仅供内部参考，请勿外传！

小金属

磷化铟：AI 算力的光子血脉，从卡脖子到国产替代的价值重估

磷化铟（InP）是第二代 III-V 族化合物半导体核心材料。磷化铟凭借饱和电子漂移速率高、发光传输损耗偏低的特性，在光电芯片衬底原料中形成独特竞争优势，自此磷化铟在光通信赛道开启商业化落地，成为光模块内部半导体激光器、接收器的关键制备原料。除此之外，依托高频低噪声、击穿电压较高的材料特点，伴随高压大功率器件应用频次提升，2010 年之后磷化铟逐步投入雷达激光器件、射频器件的生产环节。

磷化铟制备依赖高纯铟、高纯磷，原料均为稀缺品种。1）高纯铟：铟作为典型的稀散金属，兼具稀缺性与伴生性。原生铟是在加工提炼其他金属矿物时作为副产物产生，其供给资源天然受限，供给弹性很小。目前，中国作为铟最大的资源国，出口管制逐渐趋严，进一步制约铟的供给。同时磷化铟制备需使用 6N 级以上的高纯铟，目前全球仅少量企业具备高纯铟的规模化制备能力。住友电工、美国 AXT、JX 金属三家全球头部磷化铟衬底厂商，普遍无原生铟资源，依赖进口粗铟进行深加工，扩产意愿受原料制约明显。2）高纯红磷：高纯红磷直接决定磷化铟衬底的晶体质量和位错密度。尤其 7N 级高纯红磷，作为 6 英寸磷化铟衬底的必备材料，其制备难度最高。据青岛董家口新材料科技创新基地官方报道，7N 红磷全球需求约 800-1000 吨，海外有效 7N 产能 400-450 吨，国产有效 7N 产能<40 吨，国产化率<5%，进口依赖超 90%。26 年海外对华配额收紧，国内多数企业只能通过长协锁货保障供给，部分无长协的中小厂商被迫降产。

尺寸升级是大势所趋，海外厂商已锁定 6 英寸。6 英寸磷化铟衬底是专为 AI 高速算力场景定制的高端核心材料。相较于中小尺寸衬底，6 英寸具备单晶圆产出芯片数量多、一致性高、成本更低、适配高密度集成封装的优势，是当下及未来 AI 算力产业的绝对主流需求规格。海外头部厂商 Coherent 和 Lumentum 已全面布局 6 英寸磷化铟产线，6 英寸衬底市场需求有望即将快速增长。据 Yole 数据，2026 年全球 6 英寸高端衬底需求占比已突破 62%，且未来三年占比将持续提升至 80%以上。

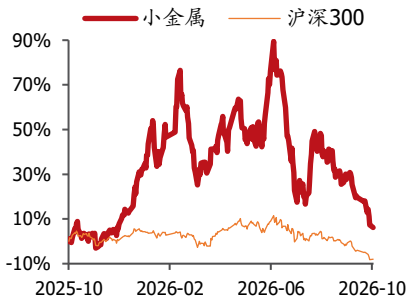
磷化铟紧缺格局难以短期缓解。全球磷化铟衬底缺货缺口超 200 万片，头部企业订单已排至 2028 年，长期协议锁定未来数年产能。叠加 6G 前传、车载激光雷达、量子计算等新兴领域同步入局抢产，磷化铟需求有望持续增长。供给端，磷化铟无有效缓冲渠道：第一，衬底环节高度垄断，全球高端 4/6 英寸磷化铟衬底有效产能仅 60-75 万片/年，AXT、住友电工、JX 金属三家海外厂商占据 85%以上市场份额，新增产能释放周期长达 18-36 个月；第二，核心原料高纯铟及高纯红磷资源稀缺，提纯至 7N 级别量产产线数量极少，产能扩张周期超过 3 年；第三，磷化铟单晶生长设备海外交付周期 12 个月以上，设备供给本身存在瓶颈。

投资建议：供给端大尺寸磷化铟衬底制备及客户认证难度较高，短时间很难大规模释放，需求端光通信有望持续贡献增量，带动磷化铟需求中长期稳增。我们认为磷化铟紧缺格局难以短期缓解，看好磷化铟板块长期配置价值。重点关注:光智科技、云南锗业、武汉天源。

风险提示：技术迭代风险、良率爬坡不及预期风险、客户认证失败风险、行业供给释放超预期风险、下游算力资本开支不及预期。

增持（维持）

行业走势



作者

分析师 张航
执业证书编号：S0680524090002
邮箱：zhanghang@gszq.com

分析师 乾亮
执业证书编号：S0680522120001
邮箱：qianliang@gszq.com

分析师 初金娜
执业证书编号：S0680525050001
邮箱：chujinna@gszq.com

分析师 方晓舟
执业证书编号：S0680523060003
邮箱：fangxiaozhou@gszq.com

相关研究

1、《小金属：钼：欲穷千里“钼”，更上一层楼》 2026-08-31

2、《小金属：地缘对抗反复，战略小金属有望迎来价值重估》 2025-10-13

3、《小金属：锑：7 月供应大幅下滑，锑品出口收紧或接近尾声》 2025-08-26

重点标的

股票代码	股票名称	投资评级	EPS（元）				PE			
			2025A	2026E	2027E	2028E	2025A	2026E	2027E	2028E
300489.SZ	光智科技	买入	-0.24	1.41	12.42	17.94	-	164.38	18.63	12.90

资料来源：Wind，国盛证券研究所

内容目录

一、磷化铟：高速光互联的核心基材，兼具科技与资源属性 3
1.1 科技属性：磷化铟因光电性能优异，高速光通信的适配核心材料 3
1.2 资源属性：原料稀缺、供需错配，具备极强战略垄断价值 5
二、产业链与国产替代：资源优势显著，衬底突破带动全产业链重构 8
2.1 核心瓶颈：原料&设备&客户认证三重约束，短期制约产能释放 8
2.1.1 上游原料：高纯提纯构筑核心壁垒，有效产能决定供给弹性 8
2.1.2 设备&客户认证：多晶和单晶设备采购渠道窄，客户认证周期长 14
2.2 中游衬底及外延：寡头垄断下的扩产周期与尺寸迭代 15
2.3 国产替代：从主题叙事进入“产能+认证”兑现阶段 16
三、需求：AI 光互联加速迭代，InP 耗材需求快速增长 19
3.1 AI 算力驱动，磷化铟需求进入倍数级增长通道 19
3.2 新兴领域：从边际题材走向第二增长曲线 20
四、供需格局：6 英寸 Inp 成为发展趋势，供需矛盾逐步凸显 22
五、重点公司 24
5.1 光智科技：AI 算力金属之王——锗、铟，全球龙头 24
5.2 云南锗业：从锗资源龙头到磷化铟核心供应商，AI 光模块景气驱动价值重估 25
5.3 武汉天源：环保主业提供安全边际，半导体新材料贡献成长与估值弹性 26
风险提示 27

