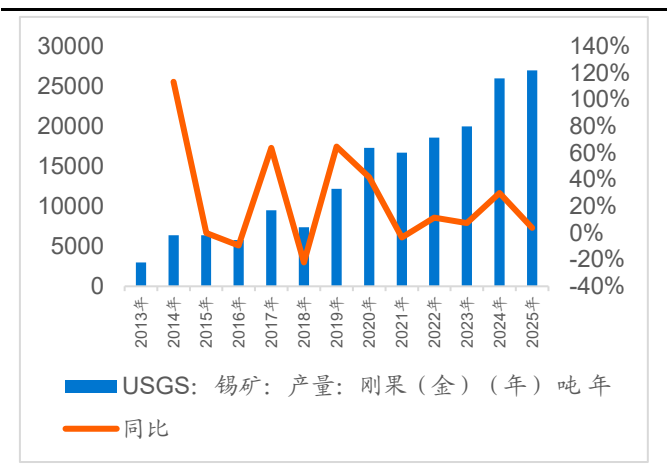
刚果金的锡矿生产前景较好，但生产扰动不断。2025 年刚果金锡矿产量 2.7 万吨，同比增长 4%，占 25 年全球锡矿产量的 9.3%。不过近年来刚果金的锡矿生产也持续受到影响，从地区战乱到公共卫生事件爆发，对刚果金锡矿生产发运注入更多不稳定性。

图8：印尼锡锭出口波动较大



数据来源：钢联数据，东吴证券研究所

图9：刚果金锡矿生产态势较好

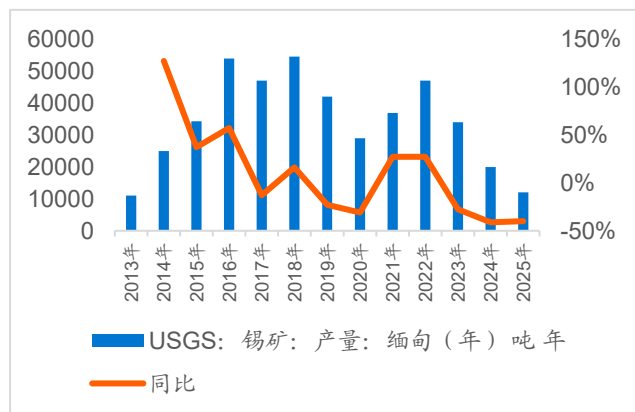


数据来源：钢联数据，东吴证券研究所

缅甸曾是锡矿生产大国，但已步入资源枯竭期。缅甸曾是世界上重要的锡供给国，2018 年缅甸锡矿产量 5.46 万吨，占全球总产量的 17%。然而自 2023 年缅甸颁布禁矿以来，缅甸锡矿产量已显著收缩，2025 年缅甸锡矿产量仅 1.2 万吨，同比下滑 40%。事实上，缅甸锡矿产量在 2018 年达到顶峰后，已多年处于下行趋势中，主要源于原生资源的枯竭。

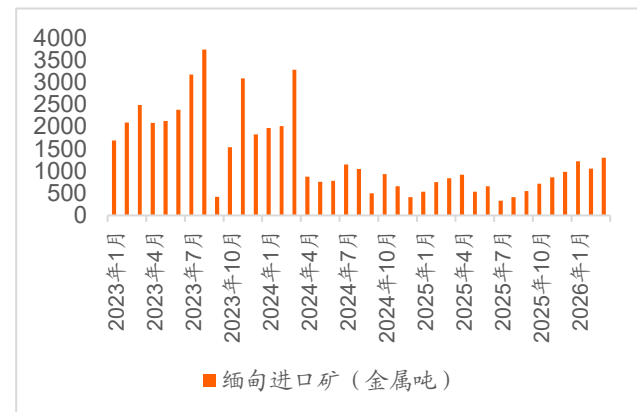
2025 年下半年缅甸佤邦宣布复产，但受炸药、抽水等问题影响进度整体低于预期。截至 26 年 4 月，中国自缅甸的锡矿进口量也仅恢复至 1300 金属吨附近，较 23 年禁矿前平均约 2200 吨/月的进口量仍有不小的差距。

图10: 缅甸锡矿产量长期下滑



数据来源: 钢联数据, 东吴证券研究所

图11: 缅甸矿进口量仅出现小幅修复



数据来源: 钢联数据, 东吴证券研究所

美国对锡原料的诉求增加, 或增加南美锡贸易流变化风险, 使非美地区锡供应受到影响。2025 年秘鲁、巴西、玻利维亚三国合计产锡 7.6 万吨, 占全球锡矿总产量的 26%。除巴西出口的锡矿石主要运往中国外, 玻利维亚锡锭出口的前三大贸易国分别为荷兰、英国、美国 (合计占比约 70%), 秘鲁锡锭出口的前三大贸易国分别为美国、中国、日本 (美国占比约 40%)。可见南美洲的锡贸易流整体更服务于欧美为代表的西方世界。

近两年美国锡产业的战略布局加速, 对锡原料诉求或增强。2025 年 3 月, 北美最大锡合金制造商 Nathan Trotter 与卢旺达锡矿企业 Trinity Metals 达成合作, Trinity Metals 同意将其开采的产品出口至 Nathan Trotter; 2025 年 9 月, 由 Nathan Trotter 投资约 6500 万美元, 在弗吉尼亚州亨利县建设的 Tin Ridge 工厂正式动工, 这也是美国第一家规模化锡冶炼厂; 2026 年 2 月, 特朗普政府正式公布了名为“金库计划”(Project Vault)的关键矿产战略储备方案, 总规模高达 120 亿美元 (含公共与私人资金), 覆盖 60 种关键矿产; 2026 年 3 月, 国防后勤局 (DLA) 正式寻求对约 1978 吨变质的战略储备锡锭进行重熔加工, 将其提纯至 LME 标准 (99.85%锡), 重新纳入国防储备。

从锁定原料供应链, 到首座规模化冶炼厂开工, 到拨款增加战略储备, 美国在锡产业链的布局扩张, 或带来更高的锡原料需求。

而南美三国的锡贸易体系本就更服务欧美, 美国原料需求的增加或将进一步收束南美的锡原料贸易流向, 从而对非美国国家的原料供应造成影响, 加深全球锡原料紧张程度。

图12: 玻利维亚锡锭出口主要向荷兰、美国、英国

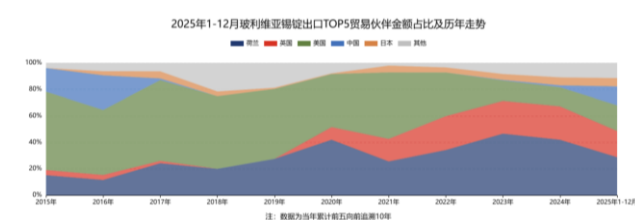
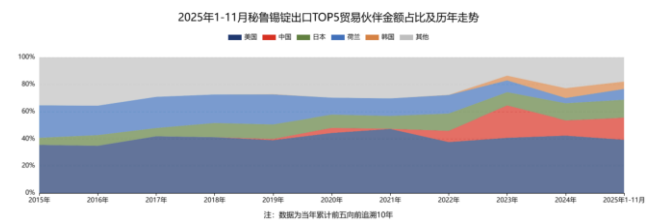