图表目录

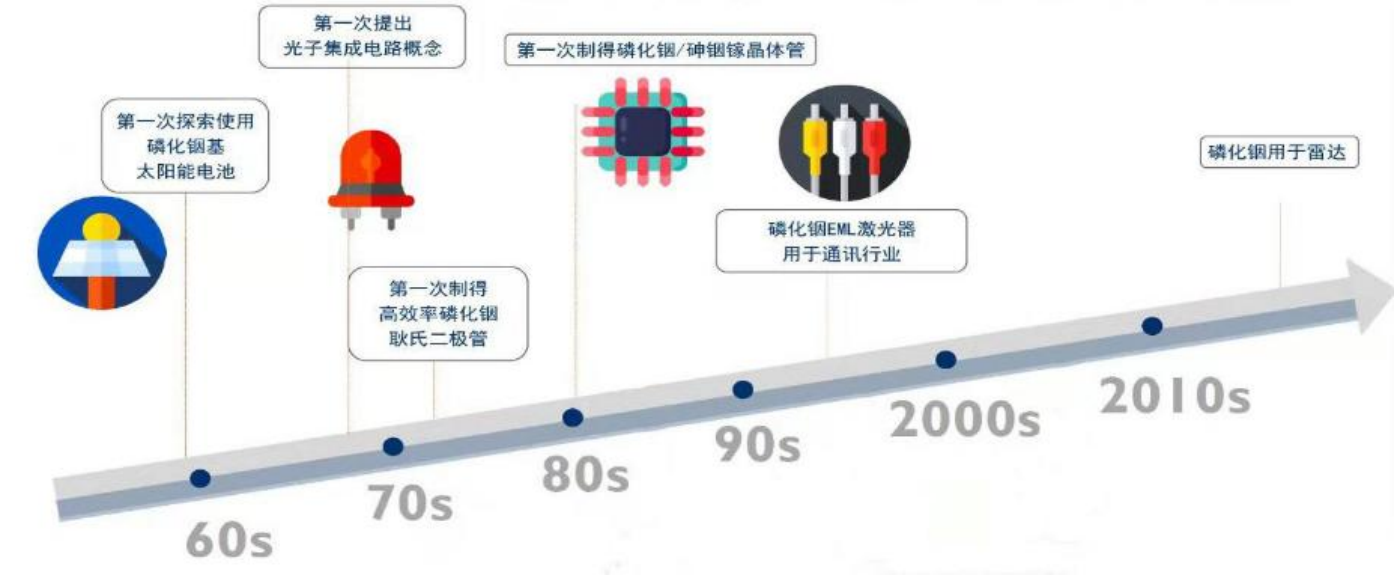
图表 1：磷化铟应用发展情况 3
图表 2：硅、砷化镓、磷化铟性能对比 4
图表 3：磷化铟的关键应用演进 5
图表 4：HGF-InP 法合成 InP 多晶材料示意图 5
图表 5：VGF-InP 单晶生长示意图 6
图表 6：InP 晶圆表面/亚表面损伤层去除过程和亚表面损伤示意图 6
图表 7：磷化铟产业链 7
图表 8：高纯红磷的应用方向 7
图表 9：全球铟资源分布情况 8
图表 10：2020 年中国铟资源分布 8
图表 11：全球精铟、原生铟和再生铟产量情况 9
图表 12：2025 年全球原生铟产量分布 9
图表 13：中国精炼铟、原生铟及再生铟产量情况 9
图表 14：中国与日韩铟产业发展对比 10
图表 15：近两年金属铟相关政策汇总 10
图表 16：国内外生产及加工 4N 以上铟产品的主要企业基本情况 12
图表 17：2025 年全球磷矿资源储量分布情况 13
图表 18：高纯红磷资源日本集中度高 13
图表 19：全球主要地区政策动向加剧供应链重构 16
图表 20：国内磷化铟（InP）衬底核心企业情况 17
图表 21：不同种类光芯片占比情况 19
图表 22：2026-2030EAI 算力光通信领域对磷化铟衬底需求情况 20
图表 23：全球磷化铟衬底市场规模（亿美元） 21
图表 24：英伟达押注 6 英寸磷化铟晶圆厂 22
图表 25：光智科技围绕锗、铟两大小金属的产业链布局 24
图表 26：云南锗业 2020-2026H1 磷化铟晶片生产情况 26

一、磷化铟：高速光互联的核心基材，兼具科技与资源属性

磷化铟（InP）是第二代 III-V 族化合物半导体核心材料，主要应用在高速光通信、高频电子器件、激光探测领域，是兼具资源稀缺属性和科技属性的核心战略资源，也是全球半导体产业发展的关键材料。

磷化铟的技术应用最早可追溯至上世纪 60 年代，最初被用来制造航天太阳能电池；1969 年，磷化铟二极管实现问世；70 年代成功研制出高性能磷化铟耿氏二极管；80 年代该材料被引入晶体管制造环节；步入 90 年代，磷化铟电吸收调制激光器落地电信行业，依托高饱和电子漂移速率、光传输损耗低的特质，正式在光通信领域实现商业化，成为光模块内部激光器、光接收器的核心衬底原料。2010 年之后，伴随高压大功率器件需求扩张，凭借高频低噪声、击穿电压高的特性，磷化铟进一步拓展至雷达、激光探测、射频器件等生产制造场景。

图表1：磷化铟应用发展情况



资料来源：北京通美招股说明书，国盛证券研究所

1.1 科技属性：磷化铟因光电性能优异，高速光通信的适配核心材料

磷化铟电子迁移率可达硅的十倍以上，数值达到 1.2×10^4 $cm^2/V\cdot s$，同时拥有高饱和电子漂移速度、良好导热性能与光电转换效率，能够承载 100GHz 以上超高频信号处理，完美匹配高频、高速光电融合的产业需求。

AI 数据中心持续扩容，带宽与传输距离不断抬升，磷化铟在高速互联赛道的不可替代性持续凸显。光通信主流半导体材料主要包含磷化铟、砷化镓、硅三类，三者适配场景存在明确区分：磷化铟面向长距离高速单模传输，砷化镓多用于短距离多模传输；硅则依靠成熟 CMOS 工艺，擅长大规模器件集成。

1）对比砷化镓（GaAs）：磷化铟适配长距离数据中心互联场景。砷化镓更多用于高频射频以及短波长光电应用，其垂直腔面发射激光器仅支持 50 米以内极短距离通信，多用

于机柜内部线路对接。磷化铟在长距离高速光通信领域技术积淀深厚，是唯一可以生长晶格匹配、无缺陷有源层（铟镓砷磷、铝铟镓砷）的衬底，能够输出 1310nm、1550nm 两大通信低损耗黄金波长，覆盖数百米到十公里以上不同层级的数据中心互联。随着 AI 大模型参数膨胀，数据中心规模扩张，GPU 之间传输距离被拉长；为在数百米传输链路稳定承载 1.6T 带宽，行业逐步从 850nm 波段的砷化镓方案切换，选用磷化铟体系打造的电吸收调制激光器、分布反馈式激光器。

2）对比硅（Si）：硅仅能做无源光集成器件，需外接磷化铟、砷化镓等 III-V 族化合物半导体光源。硅属于间接带隙材料，发光效率很低，虽能制作波导、调制器、掺锗光电探测器，但无法独立生产激光器。所有硅光子芯片都需要搭配磷化铟、砷化镓等外部光源。光源外接集成，恰恰是硅光子技术最大痛点，也是封装成本高、体积偏大、良品率受限的核心原因。

图表2：硅、砷化镓、磷化铟性能对比

对比维度	硅（Si）	砷化镓（GaAs）	磷化铟（InP）
半导体代际	第一代	第二代	第二代
带隙类型	间接带隙	直接带隙	直接带隙
禁带宽度（eV）	1.12	1.42	1.35
电子迁移率（$cm^2/V·s$）	~1,400	~8,500	~4,600
空穴迁移率（$cm^2/V·s$）	~450	~400	~150
发光波长区间	不发光（间接带隙）	~850nm	可调谐至 1310nm/1550nm
能否制备激光器	不能	能（短距低速）	能（高速长距，通信波段核心）
热导率（W/cm·K）	1.5	0.46	0.7
介电常数	11.7	12.9	10.8
熔点（°C）	1,414	1,238	1,070
密度（g/cm^3）	2.33	5.32	4.787
主要应用领域	集成电路、分立器件、光伏	射频器件、VCSEL、短距光通信	高速激光器、光探测器、射频器件、卫星通信
光通信中的角色	无源光波导/调制器	VCSEL 芯片（短距）	EML/DFB/CW 激光器、PIN/APD 探测器（长距高速）
相对制造成本	低	中	高
原料稀缺性	丰富	Ga 较稀有	铟为伴生金属，稀缺
8 英寸以上量产	成熟量产	可实现	6 英寸为当前分水岭