图13: 秘鲁锡锭出口主要向美国、中国、日本



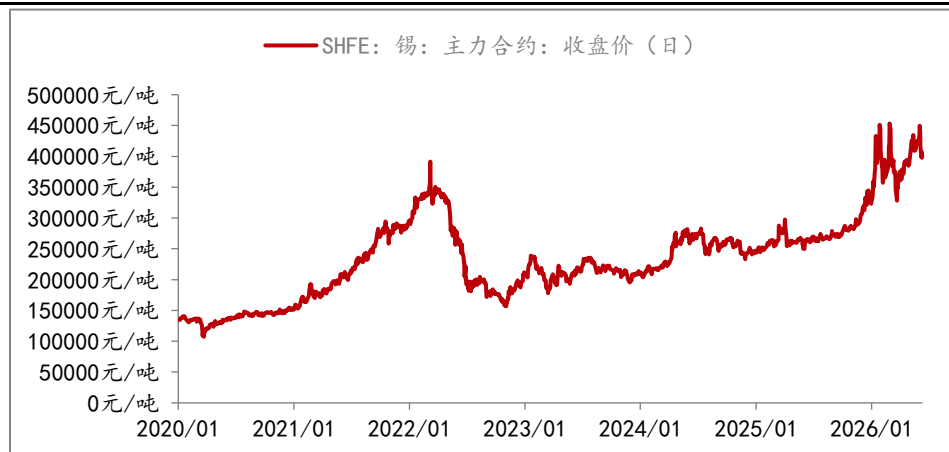
数据来源：瀚闻资讯，东吴证券研究所

数据来源：瀚闻资讯，钢联数据，东吴证券研究所

2.3. 锡价中枢有望持续上移

整体而言,我们认为锡金属在未来3-4年将同时面临需求端的高增与供给端的扰动,涨价驱动强烈。一方面,全球AI资本开支加速,PCB板等硬件设备的扩产有望为锡带来实打实的需求增量。另一方面,全球锡供给集中度高、不稳定性大,且影响供应的因素众多,包括资源禀赋、自然灾害、军事战乱、政策变更、贸易流迁移等。我们判断,锡价中枢有望持续上移,利好板块相关标的。

图14: 锡价中枢持续上移



数据来源：钢联数据，东吴证券研究所

2.4. 锡板块相关受益标的

2.4.1. 锡业股份：全球锡业龙头

主营业务&行业地位：公司主营锡、铜、锌、铟等金属矿的勘探、开采、选矿、冶炼及锡材、锡化工有色金属深加工，为我国最大的锡生产加工基地；公司锡资源生产基地个旧地区也是中国锡资源最集中的地区之一，素有世界“锡都”美誉。据锡业股份测算，2025年公司国内市场占有率为53.35%，全球市场占有率为27.16%。根据国际锡业协会统计，公司位列2025年十大精锡生产商之首。

产能：截至2025年报，公司拥有锡冶炼产能8万吨/年、阴极铜产能12.5万吨/年、锌冶炼产能10万吨/年，压铸锌合金产能5万吨/年，铟冶炼产能105吨/年，参股的新材料公司拥有锡材产能4.3万吨/年、锡化工产能2.71万吨/年。

资源储备：截至2025年年报，公司各种金属保有资源储量情况：矿石量2.56亿吨，锡金属量61.38万吨、铜金属量114.67万吨、锌金属量357.84万吨、铟4,701吨、三氧化钨量7.69万吨、铅金属量9.78万吨、银2,453吨。

产量：2025年生产有色金属总产量35.60万吨，其中：锡9.12万吨、铜13.01万吨、锌13.34万吨、铅1236吨。生产稀散、稀贵金属：产品铟119吨、金1260千克、银134

吨。其中锡原矿 3.2 万金属吨，铜原矿 2.4 万金属吨，锌原矿 12.1 万金属吨。

未来增量：1、推进卡房矿区浅地表资源勘查，提升公司未来钨、锡相关资源的增储和开发利用水平；2、公司预计加强对尾矿资源的综合利用水平，将逐步建成风筝山、官家山、羊坝底 3 个尾矿资源利用基地，为公司“十五五”期间生产原料提供补充。

2.4.2. 华锡有色：广西关键矿产整合潜力平台

主营业务&行业地位：华锡有色是广西唯一的国有有色金属行业上市公司，是国内主要的锡、锑金属生产企业之一。公司主要产品为锡、锌、铅锑、铅、铜精矿和锡、锑等深加工产品，以及通过委外加工的方式生产出锡锭、锑锭、锌锭、铜锭。

资源储备：截至 2025 年报，公司拥有锡资源量 24.5 万金属吨，储量 12.7 万金属吨；锑资源量 20.5 万吨，储量 9.6 万吨。

产能：公司持有并经营三座矿山，分别为广西华锡矿业有限公司铜坑矿（产能 350 万吨/年）、广西高峰矿业有限责任公司锡矿（产能 33 万吨/年）、广西佛子矿业有限公司佛子冲铅锌矿（产能 45 万吨/年）。

产量：2025 年公司生产锡锭 1.15 万吨，锌锭 3.37 万吨，锑锭 408 吨，铜锭 29 吨，铅锑精矿 1.58 万吨，锌精矿 5.4 万吨，深加工产品 1088.5 吨。

未来增量：1、高峰公司 100+105 号深部开采工程项目；2、铜坑矿扩产；3、五吉公司收购，将新增一座锑金属矿，提升资源储量。

2.4.3. 兴业银锡：亚洲银业龙头，国内锡业第二

主营业务&行业地位：公司主营银、锡、锌、铅、铜等有色金属勘探、采选与销售，为亚洲第一大银矿商、国内第二大锡精矿企业。据弗若斯特沙利文 2025 年数据，公司银资源量 3.36 万吨（亚洲第一、全球第七），锡资源量 44.46 万吨（国内第二）；2025 年银产量 301 吨（国内第一，市占 8.9%），锡产量 6700 吨（国内第二，市占 9.4%）。全球十大银矿中两座位于中国，均为公司下属矿山（宇邦矿业、银漫矿业）。

资源储备：截至 2025 年末，公司 9 家骨干子公司保有资源量超 5 亿吨，其中银金属量 3.36 万吨、锡金属量 44.46 万吨、锌/铅等伴生金属储量丰富。

产能：现有矿产银产能约 300 吨/年、矿产锡产能约 1 万吨/年；银漫二期投产后 2027 年锡产能将达 2.2 万吨/年。核心矿山宇邦矿业产能 100 万吨/年，银漫矿业采选能力 165 万吨/年。

产量：2025 年生产银 301 吨、锡 6700 吨、锌/铅等金属合计约 10 万吨。

未来增量：1、银漫二期：采选规模由 165 万吨/年扩至 297 万吨/年，2026 年底投产，新增银 180 吨/年、锡 1.2 万吨/年；2、宇邦矿业扩建：远期产能提升至 825 万吨/年，达产后银年产 450 吨；3、海外布局：摩洛哥 Achmmach 锡矿 2027 年投产，新增锡

产能 6000 吨/年。

2.4.4. 新金路：西南氯碱企业，转型稀有金属

主营业务&行业地位：公司是一家传统氯碱化工企业，涉足矿产资源开发业务领域，寻求产业结构调整与转型升级。2023 年 3 月，公司通过破产和解的方式控股广西栗木矿业（截至 2025 年报持股 60.8919%），布局锡、钨、钽、铌稀有金属采选冶，是国内少数同时具备四种战略金属资源储备的企业。

产能&产量：化工板块德阳基地产能 PVC 树脂 30 万吨/年、烧碱 14 万吨/年、氢氧化钾 8 万吨/年；2025 年化工板块生产 PVC 树脂约 28 万吨、烧碱约 13 万吨。

矿业增量：矿业板块在建 60 万吨/年采矿改造工程项目（建设期 2 年）、150 万吨/年选矿项目（建设期 1 年）、钽铌（钨、锡）资源冶炼综合利用技改项目一期工程（建设期 1 年）。选矿项目计划年产 4275 吨锡精矿，600 吨钨精矿，资源综合利用项目计划年产氟钽酸钾 500 吨，氧化钽 50 吨，氧化铌 200 吨。

2026 年 1 月，栗木矿业收到桂林市应急管理局出具的《关于同意广西有色栗木矿业有限公司复工的通知》，截至 2026 年 5 月，项目正按照计划和要求推进建设之中。

2.4.5. 唯特偶：微电子焊接领先企业

主营业务&行业地位：公司聚焦电子装联材料，主要产品包括以锡膏、锡条、锡丝为代表的微电子焊接材料，以及以助焊剂、清洗剂、稀释剂为代表的微电子辅助焊接材料。公司在国内微电子焊接材料领域居于领先地位，客户包括中兴通讯、华为、TCL、冠捷科技、格力电器、通威股份、比亚迪、大疆、公牛集团、海康威视、富士康等头部企业。

产能扩张在即：2024 年 3 月，公司公告拟以自有资金追加投资 1.6 亿元、共计 3.4 亿元进行“微电子焊接材料产能扩建项目”。追加前，扩产项目规划为新增 4310 吨微电子焊接材料，本次追加投资将新增 3 万吨微电子辅助焊接材料，公司预计项目于 2027 年 6 月投产。

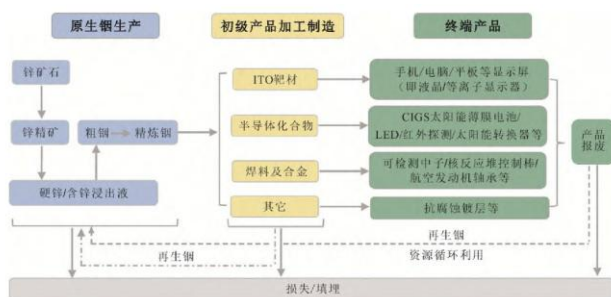
3. 铟：实现高速光通信的核心基材，磷化铟需求有望跃升

铟是一种银白色金属，因具有较好的光渗透性和导电性而应用于 ITO（氧化铟锡）靶材领域，ITO 靶材广泛应用于手机/电脑/平板等显示屏、电视机液晶显示器、车载/飞机液晶显示屏等的生产制造。铟的高沸点、低电阻及抗腐蚀等特性使其在电子半导体和无线电领域应用较广，比如 In Ga As(铟镓砷)、InAs(砷化铟)可以促成集成电路的电子应用。在焊料和合金中掺入铟可以提高合金的强度、延展性等。除此外，铟还用来制造 CIGS（铜铟镓硒）太阳能薄膜电池、在原子能工业中作为制造中子的指示剂等。

铟的需求分布中，70%的消费应用于生产 ITO 靶材，下游为液晶显示器和平板屏幕；其余应用领域包括电子半导体（12%），焊料和合金（12%），研究行业（6%）。

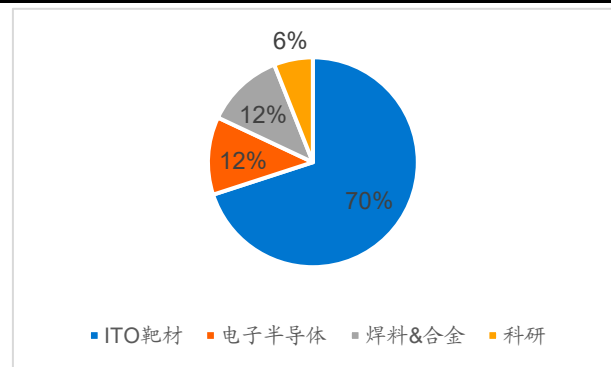
据普华有策，2025 年全球精铟消费量为 2,316 吨，2022–2025 年复合增长率约 7.31%；预计 2026 年和 2027 年将分别增至 2,510 吨和 2,813 吨。

图15：铟产业链



数据来源：《铟资源供给与消费格局分析》（李芳琴等），东吴证券研究所

图16：铟需求结构



数据来源：SMM 小金属公众号，东吴证券研究所

3.1. 数据传输瓶颈催生半导体材料革新，打开铟消费增量空间

算力需求爆发，数据中心内部数据传输瓶颈凸显，光互连成为数据通信最优方案。AI 大模型的训练和推理依赖大量的 GPU 并行工作，GPU 之间需要频繁交换数据，随着模型参数持续跃升，万卡级大模型集群中芯片间数据搬运能耗占系统总能耗 90%以上，铜互连有效传输距离随速率提升急剧缩短至数厘米。随数据传输速率由 100 G/lane 升级至 200 G/lane，并持续朝 400 G/lane 迈进，传统铜线在信号损耗、补偿成本与功耗上的限制将愈发明显，光互连已成 AI 数据中心设计的核心方向。

光通信的瓶颈在于发射端电-光转换环节的选材，需要半导体材料兼具高效发光、可以匹配光纤最低损耗窗口、且具备超高频响应能力，磷化铟成为优选。传统硅材料因属于间接带隙，发光效率极低，无法胜任。磷化铟（InP）作为直接带隙半导体，其带隙能量（约 1.34eV）天然对应光纤通信中损耗最低/最适合长距离传输的 1310nm/1550nm 波段，电子迁移率是硅的 10 倍以上，可支持 100GHz 以上高频调制，且直接带隙特性保证了电-光转换过程中的低功耗、低发热。因此，磷化铟成为 AI 数据中心高速光模块

中激光器芯片不可替代的核心材料，其需求正随着 800G/1.6T 光模块的规模化部署而进入高速增长期。

表6：磷化铟材料适配光通信性能需求

光通信卡点	磷化铟（InP）的解决方案	理化原理
发光效率低	直接带隙 → 高效发光	磷化铟是直接带隙半导体，可实现接近 100%的发光效率，适合在硅衬底上集成紧凑型单片光源，面向光互连场景。
波长不匹配	带隙约 1.35eV → 精准覆盖 1310/1550nm	InP 的直接跃迁带隙为 1.35eV，对应光通信中传输损耗最小的波段。
速率/频率不足	高电子迁移率 → 支持高频调制	磷化铟拥有硅材料 10 倍以上的电子迁移率，并具备高饱和电子漂移速度，支持 100GHz 以上的超高频信号处理。

数据来源：IEEE xplore，36 氪，中国科学技术协会，东吴证券研究所

磷化铟面临较大供需缺口，头部厂商扩产规划可观。据 36 氪，2025 年全球磷化铟器件需求预计达 200 万片，而产能仅 60 万片，供需缺口比例高达 70%；Lumentum 预测到 2030 年，AI 数据中心对磷化铟的需求年复合增长率将达到 85%。为缓解供需矛盾，头部厂商纷纷加码：AXT 募资 1 亿美元用于北京子公司产能扩张，计划在 2026 年前将产能翻一番；住友电工计划 2027 年前将产能提升 40%；日本 JX 金属也宣布扩产 20%；Coherent 建立起全球首个 6 英寸磷化铟晶圆生产线，并预计在 2026 年前将产能提升至当前的 5 倍；国内企业如云南锗业、三安光电等企业亦相继公布了扩产计划。