资料来源：优尼康，国盛证券研究所

高速光互联技术持续发展，共同封装光学（CPO）下磷化铟仍占据核心地位。CPO 将光引擎与计算芯片紧密封装，把信号传输距离从米级压缩至厘米级，功耗可降低 50%以上，但这对磷化铟衬底的稳定性、低缺陷水平提出严苛标准，单位芯片对于磷化铟的耗材需求也明显提升。2026 年被视作 CPO 商业化落地元年，英伟达、博通相关产品已经出货，台积电 COUPE 平台完成验证，国内云厂商加速导入，长电科技 XDFOI 工艺硅光引擎样品完成客户端点亮测试，产业进展持续拉动磷化铟市场需求。

图表3：磷化铟的关键应用演进



资料来源：半导体行业观察，国盛证券研究所

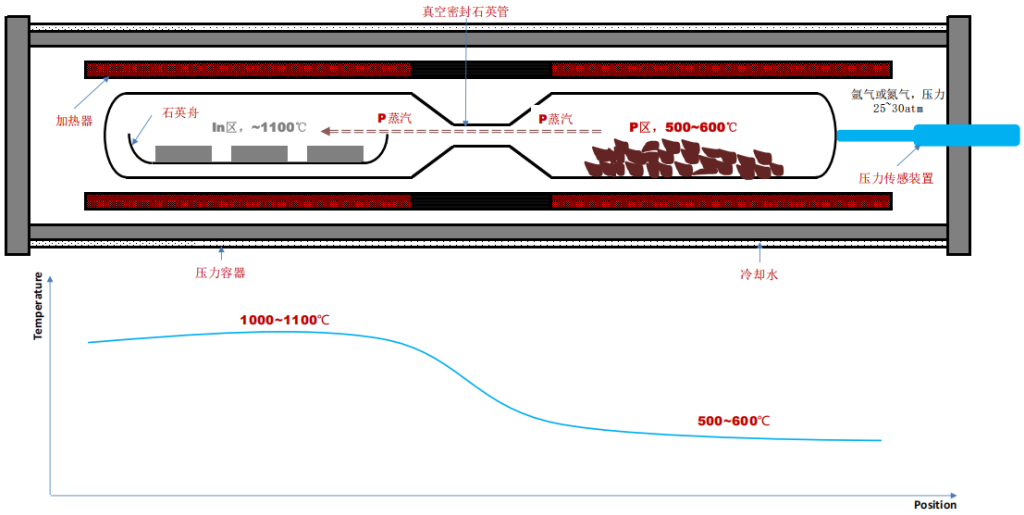
1.2 资源属性：原料稀缺、供需错配，具备极强战略垄断价值

磷化铟是磷和铟的化合物，由高纯铟与高纯磷按照 1:1 原子比例化合生长单晶衬底。其制备过程具体为：

1）将提纯至 6N 级的铟与磷分别置于石英容器两端，在高压环境下加热：铟熔化至 1062℃以上，磷则维持约 560℃形成蒸气，两者反应生成液态磷化铟，随后缓慢冷却得到多晶材料。

多晶合成技术：HGF-InP 是主流多晶合成工艺，依靠磷蒸气与熔融铟充分接触反应，当铟熔体温度超过磷化铟熔点，磷蒸气被快速吸收，全部转化为磷化铟熔体，再通过控温冷却，产出合格多晶原料。多晶的纯度、化学配比、夹杂缺陷，直接决定后续单晶产品品质。

图表4：HGF-InP 法合成 InP 多晶材料示意图



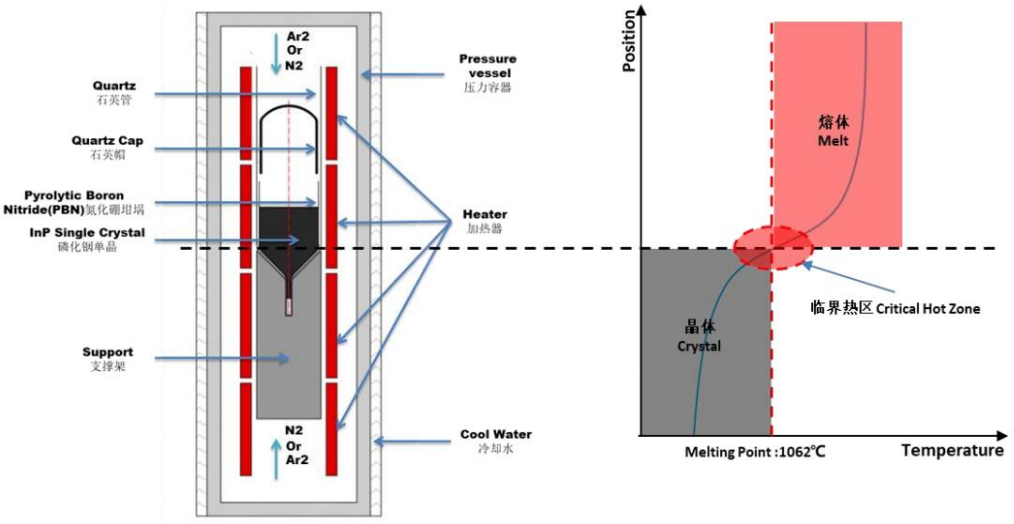
资料来源：肖亚东等《磷化铟晶体生长技术的现状及其发展趋势》，国盛证券研究所

2）多晶再次熔融，并采用控压直拉法（pCZ）生长单晶锭，通过精确控制温度梯度、磷蒸气压力及硼氧化物液封，抑制磷挥发并获得低缺陷单晶，同时可根据需求加入铁、锡、锌等元素实现不同电学特性。

VGF-InP 单晶生长技术：VGF-InP 垂直梯度凝固工艺，依靠定制化温场，驱动固液界面自下而上缓慢推移，在 1062℃以上高温、25-30 个大气压条件下，以籽晶为起点完成单晶生长。通过调控炉内轴向、径向温度梯度，优化固液界面形态，减少晶圆内部载流子浓度波动与位错，实现电学性能均匀、低缺陷的单晶产出；该工艺的核心难点，在于对于临界热区的控制，加热器配置、温场结构、生长速率的精细调控。通过优化加热器的

数量和宽度、温场结构以及晶体生长速度，可进一步改进炉内温场分布以及临界热区的精确控制。

图表5：VGF-InP 单晶生长示意图

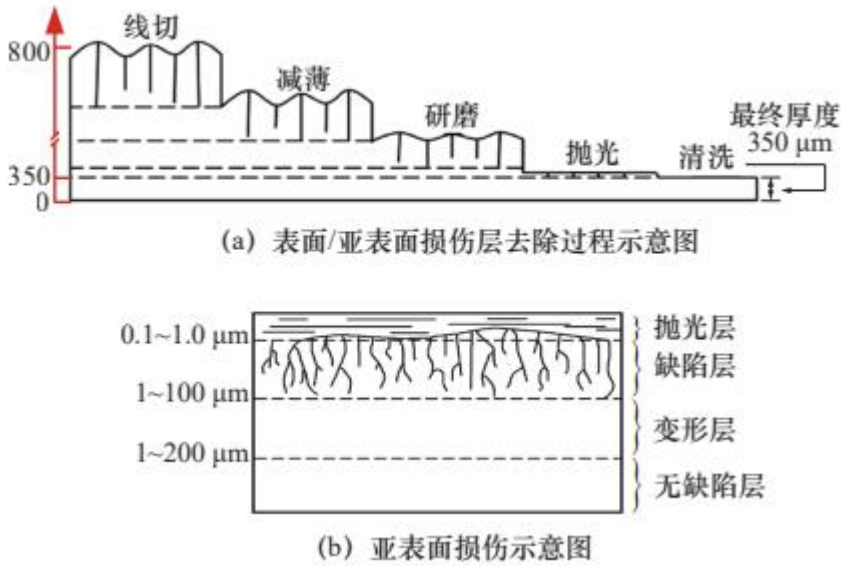


资料来源：肖亚东等《磷化铟晶体生长技术的现状及其发展趋势》，国盛证券研究所

3）最后，单晶锭经过晶向定位、外圆研磨、金刚石切片、双面抛光和化学清洗等工序，制成表面平整、洁净度极高的磷化铟晶圆，为光通信、硅光子和高速光芯片的外延制造提供基础材料。