我们测算，到 2030 年 AI 数据中心穿透到铟的需求将由 2025 年的 19 吨增长至 2030 年的 419 吨，以 2025 年为基数，拉动需求增长 20%以上。测算逻辑如下：

- ① 参考 PAM-XIAMEN 的 4 英寸（100mm）规格的磷化铟衬底规格，厚度为 650 微米，可计算晶圆体积为 5.1 立方厘米；
- ② 参考合肥科晶磷化铟晶片的密度 4.81g/立方厘米，可算出一片 4 英寸磷化铟晶圆磷化铟质量为 24.6g，并根据分子量算出理论单位含铟量为 19.3g/片；
- ③ 参考 36 氪报道“华芯晶电采用垂直梯度凝固法(VGF)突破 4 英寸 InP 衬底制备技术，产品良率达 70%”，我们推测 70%的良率水平为业内较高水平，谨慎假设行业平均良率 60%，可计算得制造一片 4 英寸磷化铟晶圆的实际耗铟量约 32.2g/片。
- ④ 根据 2025 年全球产能 60 万片，Lumentum 预测到 2030 年 AI 数据中心对磷化铟的需求年复合增长率将达到 85%推算，2030 年 AI 数据中心对磷化铟的需求将达到 1300 万片。结合上文算得单位耗铟量，可算得 2025 到 2030 年，AI 数据中心穿透到铟的需求将由 2025 年的 19 吨增长至 2030 年的 419 吨，增长 22 倍以上。

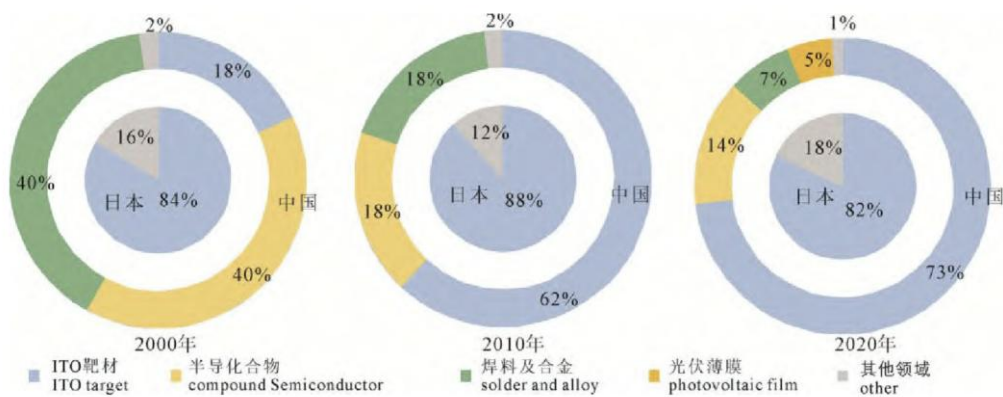
表7: AI 数据中心对铜需求增量空间测算

项目	参数
晶圆直径 (毫米)	100
晶圆厚度 (微米)	650
晶圆体积 (立方厘米)	5.11
磷化铜密度 (g/立方厘米)	4.81
磷化铜质量 (g)	24.6
磷原子量	30.97
铜原子量	114.82
4 英寸磷化铜衬底理论含铜质量 (g)	19.3
良率	60%
4 英寸磷化铜衬底实际含铜质量 (g)	32.2
2025 年磷化铜产能 (万片)	60
2025 年磷化铜对铜需求 (吨)	19.3
2030 年 E 磷化铜需求 (万片)	1300
2030 年 E 磷化铜对铜需求 (吨)	419

数据来源: PAM-XIAMEN, 合肥科晶, 36 氪, 科创板日报, 东吴证券研究所

2025 年全球铜需求 2000 吨左右, 仅 AI 数据中心穿透到铜的需求将在 5 年内为铜金属带来约 21% 的需求增长。若考虑其他领域的应用增长, 与测算过程中难以计算的外延环节的原料损耗, 未来几年铜的需求增速可能还会高于我们的测算结果, 给予铜价以上行支撑。

图17: 近 20 年铜的需求结构已发生显著变化



数据来源: 《铜资源供给与消费格局分析》(李芳琴等), 东吴证券研究所

3.2. 铜冶炼利润微薄限制原生铜供给增长

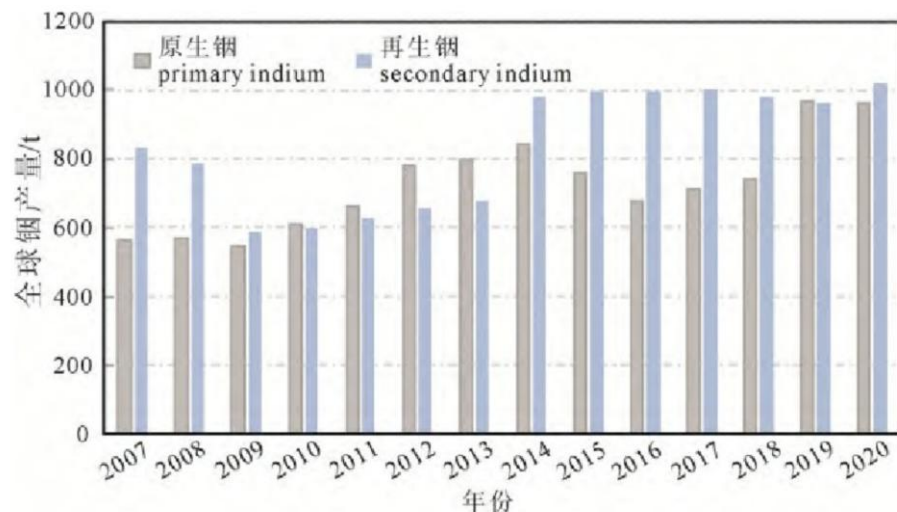
铜主要伴生于铅、锌、锡、银、铜、铁、锑等矿产中, 其中铅锌多金属矿床中的铜储量占全球铜总储量的 81.2% 左右, 金属铜主要提取自这些矿床所含的闪锌矿中。根据对全球已知的 1512 处含铜矿床估算, 全球铜资源量超过 35.6 万吨。中国在全球铜资源

储备中排名第一，占比 26%，其次是玻利维亚（18%），俄罗斯（13%），加拿大（11%），日本（10%）等。

全球镉资源供给由原生镉供给与再生镉供给两部分组成。其中：原生镉主要来源于锌矿加工过程中产生的残渣(硬锌/含锌浸出液)。镉矿作为伴生资源，在地壳中的含量极低，在自然界中主要与锌矿伴生，**伴生比例高达 100%，这就决定了原生镉的供给严重受约束于锌矿的生产。**再生镉主要包括两部分，一部分是利用靶材废料加工回收的镉资源，另一部分指从终端报废产品(也即社会存量)中回收再利用镉资源。

再生镉供给呈现逐步增加的态势，近年来已基本超过原生镉供给量。2007—2020 年的 14 年期间，大部分年份中全球再生镉供给量均超过原生镉供给量。尤其是最近几年，再生镉的供给量大幅提升，以 2016 年为例，再生镉产量为 997 t，占全球镉资源总产量的比例达到 59%。

图18: 全球原生镉/再生镉供给变化趋势



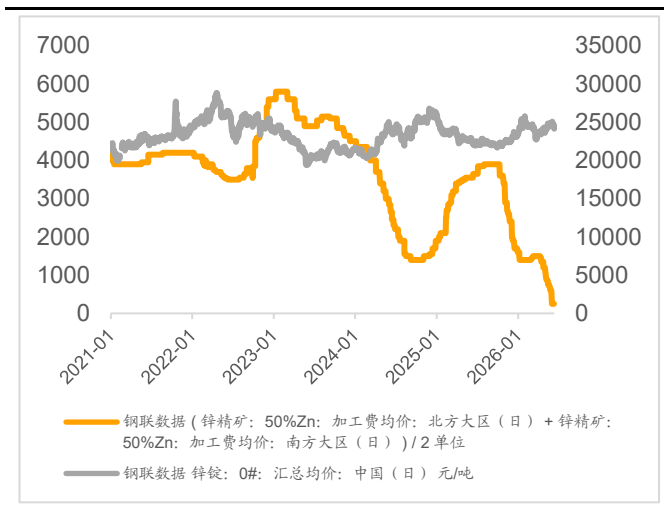
数据来源：《镉资源供给与消费格局分析》（李芳琴等），东吴证券研究所

1. 伴生属性决定刚性供给约束

镉的供给面临的核心约束在于其伴生属性：镉矿作为伴生资源，在地壳中含量极低（ 0.056×10^{-6} ），在自然界中与锌矿伴生比例高达 100%。这一特性决定了镉的产量无法独立于锌矿开采规模——即使镉价暴涨也无法通过单独建设镉矿来实现快速扩产，镉的产量只能取决于锌矿主产品的开采计划和冶炼开工率。

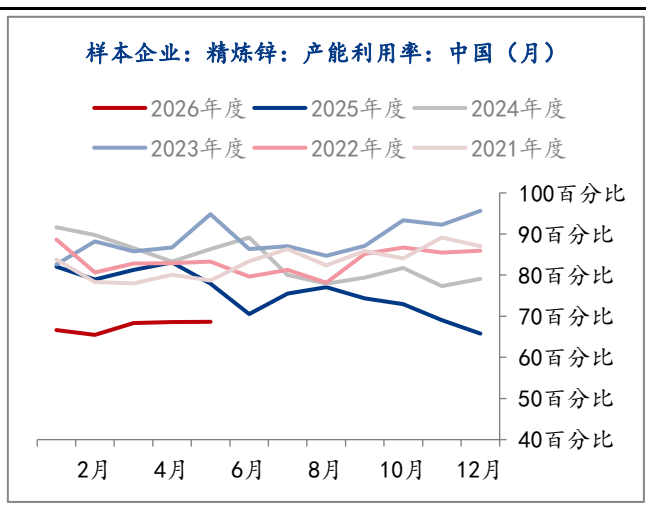
近年来，随着锌精矿的紧张与冶炼端的产能过剩，锌精矿加工费大幅下跌，炼厂开工意愿降至低位，锌炼厂产能利用率达到近 5 年最低水平，一定程度上限制了镉的供给补充。

图19: 锌精矿加工费大幅下跌 (左轴: 元/吨; 右轴: 元/吨)



数据来源: 钢联数据, 东吴证券研究所

图20: 精炼锌产能利用率降至近五年同比最低

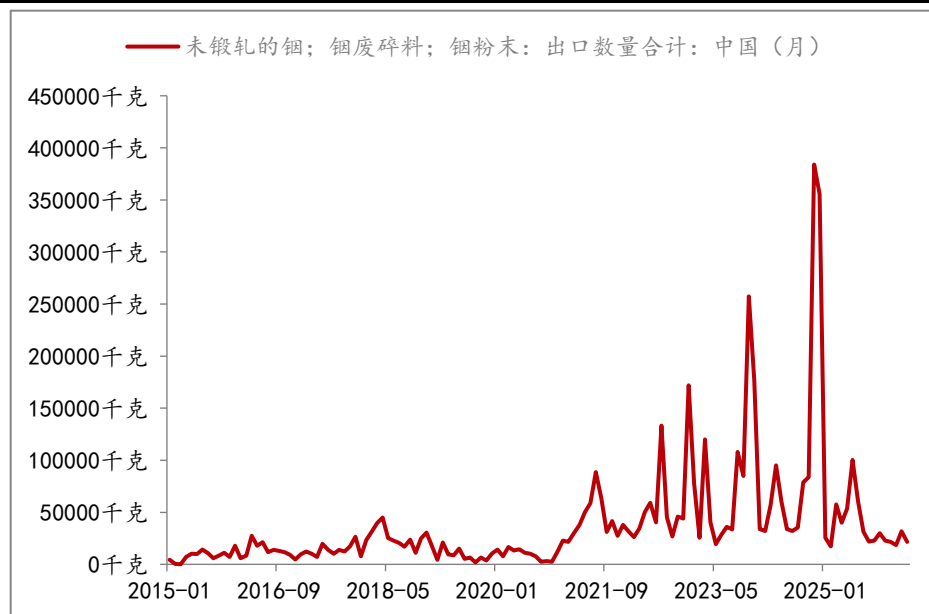


数据来源: 钢联数据, 东吴证券研究所

2、出口管制收紧

2025年2月4日, 中华人民共和国商务部、海关总署联合发布公告 2025 年第 10 号, 正式对镉相关物项实施出口管制, 管制范围包括磷化镉、三甲基镉、三乙基镉、生产相关技术及资料。这一政策变动显著收紧了全球镉市场的现货供应。镉属于“我国主要净出口的金属品种”, 中国在全球市场上有较大影响力, 出口政策的收紧或将进一步加剧全球镉供需紧张趋势。

图21: 中国镉出口量降至低位

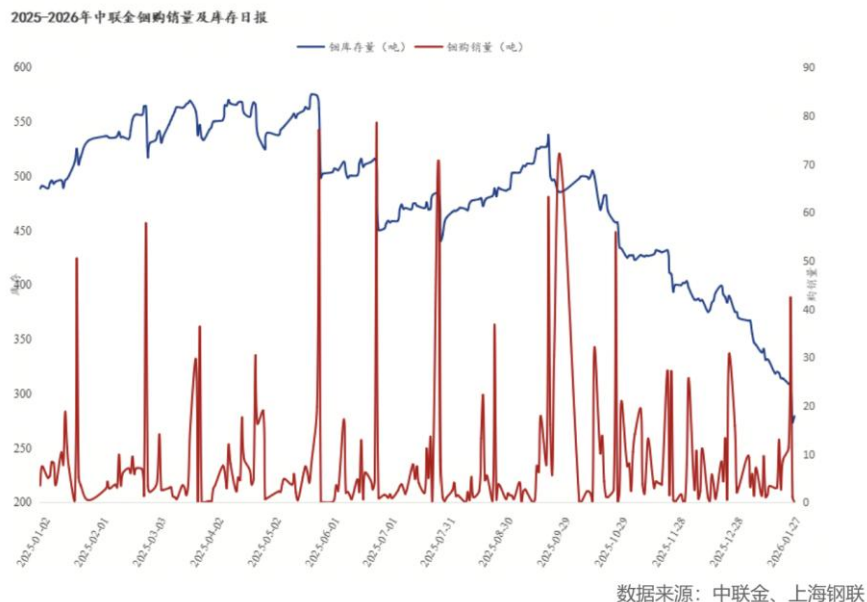


数据来源: 钢联, 东吴证券研究所

3、库存快速消耗

根据 Mysteel 在 2026 年 1 月 29 日发布的钢库存数据，基于中联金交易平台统计，2025 年初库存：约 488.8 吨，2025 年末库存：降至 369.7 吨，2026 年 1 月 28 日库存：进一步降至 273.8 吨。