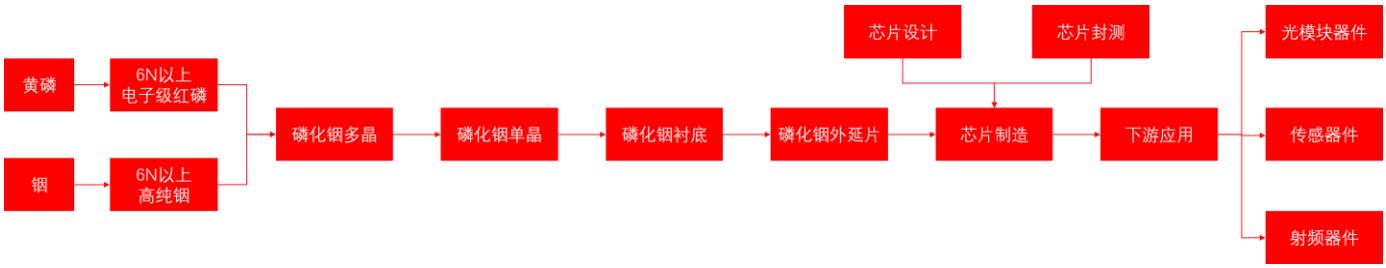
研磨抛洗技术：需要同时处理看得见的表面损伤（划痕、凹凸），以及光学显微镜无法观测的亚表面损伤（微裂纹、位错聚集、残余应力），通过减薄-研磨-抛光-清洗逐步剥离损伤层，得到无损伤的晶圆成品。

图表6：InP 晶圆表面/亚表面损伤层去除过程和亚表面损伤示意图



资料来源：邓家云等《磷化铟晶圆切割、研磨、抛光研究现状综述》，国盛证券研究所

图表7：磷化铟产业链



资料来源：半导体行业观察，北京通美招股说明书，国盛证券研究所

磷化铟制备依赖高纯铟、高纯磷，原料均为稀缺品种。

1）高纯铟:

铟作为典型的稀散金属，兼具稀缺性与伴生性。铟以伴生金属分散在其他元素的矿物中，例如闪锌矿、方铅矿等。因此，原生铟主要是在加工提炼其他金属矿物时作为副产物产生，其供给资源天然受限，供给弹性很小。目前，中国作为铟最大的资源国，出口管制逐渐趋严，进一步制约了铟的供给。**同时磷化铟制备需使用 6N 级以上的高纯铟，目前全球仅少量企业具备高纯铟的规模化制备能力。**日本住友电工、美国 AXT、日本 JX 金属三家全球头部磷化铟衬底厂商，普遍无原生铟资源，依赖进口粗铟进行深加工，扩产意愿受原料制约明显。

2）高纯红磷:

高纯红磷供给紧张也成磷化铟产业的供给堵点。高纯红磷直接决定了磷化铟衬底的晶体质量和位错密度。尤其是 7N 级高纯红磷，作为 6 英寸磷化铟衬底的必备材料，其制备难度最高。目前，据青岛董家口新材料科技创新基地公众号报道，7N 红磷全球需求约 800-1000 吨，海外有效 7N 产能 400-450 吨（日本长濑+RASA+德国巴斯夫），国产有效 7N 产能不足 40 吨（2026 年）。高端国产化率<5%，进口依赖超 90%。2026 年海外对华配额收紧，国内多数企业只能通过长协锁货保障供给，现货渠道货源紧张，部分无长协的中小厂商被迫降产。

图表8：高纯红磷的应用方向

类别	纯度	典型指标	主要应用
工业级	95%以下	无特殊要求	阻燃剂、火柴、化肥
电子级 6N	99.9999%	金属杂质<10ppb	4 英寸及以下低端 InP 衬底
电子级 7N	99.99999%	金属杂质 <1ppb，硫<100ppb	6 英寸高端 InP 衬底，800G/1.6T 光芯片

资料来源：青岛董家口新材料科技创新基地，国盛证券研究所

磷化铟衬底产能释放缓慢。除原材料之外，长晶设备、工艺 Know-how、良率爬坡共同构筑行业高门槛。磷化铟单晶长晶炉交付周期普遍超过 18 个月，设备厂商产能有限，优先保障长期合作海外大客户。即便设备到位，单晶良率提升需要长期工艺积累。从厂房建设、设备采购调试，再到试产、良率爬坡、下游客户认证，完整衬底产线建设周期至少 3 年，6 英寸大尺寸产线甚至需要 4-5 年。即便 2026 年资本集中涌入扩产，新增产能也要等到 2029 年前后才能形成稳定有效供给。

二、产业链与国产替代：资源优势显著，衬底突破带动全产业链重构

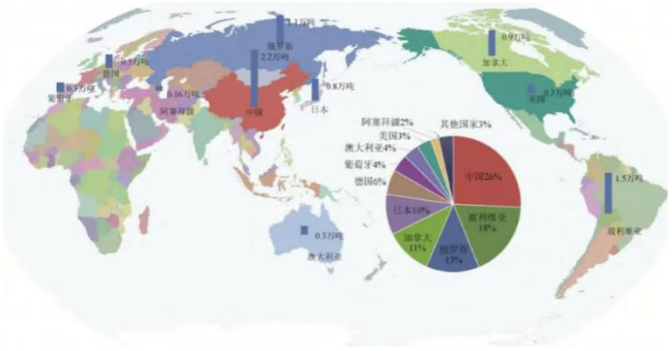
2.1 核心瓶颈：原料&设备&客户认证三重约束，短期制约产能释放

2.1.1 上游原料：高纯提纯构筑核心壁垒，有效产能决定供给弹性

➢ **铟资源兼具稀缺性与伴生性，高纯铟较为稀缺**

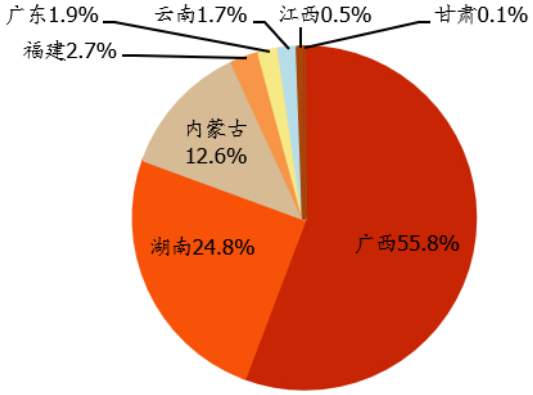
全球铟资源分布分散，中国拥有铟 26%资源，是最大的资源国。全球铟资源量约 7.6 万 t，其中 96%以上的资源集中在：中国、玻利维亚、俄罗斯、加拿大、日本、德国、葡萄牙、澳大利亚、美国、阿塞拜疆。中国铟储量最为丰富，居世界首位。中国已探明的铟资源分布相对集中，根据自然资源部公布的《2020 年全国矿产资源储量统计表》，全国铟储量为 1792.77 t，广西、湖南、内蒙、福建、广东 5 地占据了全国资源量的 97.7%，其中，广西储量最多，为 999.92 t，占全国比例达 55.8%；其次是湖南，储量为 445 t，占比为 24.8%；内蒙排名第三，为 225.22 t，占比 12.6%。

图表9：全球铟资源分布情况



资料来源：粉体网，国盛证券研究所

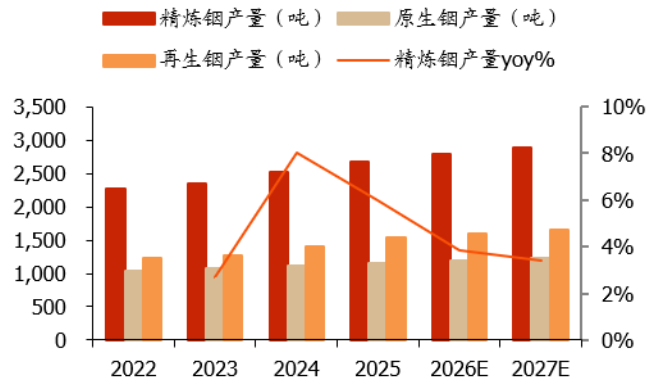
图表10：2020 年中国铟资源分布



资料来源：自然资源部，国盛证券研究所

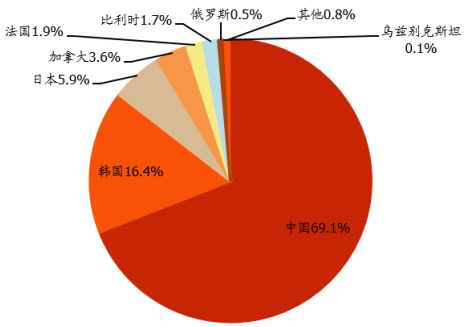
铟主要来源于原生铟提炼和再生铟回收。铟以伴生金属分散在其他元素的矿物中，例如闪锌矿、方铅矿等。因此，原生铟主要是在加工提炼其他金属矿物时作为副产物产生。原生铟的生产主要来自中国、韩国、加拿大等地。再生铟主要通过回收靶材余料、生产工艺尾料和含铟电子产品等加工而成，再生铟主要来自中国、日本、韩国等地。据普华有策，2022 年-2025 年，全球精铟产量由 2280 吨增长至 2682 吨，年复合增速 6%，其中原生铟由 1041 吨增长至 1150 吨，占比 43%；再生铟由 1239 吨增长至 1532 吨，占比 57%。据普华有策预测，全球精铟产量 2026-2027 年将分别达到 2785 吨和 2880 吨。分国家看，据 USGS，2025 年中国原生铟产量占比 69.1%，为全球最大的铟生产国；其次为韩国，其产量占比为 16.4%；日本产量占比 5.9%，位居第三。

图表11：全球精铟、原生铟和再生铟产量情况



资料来源：普华有策，国盛证券研究所

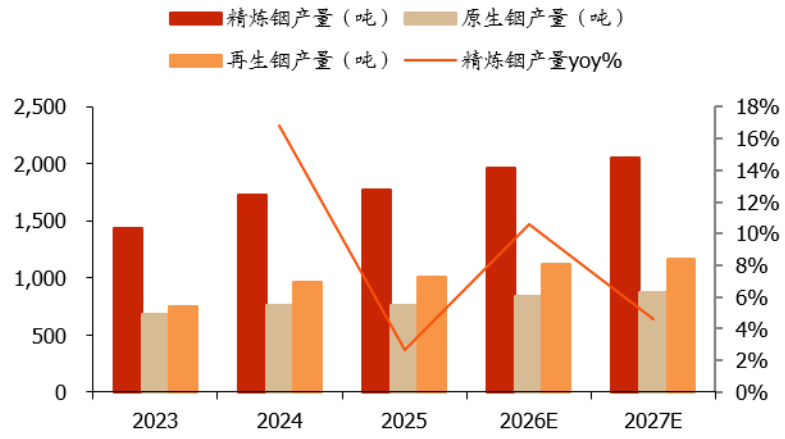
图表12：2025 年全球原生铟产量分布



资料来源：USGS，国盛证券研究所

中国来看，2023-2025 年中国精炼铟产量由 1436 吨增长至 1772 吨，年复合增速 11%。预计 2026-2027 年精炼铟产量增长至 1960 吨和 2050 吨，2027 年增速 5%，占全球比重将超 70%。其中原生铟来看，据 USGS 数据统计，2023 年中国原生铟产量 690 吨，增长至 2025 年的 760 吨，年复合增速 5%。再生铟由 746 吨增长至 1012 吨，年复合增速 16%。

图表13：中国精炼铟、原生铟及再生铟产量情况



资料来源：USGS，普华有策，华经情报网，国盛证券研究所

铟产业呈现“中国主导上游、日韩主导下游”格局。中国拥有资源与冶炼优势，但价值沉淀在上游；日韩资源匮乏，却凭借技术、回收和市场掌控高附加值环节。再生铟回收是保障资源供应的重要路径。ITO 靶材溅射损耗率高达 70%，叠加电子产品快速更新，产生大量含铟废料。日本等国再生铟供应已能满足大部分国内需求，而我国在回收技术、规模上仍有差距，未来发展关键在于攻克提纯技术、构建高效循环体系。

图表14：中国与日韩铟产业发展对比

对比维度	中国	国外（以日本、韩国为代表）
资源与上游	**资源与供给绝对主导：**全球最大的原生铟供应国，储量与产量全球领先。近年通过技术攻关，综合回收率显著提升。	**资源匮乏，依赖进口：**日、韩本土铟资源极少，主要从中国等国进口初级产品。但再生铟回收产业全球领先，再生铟供给已超过原生铟。
中游材料	**快速追赶，重点突破：**已建成高纯铟等高端原料生产线，关键战略金属自给率提升至 70%以上。正积极向 ITO 靶材等深加工领域延伸。	**技术领先，掌控高端：**长期垄断高纯铟、高端 ITO 靶材、磷化铟衬底等高端材料核心制备技术和市场。
下游应用	**消费市场增长迅速，但高端应用依赖性强：**是全球最大初级产品出口国和高端应用进口国。在新型显示等终端产业快速扩张，但核心器件仍依赖进口。	**全球最大的消费与增值中心：**日、韩是全球最大的铟资源消费国，消费量全球主导。拥有完整的下游产业（如显示面板、半导体），能将材料价值最大化。
政策与技术	**国家战略推动，技术攻关期：**通过找矿突破等行动增储，并集中突破提取、高纯制备等“卡脖子”技术。	**成熟的战略储备与循环技术：**建立完善的国家储备和社会存量回收体系，技术研发聚焦下一代材料和器件。

资料来源：金属矿产，国盛证券研究所

中国铟产业链出口管制逐渐趋严。铟是关乎国家安全与科技竞争力的关键战略矿产，美国、欧盟、日本及中国均已将铟列入战略性矿产清单。2025 年 2 月，中国对磷化铟（半导体材料）、三甲基铟/三乙基铟（关键前驱体）等物项实施出口管制，相关技术资料也在管制之列。2026 年 1 月，中国对稀土、锡、钨、钼、锑、铟等金属及其制品进行管制，需申领出口许可证。

图表15：近两年金属铟相关政策汇总

政策类别	发布时间	政策名称	核心内容与影响
出口管制	2026 年 1 月实施	《出口许可证管理货物目录（2026 年）》	稀土、锡、钨、钼、锑、铟等金属及其制品，需申领出口许可证。
	2025 年 2 月实施	商务部、海关总署 2025 年第 10 号公告	对磷化铟（半导体材料）、三甲基铟/三乙基铟（关键前驱体）等物项实施出口管制，相关技术资料也在管制之列。
产业扶持	2025 年 8 月印发	《有色金属行业稳增长工作方案（2025-2026 年）》	要求促进高端产品（含高纯金属）攻关、提升稀有金属应用水平，为铟产:业提供宏观发展指引。
	2025 年 7 月公布	云南省工业和信息化厅项目征集通知	明确将“以铟锗铂为主的稀贵金属新材料产业”列为 5 大重点产业之一，设立专项资金，支持延链补链强链。

资料来源：金属矿产，国盛证券研究所

➢ **铟行业存在五大壁垒**

1）技术壁垒

高纯铟（5N 及以上）及化合物半导体用铟材料的制备技术门槛较高。粗铟一般纯度仅 3-4N，提纯至 5N-7N 需要区熔、电解、真空蒸馏多重工艺，镉、锡、铅、铊等杂质去除难度大，对设备精度、工艺稳定性要求严苛。磷化铟这类化合物半导体，除纯度之外，晶体结构、粒径、生产环境洁净度均有硬性指标；高纯杂质检测还需要 GDMS、ICP-MS 等高端分析仪器，中小企业很难配齐整套检测条件。

2）客户认证与供应链壁垒

半导体、ITO 靶材供应商认证周期 6-24 个月，包含多批次稳定性、可靠性测试；一旦认证完成，下游更换供应商意愿很低，形成供应链锁定。海外老牌企业拥有大量项目案例，新进入者缺少业绩，很难拿到批量订单。