图22：中联金钢库存持续下降



数据来源：钢联，东吴证券研究所

3.3. 钢价中枢有望持续上移

截至 2026 年 6 月 11 日，国内精钢价格为 470 万/吨，较年初上涨 58%。伴随磷化钢需求增长、原生钢供给受限、中国出口管制与库存快速下行并举，我们预计钢价表现将持续偏强，利好相关标的。

图23：钢价中枢持续上移



数据来源：钢联，东吴证券研究所

3.4. 钢铁板块相关受益标的

3.4.1. 锡业股份：国内最大原生锡生产基地

2025 年末公司锡金属保有资源储量 4701 吨，**2025 年共生产产品锡 119 吨，原生锡产量国内占比约 28.78%、全球占比约 11.03%**；2026 年一季度生产锡锭 27 吨。同时，公司参股的云南锡铟实验室有限公司开展了高纯磷、高纯铟研究开发项目，云南锡业新材料有限公司目前拥有一定的 7N、8N 高纯铟产能规模。

3.4.2. 华锡有色：锡锭稳产稳销

截至 2025 年报，公司下属铜坑矿、高峰矿合计保有铟资源量 3708 吨、储量 884 吨。**2025 年公司生产锡锭 29 吨，同比增长 193%**；销售锡锭 28.16 吨，实现营业收入 6267 万余元，单位成本 199.5 万元/吨。同时，公司发力铟精深加工领域，成功研发并制备出纯度高达 99.99999%（7N 级）的高纯铟产品，并顺利完成自治区重点研发项目《低烧结温度高致密度氧化铟锡靶材的制备研究》等工作，有望在将来进一步提升公司铟相关产品附加值。

3.4.3. 株冶集团：锌冶炼龙头，副产锡锭产量可观

公司为国内锌冶炼龙头，并在生产过程中综合回收铟、铅、铜、镉、银、汞、锗等 7 种有价元素，其中铟以锡锭形式生产。2025 年公司锡锭收入 9335 万余元，同比增长 5.54%。按 25 年锡锭平均价格 259 万/吨推算，公司锡锭销量为 40.71 吨，并推算出公司锡锭单位成本约 68.2 万/吨。规划上，公司目标明确，以建成世界一流绿色低碳高效锌冶炼企业为愿景，**强化锌铟主赛道定位**。

3.4.4. 云南锗业：磷化铟业务量价齐升进行时

公司主要业务为锗矿开采、锗系列产品与化合物半导体材料的精深加工及研究开发。其中化合物半导体材料主要为砷化镓晶片、磷化铟晶片，由子公司云南鑫耀半导体材料有限公司生产。截至 25 年报，公司磷化铟晶片产能为 15 万片/年（2—4 英寸），25 年生产磷化铟晶片 10.01 万片（2—4 英寸），25 年磷化铟产品（折合 4 寸）销量同比增长 73.8%。2026 年公司计划生产磷化铟晶片 18 万片（2—6 寸，以 3—4 寸为主）。

扩产与研发并举，磷化铟业务有望实现量价齐升。磷化铟晶片预计在目前基础上扩产 3 倍，公司于 2026 年 4 月开始实施“高品质磷化铟单晶片建设项目”，该项目计划建设期为 18 个月，计划在现有产能基础上扩建一条年产 30 万片（折合 4 英寸计算，其中包括 6000 片 6 英寸）高品质磷化铟单晶片生产线，最终达到年产 45 万片（折合 4 英寸）高品质磷化铟单晶片的产能。研发项目上，2025 年公司在磷化铟相关领域新增的研发支出项目包括“VGF 法砷化铟单晶片制备关键技术研究”、“大直径 6.5”磷化铟单晶热场及晶片失效研究与产品研发”、“Φ4.5—6 英寸高品质磷化铟单晶片关键技术研究”等。

4. 铪：迈向先进制程的“垫脚石”，半导体领域贡献高需求增速

铪（Hafnium，元素符号 Hf）是一种银灰色的过渡金属元素，位于元素周期表第四副族（IVB 族），原子序数为 72。铪的熔点为 2233℃（约 2506 K），沸点高达 4602℃，在所有金属元素中熔点排名靠前。常温下铪可形成致密的氧化物覆盖层，耐腐蚀性强。

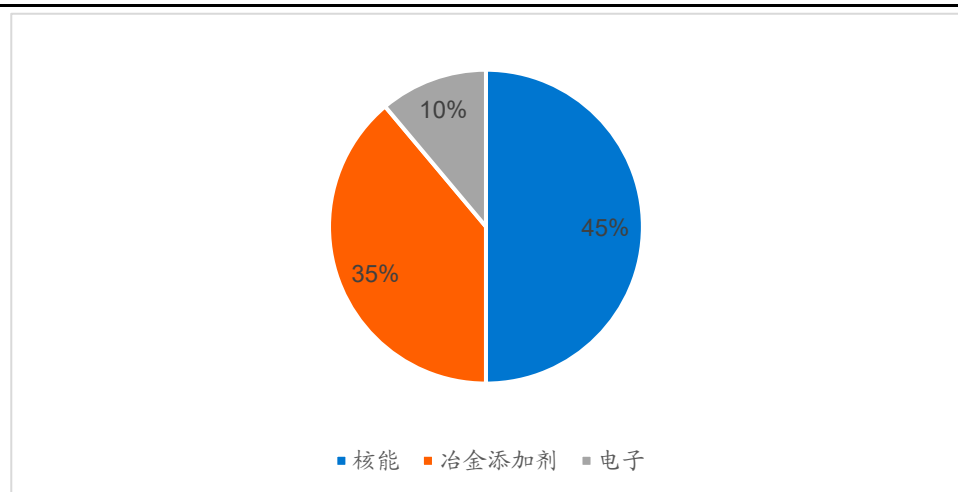
铪的需求结构聚焦三大核心领域：

1、高温合金/航空航天（需求占比 35%）：铪作为镍基单晶高温合金的关键添加剂，可显著提升航空发动机涡轮叶片的高温蠕变强度和耐久性。

2、核能（需求占比 45%）：基于铪极高的热中子吸收截面，铪被用作压水堆（PWR）中的控制棒材料，用于调节反应堆功率和确保安全运行。

3、半导体/电子（需求占比 10%）：铪及其化合物（包含二氧化铪（ HfO_2 ））在半导体制造领域拥有多种应用：用作场效应晶体管的栅极绝缘层；应用于动态随机存取存储器电容中，以此提升电容容量、降低漏电功耗，同时充当防护阻挡层；还可用于半导体制程里的灯丝、电极与超薄薄膜。二氧化铪能够在断电状态下保存数据，为新型非易失性存储器的研发提供了可能性。

图24：铪金属消费结构



数据来源：《铪产业发展现状》（贺奉先等），东吴证券研究所

4.1. 铪基高 K 材料助力先进制程突破物理瓶颈，芯片铪负载有望持续增加

栅介质层材料成为芯片制程进化瓶颈，铪基高 K 材料成为优选。随着芯片制程进入 65nm 及以下的纳米级节点，传统二氧化硅（ SiO_2 ）作为栅介质层材料接近其物理极限：过薄的晶体管二氧化硅栅介质使得其阻隔上层栅极电流泄露的能力逐渐降低，漏电率大幅提升，推升芯片功耗、降低运行可靠性。为了解决这一问题，英特尔在 45 纳米制程工艺上采用铪的高介电常数（Hi-k）材料替代晶体管的二氧化硅栅介质，并使用新型金属替换 N 型与 P 型金属氧化物半导体（NMOS、PMOS）的多晶硅栅极电极。借助