3）资源与原料壁垒

原生铟作为伴生矿，产出规模受制于锌铅冶炼产能；企业想要稳定生产高纯铟，要么锁定锌冶炼厂粗铟原料，要么具备含铟废料回收能力，原料获取难度高。

4）资金与规模壁垒

完整高纯铟提纯产线包含区熔炉、电解设备、蒸馏系统、百/千级洁净车间，投资额达数千万元；同时危化品处理、环保尾气废液处置抬高运营成本，规模企业依靠多产品线分摊成本，小型厂商很难竞争。

5）市场准入与专利壁垒

关键技术专利是进入该行业的重要障碍。高纯铟提纯方法（如区域熔炼工艺优化）、特定杂质去除工艺、高纯化合物制备方法等，多已被海外老牌企业（如 IndiumCorporation、Dowa）及国内龙头（如先导）申请专利保护，新进入者需要绕开现有专利或获得授权。同时，部分半导体材料、红外材料涉及出口管制或军工应用，可能需要特定的生产经营资质并通过客户审计，进一步提高了准入门槛。

全球高纯铟及其化合物加工以海外起步较早，技术领先，Dowa、Rasa 等企业占据优势，且下游用户集中于欧美、日韩，海外企业精深加工能力强。我国拥有原生铟资源，但多数冶炼厂产品纯度仅约 4N，难以满足高纯需求，因此国内存在专门从事精深加工的企业。铟系列产品包括 4N5-5N 精铟、5N 以上高纯铟及 4N 以上高纯氧化铟等，同纯度产品在难去除杂质含量上存在差异。随着下游 ITO 靶材、半导体等技术进步，对精铟和高纯铟的需求及要求将持续提升。

图表16：国内外生产及加工 4N 以上铟产品的主要企业基本情况

公司名称	产品纯度	公司简介
Indium Corporation	3N-6N5	1934 年成立于美国，全球电子、半导体、薄膜和热管理市场的材料精炼厂、冶炼厂、制造商和供应商。产品包括焊料、助焊剂、钎焊、热界面材料、溅射靶材、铟、镓、锗和锡金属及无机化合物等。
Dowa Electronics Materials Co.,Ltd.	6N 及以上	2006 年从 Dowa Mining Co.,Ltd.分拆出来专门从事电子材料业务。高纯铟、高纯镓产品具有较高市场份额。
Rasa Industries Ltd.	6N-7N	1913 年成立于日本，电子材料业务以生产高纯度半导体无机材料为中心，稳定供应高纯红磷、高纯镓、高纯铟、氧化硼等化合物半导体材料。
ALB Materials Inc	5N-7N	成立于美国，从事高纯度、高硬度、磁性及在薄膜涂层、半导体或研磨等应用中具特殊性能材料的研发生产。产品包括溅射靶、蒸发材料、高纯度材料、稀土材料、半导体材料、纳米材料、陶瓷粉末、晶体材料、催化剂、金属和合金、永磁体、实验室设备等。
5N Plus	3N-7N	2000 年在加拿大成立，2007 年在多伦多交易所上市。高纯铟、高纯镍及铋及其化合物产品占有较高市场份额。
广东先导稀材股份有限公司	5N-7N5	1995 年成立，产品包括硒、碲、镓、铟、锗、铋、镉、钴等，应用于半导体、显示、电子、光伏、LED、红外材料、声光、热电、光电传感器、辐射探测器、制药、饲料添加剂、玻璃、陶瓷、冶金等领域。同时从事红外激光材料、化合物半导体材料、薄膜材料生产和资源回收业务。
成都中建材光电材料有限公司	4N-7N	隶属于凯盛科技集团，主营碲化镉发电玻璃的研发与产业化、高纯稀散金属材料的生产与销售，以及 BIPV 光电系统设计、安装和运营。主要产品有 5N-7N 的碲、镉、锌，4N-7N 的锑、铟、硒、硫、碲化镉、硫化镉、硒化镉、锑化镉、锑化铟、氧化碲、氧化镓等半导体产品。
武汉拓材科技有限公司	4N-8N	2015 年 10 月成立，主要产品为纯度 4N 至 8N 之间的碲、铟、镓、锑、锗、砷、硒、铝、锌、磷等高纯元素，以及磷化铟、碲化镉、锑化镓、氧化锗、氧化铟等高纯化合物材料。
恩施市致纯电子材料有限公司	5N-7N	2019 年成立，主要产品包括高纯铟、氧化铟以及高纯锡等。
株洲科能新材料股份有限公司	4N5-8N	根据下游客户需求可供应 4N5-5N 精铟、5N 以上高纯铟产品及 4N 以上氧化铟产品。凭借稳定供货能力和较佳产品纯度获得海内外客户认可，可批量供货境内外主要 ITO 靶材企业并向英国 Wafer、北京通美、北京铭镓、中国科学院半导体研究所等客户供应半导体材料用高纯铟产品。

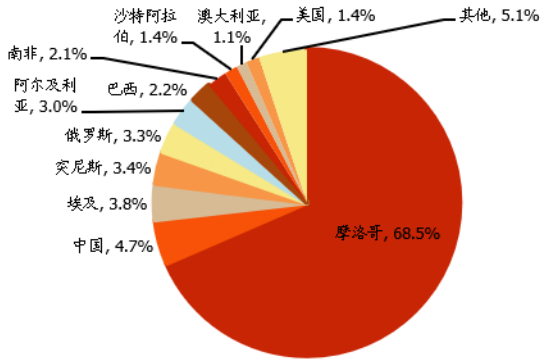
资料来源：普华有策，国盛证券研究所

➢ 高纯红磷资源稀缺，国产替代逐渐发力

高纯红磷，难点在纯。从纯度 99.9999%（6N）到 99.99999%（7N），不是简单的数字差别，而是一道“技术天堑”。6N 要求总金属杂质控制在百万分之一（ppm）级别，而 7N 则需要将特定关键杂质含量压缩到十亿分之一（ppb）级别。

全球磷矿资源分布不均。根据 USGS 数据，2025 年全球磷矿石储量约 730 亿吨（同比减少 10 亿吨），其中摩洛哥排名世界第一，储量 500 亿吨（同比持平）、占比 68.6%（同比+0.9pct）；中国储量排名世界第二，储量约 34 亿吨，同比减少 3 亿吨，：2025 年中国磷矿石储量延续下降，同比下降 8.1%），占比 4.7%（同比-0.3pct）。

图表17：2025 年全球磷矿资源储量分布情况



资料来源：中研普华集团，国盛证券研究所

我国磷矿资源储量位居世界前列，富矿少、贫矿多。SMM 公开数据显示，我国磷矿平均品位仅在 16%至 17%左右，远低于全球 30%的平均水平，且近 90%为中低品位矿，高品位（>30%）富矿储量不足总储量的 10%。此资源特点决定了我国磷矿开采和洗选成本高昂，对环保和安全的要求极为严苛。国内磷矿规划设计总产能高达 3.68 亿吨/年，有大半的产能在规划、建设中。截至 2025 年底，实际在产的有效产能仅为 1.3 亿吨/年。

全球寡头供给格局，日系企业合计掌控全球 80%以上的 7N 高端高纯红磷产能。我国磷矿基础资源储量充沛，普通工业磷化工产能规模全球领先，但长期仅具备 4N、5N 中低纯度磷制品量产能力；6N 及以上电子级高纯红磷市场长期由境外少数企业垄断，国内产业链原料进口依存度偏高。据中商信息 CCM 统计，2026 年全球高纯红磷有效产能约 1.26 万吨，其中中国仅 1970 吨。适配高端磷化铟衬底的 6N5/7N 高纯红磷有效商用产能高度集中，呈现典型双寡头格局。