这类新型材料搭配适配的工艺方案，N 型金属氧化物半导体的栅极漏电流降低 25 倍以上，P 型金属氧化物半导体栅极漏电流降幅超 1000 倍，同时器件驱动电流与电路性能均得到提升。

表8：钪性能适配先进制程发展性能要求

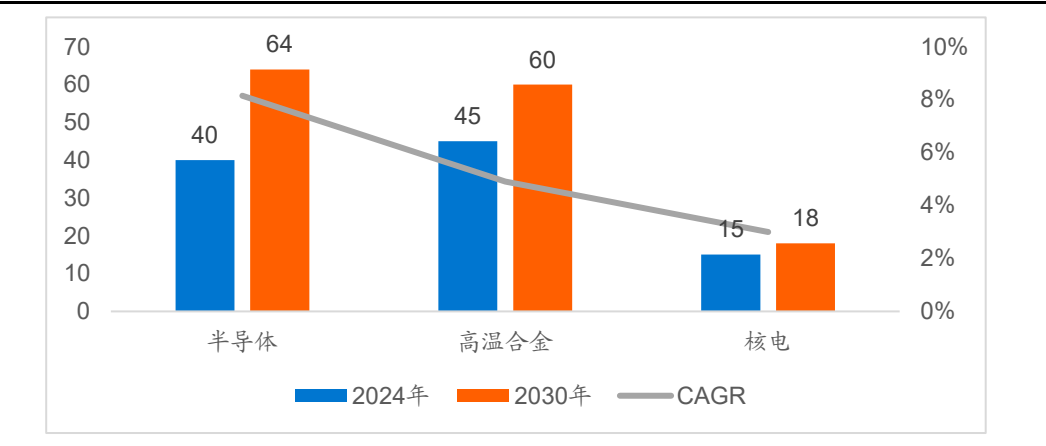
半导体工艺卡点	氧化钪解决方案	理化原理
栅极漏电流剧增	高 K 介质→物理厚度增加、等效厚度不变	栅极尺寸薄到一定程度时，量子隧穿效应导致漏功耗升高。HfO ₂ 的介电常数约 18~25，远高于 SiO ₂ 的 3.9，可在相等等效氧化物厚度下使用更厚的物理厚度，降低栅极漏电流。

数据来源：Intel，ACS publications，东吴证券研究所

制程微缩进程下，芯片钪负载有望持续增加。根据 GlobalInfoResearch，台积电、英特尔和三星等领先晶圆厂正在将 HfO₂集成到下一代晶体管技术中。随着 3nm 与 2nm 制程节点从鳍式场效应晶体管（FinFET）结构向环绕栅极（GAA）架构转型，高介电常数介质材料的需求同步提升，有望提升芯片的钪负载。

2024-2030 年全球钪需求有望由 100 吨增长至 142 吨，半导体领域需求增速有望超过核能、高温合金领域。Nanoscale Powders 总裁预测，半导体行业对钪的需求可能从 2024 年的 40 吨/年增长到 2030 年的 64 吨/年，增长约 24%，并成为钪最大的需求来源；半导体领域的需求增速有望超过镍基高温合金领域（从 45 吨/年增至 60 吨/年，增长 5%）和核能领域（增至 18 吨/年，增速 3%）。

图25：钪金属消费增长结构（左轴：钪需求，单位吨；右轴：需求 CAGR，单位%）



数据来源：Argus，东吴证券研究所

4.2. 高技术难度、高污染、低经济效益限制钪增量供给

钪是生产核级海绵锆时分离出来的物质，所以供给量由核级海绵锆生产规模决定。目前，全球核级海绵锆产能超过 10000 吨/年，实际年产量在 6000 ~ 7000 吨之间，全球海绵钪的供给量约为 100 吨，主要生产地为美国、法国、俄罗斯和中国等国家。

锆钪分离技术难度极高，生产过程涉及有毒溶剂，环保问题严重。锆和钪是核能工业的关键材料，其核性能相异，对两者的纯度要求极高。但受“镧系收缩”影响，两者的物理化学性质相近，在自然界和锆化学品中钪含量通常仅占锆钪总量的 1-3 wt%，分离

提纯极为困难。我国核电所需的核级锆和铈依赖从国外配套进口，其核心分离技术仍被国外所封锁。

表9：核级锆和核级铈的工业生产方法与特点

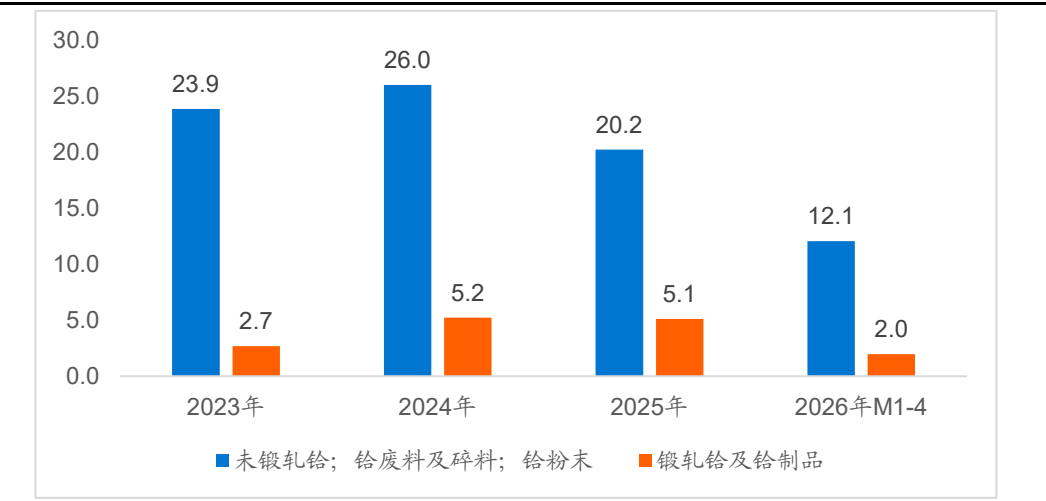
溶剂萃取法	特点
MIBK 法	全球 2/3 以上的溶剂萃取分离工艺均采用 MIBK 法，但需要使用有毒的硫氰酸或其盐，在分离过程中易分解成硫化氢和氢氰酸等，造成严重环境污染；萃取剂 MIBK 易挥发，水中溶解度大，萃取剂损失严重，造成废水处理困难。
TBP 法	萃取剂易乳化，影响连续生产，且需要使用高浓度的盐酸和硝酸，易造成设备腐蚀。
N235 法	分离系数低，萃取容量较小，不利于工业化生产。

数据来源：《Cyanex572 在硝酸体系下萃取分离锆铈的工艺及机理研究》（何宏杨），东吴证券研究所

铈的扩产亦面临经济性问题，全球产能扩充意愿不足。美国两家生产商（ATI 和 Westinghouse）的产能审查显示，每家理论上可将其铈产量从当前水平扩大约 100%（即达到 80 吨/年），但扩产面临结构性难题：要翻倍铈产量，每家公司将额外产生约 2000 吨/年的“脱铈锆”，这些锆除非是有客户承接铈增产过程中额外产出的脱铈锆，或铈价维持高位使生产商有能力处理增产附带的副产物（储存或填埋氯化锆、氧化锆或金属锆），否则扩产在经济上不可行。此外，美国铈产能能否获批提升还取决于所使用原材料类型，比如西方国家的生产许可通常对一氧化碳排放作出限定，而铈铈生产首道工序一般会产出一氧化碳，该尾气受到严格管控。