图表18：高纯红磷资源日本集中度高

公司名称	公司情况
日本化学工业株式会社	两家企业均为全球行业龙头，占全球市场份额合计超 80%，2026 年 8 月日本化学工业公告福岛第二工厂扩产约 60%，整体而言全球高纯度红磷供给高度集中于日本。
日本 RASA 工业	
其他经营主体	其他主体产量有限，中国大陆 6N 以上有效商用产能仍处于国产化替代提速中，但距离满足下游庞大需求仍有差距。

资料来源：上海证券报，荆州经开区，finance biggo，日本化学工业株式会社，国盛证券研究所

严苛的技术与资质壁垒，直接塑造了全球电子级高纯红磷高度集中的寡头供给格局，核心准入壁垒分为四类：

1、提纯工艺壁垒。从工业黄磷升级至 6N-7N 电子红磷，要经过区域熔炼、高温蒸馏冷凝、电磁提纯、氯还原法、氧化法等多道工序，重金属杂质管控低至 10ppb 以下，硫杂质低于 100ppb；海外龙头经过数十年迭代，国内即便工艺打通，良率爬坡仍要耗费数年。

2、专用设备与洁净车间壁垒。高纯红磷提纯对专用装备依赖度高，产线须配套蒸馏装置、区域熔融装置、1-2μm 级黄磷过滤器，以及耐高压石英玻璃并外衬不锈钢层的封闭式管式电炉等设备。生产产生的磷化氢尾气经管道密闭收集后，须采用燃烧、次氯酸钠喷淋等多级工艺处理达标排放。一条完整产线建设周期约 24 个月，固定资产投入规模大、基建周期长。

3、安全与环保资质壁垒。磷系产品属于危化品，生产过程会产生剧毒磷化氢；新建项目安全评价、环评、危化品许可审批流程漫长，国内合规连续生产企业数量有限。

4、下游客户长期认证壁垒。电子级高纯红磷的下游客户——晶圆厂、显示面板厂、半导体材料企业认证周期通常以年计，认证过程中单次上线测试成本高昂，认证通过后下游厂商通常数年内不会更换磷源供应商，新进入者从产线投产到批量供货，往往需要 3 至 5 年。

2.1.2 设备&客户认证：多晶和单晶设备采购渠道窄，客户认证周期长

磷化铟在制备技术和设备方面存在较高壁垒，导致全球供应商数量相对较少。扩产周期长，建一条新产线需要 2-3 年。磷化铟产业核心生产工艺如下。

1） 合成磷化铟多晶材料。铟的熔点为 156.6℃，磷化铟在 1062℃熔化，该温度下，磷的蒸气压高达 2.79 MPa。用 7N 级（纯度 99.99999%）的高纯铟和 7N 级（纯度 99.99999%）的高纯磷，在高压、高温下精准反应合成 InP 多晶材料。合成难度极大，稍一失控磷就会挥发，使熔体富铟，晶体缺陷随之上升。常用的两种合成路线：水平布里奇曼法（HB）将铟、磷分置石英安瓿两端，磷端控温产生稳定蒸气压，铟端高温熔融和磷蒸气反应，依靠温度梯度凝固多晶锭，磷压可控性强；原位直接合成法，同一高压炉内完成反应+长晶，减少卸料清洗步骤，但磷压、反应终点控制难度极大。

2） 多晶生长单晶衬底。多晶材料需重熔后在籽晶上定向凝固得到单晶棒。当前主流工艺有 3 种：（1）LEC（液封直拉法），B_2O_3熔融液封抑制磷挥发，籽晶浸熔提拉，适配 4/6 英寸，生长速度快，但热应力大，位错密度偏高，住友电工、JX 金属采用该路线。（2）VGF（垂直梯度凝固法），PBN 坩埚放置多晶料和籽晶，依靠温控让固液界面向上移动；温度梯度小，缺陷少良率高，但生长速度慢，设备造价昂贵。（3）VB（垂直布里奇曼法），依靠坩埚或者温区机械移动推动固液界面，设备简单成本低，但晶体均匀性偏弱，国内部分厂商选用。

磷化铟高端衬底存在三重短期无法突破的硬核壁垒：一是设备壁垒，高端单晶与外延设备海外管制，交付周期 7 至 24 个月；二是工艺壁垒，6 英寸大尺寸单晶 VGF 生长工艺壁垒，良率爬坡周期 12 至 18 个月；三是下游光模块、光芯片客户多层级认证壁垒，完整周期 12 至 24 个月。

- **第一重壁垒：设备壁垒**

磷化铟产业化两大核心设备 VGF 单晶生长炉、MOCVD 外延设备完全由海外企业垄断，受两用物项出口管制约束，构成国内扩产第一道硬性门槛。

VGF 垂直梯度凝固单晶炉：全球仅少数海外厂商具备量产能力，设备定制、生产、海运、现场安装调试完整周期 7 至 10 个月，单台设备采购成本超千万元，设备产能直接决定衬底产出规模；新入局企业即便完成项目立项、厂房建设，也会因设备交付周期拉长产能释放时间线。

MOCVD 外延生长设备：德国 Aixtron、美国 Veeco 垄断全球市场，高端机型纳入出口管制清单，对华审批严格、交付周期拉长至 12 至 24 个月；衬底生产完成后必须搭配外延设备加工芯片，设备短缺会形成产业链配套短板。设备壁垒直接限制国内企业扩产节奏：国内规划新建磷化铟产线，从设备下单到设备投产至少需要 1 年以上时间，叠加厂房建设、环评审批周期，全新项目从立项到产出合格衬底至少 2 年，完全无法匹配每年 85%

增速的需求扩张节奏。同时高端设备采购资金门槛极高，单条 6 英寸完整产线设备投入数亿元，多数中小型跨界企业资金储备不足，无力完成全套设备采购。

设备壁垒直接限制国内企业扩产节奏：国内规划新建磷化铟产线，从设备下单到设备投产至少需要 1 年以上时间，叠加厂房建设、环评审批周期，全新项目从立项到产出合格衬底至少 2 年，完全无法匹配每年 85%增速的需求扩张节奏。同时高端设备采购资金门槛极高，单条 6 英寸完整产线设备投入数亿元，多数中小型跨界企业资金储备不足，无力完成全套设备采购。

- **第二重壁垒：工艺壁垒**

6 英寸半绝缘磷化铟衬底是 1.6T、3.2T 高速光模块的刚需原材料，也是国产替代进程中最难突破的环节。生产环境需要维持 1070℃高温、27 个标准大气压的密闭高压环境，单炉长晶周期长达 8-12 天；温场、压力、真空条件的微小扰动，就会造成孪晶、高位错、杂质超标等问题，整片晶圆直接报废。行业不存在标准化通用工艺参数，每一炉晶体生产都需要工程师动态调整参数，成熟长晶工程师培养周期长达 5-8 年，行业人才供给紧张。后端切磨抛工序同样暗藏大量工艺壁垒，晶向偏差 0.1°就会直接造成晶圆报废；抛光、缺陷检测高度依赖工程师精细调控，自动化设备仅能完成基础物料搬运，精加工相关经验需要长期持续沉淀。

- **第三重壁垒：客户认证壁垒**

即便国内企业突破设备、工艺两大壁垒，产出合格 6 英寸磷化铟衬底，仍需要完成下游头部客户全套可靠性认证，才能进入核心供应链、获取批量稳定订单，这是制约国产衬底放量的最后一道长期壁垒。头部光模块厂商供应商认证分为四层递进测试，完整周期最低 12 个月，高端算力光模块衬底认证最长 24 个月：

1、 第一层：基础样品性能测试（3 个月），检测杂质含量、位错密度、导电类型、晶圆平整度等基础指标；

2、 第二层：小批量批次稳定性测试（6 个月），验证不同炉次产出产品的一致性；

3、 第三层：外延匹配量产测试（6 个月），上机 MOCVD 设备制备光芯片，检验发光效率、长期传输损耗等指标；

4、 第四层：整机老化可靠性测试（3-6 个月），模拟 AI 数据中心高温、高负载连续运行工况，验证芯片长期使用寿命。

2.2 中游衬底及外延：寡头垄断下的扩产周期与尺寸迭代

衬底可以理解为光芯片的“地基”CW 连续波激光器、EML 电吸收调制激光器、高速光调制器、光电探测器等核心器件，全部需要在高品质磷化铟衬底表面进行外延生长。衬底的缺陷密度、晶体均匀度、表面平整度，会直接决定光芯片良率、产品使用寿命与光信号传输性能，是 AI 光互联产业链当中关键卡点。随着 800G 光模块大规模商业化渗透，1.6T 光模块实现量产落地，3.2T 光模块、CPO 架构持续推进，整条产业链对磷化铟衬底的需求迎来显著增长，完整的产业传导链路清晰可见：