地缘竞争加剧也使铈的贸易面临更多不稳定性。2022 年俄乌冲突爆发，导致俄罗斯海绵铈断供，市场供应出现短缺，引发国际市场铈价大涨，从 1200~1400 美元/千克飙升至 4500~5000 美元/千克。2024 年末，依据《中华人民共和国两用物项出口管制清单》，中国将铈纳入两用物项管理，2025 年中国未锻轧铈、铈废料及碎料、铈粉末出口 20.2 吨，较 2024 年减少 5.8 吨，同比减少 22%。此外，现行海关 HS 编码无法细分铈金属、废料、粉末品类，也不区分原料纯度品级。单晶涡轮叶片专用的低铈、超低铈铈结晶棒供应缺口，无法通过高铈品级铈原料增量来弥补。

图26：2025 年铈出口量下滑（吨）



数据来源：海关总署，东吴证券研究所

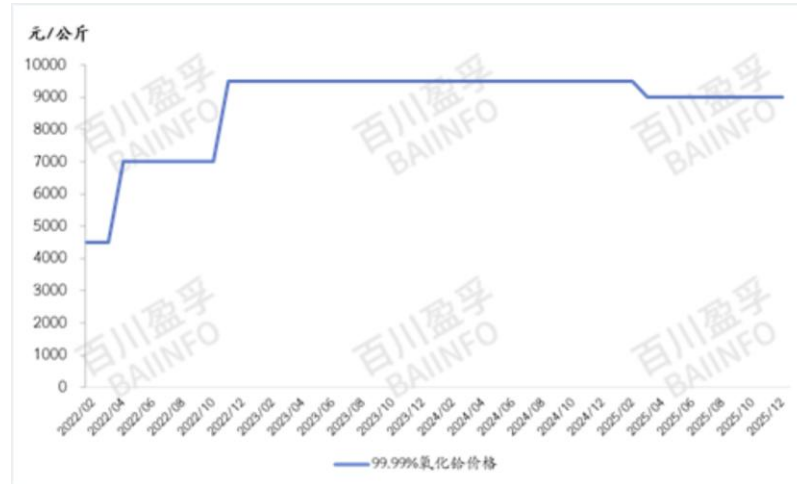
4.3. 铅价有望维持强势

2022 年至今，国内 4N 级氧化铅价格已翻倍。2022 年初，99.99%级氧化铅价格约 450 万/吨，截至 2026 年 6 月 16 日，价格已上涨至 950 万/吨，上涨 111%。

海外市场铅价上行更为显著。航空航天传统采购方与半导体厂商的原料争夺持续推高铅价，阿格斯欧洲铅价鹿特丹完税交货指数 4 月 7 日在 13500-14000 美元/千克（折人民币 0.93~0.97 亿元/吨），截至 5 月 14 日，今年欧洲铅市场涨幅已达 39%，同比价格增长 3.5 倍以上。阿格斯 4 月 30 日首次发布美国铅现货完税估价为 6125-6800 美元/磅（折合 13503-14991 美元/千克），主要源于受美国终端用户需求旺盛、叠加 10%-35%不等的进口关税影响，美国铅价较欧洲市场存在溢价。

在需求快速增长、供给增量不足、贸易受阻等因素共同推动下，铅价有望维持强势，利好相关投资标的。

图27：2022 年至 2025 年 12 月国内 4N 级氧化铅价格



数据来源：百川盈孚，东吴证券研究所

4.4. 铅板块相关受益标的：

4.4.1. 三祥新材：在锆产业链上开出高附加值之“铅”

公司经营锆系、镁系、先进陶瓷系三大核心业务板块，并持续推动产业链延链拓展，产品体系丰富，涵盖电熔氧化锆、海绵锆、氧氯化锆、纳米氧化锆、氧化锆陶瓷、轻量化新材料、铸改新材料等 160 余个品种，是中国电熔氧化锆及工业级海绵锆最大的生产商和供应商之一。

公司依托控股子公司辽宁华祥开展盐酸体系下锆铅分离技术研发——盐酸体系下的锆铅分离技术具有操作相对简便、成本可控等潜在优势，若能实现技术突破，将极大地提升锆铅分离效率与产品纯度，降低生产成本。

最近一年，公司在铅材料项目上实现了技术获取——产能投建——生产送样的快速落地，有望逐步贡献利润增量。

2025 年 4 月，公司与山东金鸾、魏琦峰签署《锆铪分离纯化技术转让合同》，以 **2000 万元对价+10%辽宁华祥股权**获得“**锆铪分离纯化技术**”，该技术依托公司现有氧氯化锆产线，直接转化生产核级氧氯化锆、氧氯化铪，为下游核级海绵锆、半导体前驱体材料提供关键原料，破解国内高端锆铪原料“卡脖子”难题。

2025 年 7 月，公司公告辽宁华祥拟以不超过 3 亿元投资建设锆铪分离项目，项目位于辽宁华祥厂区内，以辽宁华祥现有氧氯化锆产线为载体进行锆铪分离获取核级氧氯化锆和氧氯化铪，新建锆铪萃取厂房等配套工程，公司预计建设期 15 个月。建成后可实现年新增 2 万吨锆铪系列产品的生产能力（**拥有新增 250 多吨氧氯化铪、11740 多吨超高纯氧氯化锆、8000 吨核级氧氯化锆产品的生产能力**）。

截至 2026 年 5 月，锆铪分离项目正处于项目建设中，公司现有半工业化产线已实现连续稳定生产，产出的锆铪产品均为 4N 级以上产品，并将持续优化产线参数提高产品纯度，同时，公司已将部分产品向下游半导体领域客户送样。

5. 风险提示

AI 资本开支不及预期风险：如果全球经济衰退导致科技巨头削减 AI 资本开支，将影响金属需求。

技术替代风险：如果出现新的材料技术替代现有金属应用，将影响相关金属需求。

供给超预期释放风险：如果主产国放松出口管制或发现新的大型矿床，将影响金属价格。

地缘政治风险：全球地缘政治冲突可能影响金属供应链安全。

免责声明

东吴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。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。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。

在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明出处为东吴证券研究所，并注明本报告发布人和发布日期，提示使用本报告的风险，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

东吴证券投资评级标准

投资评级基于分析师对报告发布日后 6 至 12 个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期（A 股市场基准为沪深 300 指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普 500 指数，新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的），北交所基准指数为北证 50 指数），具体如下：

公司投资评级：

- 买入：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在 15%以上；
- 增持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 5%与 15%之间；
- 中性：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于-5%与 5%之间；
- 减持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于-15%与-5%之间；
- 卖出：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在-15%以下。

行业投资评级：

- 增持：预期未来 6 个月内，行业指数相对强于基准 5%以上；
- 中性：预期未来 6 个月内，行业指数相对基准-5%与 5%；
- 减持：预期未来 6 个月内，行业指数相对弱于基准 5%以上。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议。投资者买入或者卖出证券的决定应当充分考虑自身特定状况，如具体投资目的、财务状况以及特定需求等，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

东吴证券研究所
苏州工业园区星阳街 5 号
邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>