- 磷化铟衬底→外延片→高速 EML/DFB 光芯片→800G/1.6T 光模块→AI 数据中心算力网络

更大尺寸的磷化铟晶圆改变行业模式。和已经普及的 12 英寸硅片不同，磷化铟当前主流产品规格是 4 英寸，6 英寸产品正处于规模化导入阶段。磷化铟材料本身脆性较强，高温生产过程中需要维持较高磷压，晶圆尺寸放大之后，开裂、孪晶、位错缺陷出现概率会呈指数级增加。

将晶圆升级到 6 英寸会带来显著产业红利：根据 Coherent 等企业的实践数据，在不新增厂房面积的前提下，晶圆产能得到大幅提升，自动化生产降低人工成本，芯片综合成本

降幅超 60%；晶圆一致性改善直接带动器件良率提升，单片晶圆分摊的认证、研发等间接成本同步下降。

全球磷化铟寡头垄断，受中国铟出口管制影响，日本企业扩产受限。2020 年住友电工、AXT、JX 金属三家企业合计占据 90%以上市场份额：1）日本住友电工：全球行业龙头，市占率 42%，6 英寸产品良率超过 95%，当前产品交付周期已经拉长至 18 个月；2）美国 AXT（北京通美）：市占率 36%，国内唯一具备大规模高端衬底交付能力的外资产能；公司募资 6.325 亿美元用于产能扩张，计划 2026 年底产能相对 2025 年末实现翻倍，2027 年再度完成产能翻倍；3）日本 JX 金属：市占率 13%，制定了长期扩产规划，但短期可释放的产能增量有限。

然而，受制于 18-36 个月的漫长扩产周期、海外设备采购限制、8-12 个月的良率爬坡周期，行业供给紧张的局面预计延续到 2028 年。全球多国调整供应链相关政策，磷化铟的矛盾已经从简单的供需缺口上升到供应链安全层面，传统“中国资源+海外技术+全球需求”的旧格局正在被打破，进一步加剧全球供给压力。

图表19：全球主要地区政策动向加剧供应链重构

地区	相关政策及其主要内容
美国	美国商务部在 2025 年 1 月对中国启动活性阳极材料的反倾销反补贴调查。虽然尚未直接针对磷化铟加征单独关税，但出口管制政策的叠加效应显而易见。市场反馈显示，日美企业申请中国产磷化铟衬底的拒绝率已超过 80%。
欧盟	欧盟在关键原材料法案框架下推出修订案，核心目标有两个:降低对单一国家（尤其是中国）的过度依赖，并将回收含量要求纳入强制标准。资源能源安全保障等 17 个战略领域被确立，关键矿产的自主化被提升到新的高度。这意味着，未来使用中国产的铟，不仅面临更高的合规成本和出口管制不确定性，也可能被部分高端供应链排除在外。
日本	日本经济产业省 2026 财年整体拨款较此前大幅增长约 50%，达到 3.07 万亿日元，其中半导体与 AI 领域预算达 1.23 万亿日元，约为之前的四倍。61 项优先投资技术和 17 个战略领域被敲定，涵盖 AI、半导体、关键矿产等。但现实约束是:日本住友、JX 两家企业的铟进口依赖度约 90%，锗依赖度约 85%。中国出口管制收紧后，日本产业链的供应焦虑正在加剧。
中国	2026 年 1 月，中国商务部发布公告，对向日本军事用户及用途出口两用物项（含 InP、铟、镓、锗）实施全面禁止，民用出口则需经过严格许可和最终用户审查。从 2023 年先行管制镓、锗出口，到 2025 年 2 月将磷化铟正式纳入许可管理，再到 2026 年将铟出口总量锁定在年产量的 30%以内，高纯铟（纯度≥6N）的特批更加严格。对日本的军用出口已降至零，民用许可通过率不足 20%。

资料来源：观研报告网，国盛证券研究所

2.3 国产替代：从主题叙事进入“产能+认证”兑现阶段

国内 6 英寸磷化铟衬底国产化率不足 5%，国产替代进程加速。虽然设备、工艺、客户三重壁垒短期无法彻底消除，但 2026 年国内全产业链同步攻坚，各环节均实现阶段性突破，叠加海外对华供货持续收紧，衬底国产化黄金窗口期持续拉长。

➢ 设备端：国产 VGF 单晶炉逐步落地，缓解海外设备交付制约

国内 VGF 单晶炉样机陆续完成落地测试，本土衬底企业逐步开始试用国产设备，一定程度上缓解海外设备长交付周期带来的压力；但高端 MOCVD 外延设备仍然停留在样机验证阶段，暂时无法实现进口替代，设备层面的约束仅得到部分缓解。

➢ **工艺端：多区域产学研协同攻坚，6 英寸衬底良率稳步提升**

云南、天津、江苏等多地产业化基地同步迭代优化生产工艺。云南锗业依托多年量产积累持续打磨良率；天津宽晶联合科研机构攻克 VGF 温场控制核心难题；江苏产业园持续打磨切磨抛精加工流程，整体工艺突破节奏不断加快。

➢ **客户端：国内光模块厂商主动切换国产供应链，加速本土认证流程**

海外产品供货周期拉长、出口配额收紧，中际旭创、新易盛等国内头部光模块企业主动扩大国产衬底送样测试规模，开辟国产化专项测试通道，压缩认证整体耗时。2026 上半年多家本土衬底企业顺利完成第二层级小批量稳定性测试，成功拿到中小批量试产订单。

受中国铟出口管制影响，日本磷化铟企业扩产难度较大，中国磷化铟国产替代加速。国内对铟实施出口管制政策，也抬高了日本厂商扩产的原料获取难度，间接助推国内本土产业加速发展。国内磷化铟赛道主要参与者包括先导科技集团（光智科技）、云南锗业、鼎泰芯源、中砥半导体（江苏）等企业。

图表20：国内磷化铟（InP）衬底核心企业情况

企业名称	核心背景/行业地位	核心技术工艺	主营产品规格	现有产能	扩产规划	核心优势
先导科技集团	全球稀散金属龙头：国内首家 6 英寸磷化铟衬底量产企业，拥有全球独有磷化铟全产业链闭环。	自研改良 VGF 法、VB 垂直布里奇曼法；搭配低损伤晶片抛光、超洁净清洗工艺；位错密度、平整度核心指标优于国外同行。	2-6 英寸磷化铟、2-8 英寸砷化镓	磷化铟成熟产能 24 万片/年，砷化镓 360 万片/年；订单供不应求。	推进年产百万片磷化铟及相关器件项目落地，大幅提升大尺寸衬底自主供给能力，冲击全球核心供应链、打破国外垄断。	优势：全产业链闭环、核心技术国产领先、大尺寸产品性能优异；核心客户：源杰科技、三安光电、Coherent 等行业头部企业。
云南临沧鑫圆锗业（云南鑫耀）	国内极少数可实现磷化铟衬底量产企业；依托控股子公司云南鑫耀布局业务，具备锗/铟资源自给+衬底生产垂直一体化优势。	成熟衬底量产工艺，适配多尺寸、多规格磷化铟晶片生产。	4 英寸稳定供货，6 英寸小批量供货；主打 3-4 英寸产品，覆盖 2-6 英寸。	2025 年底产能 15 万片/年（2-4 英寸），产能利用率 66.7%。	2026 年计划生产 18 万片（2-6 英寸）：2026 年 4 月启动 18 个月扩建项目，新增年产 30 万片（4 英寸当量，含 6000 片 6 英寸)产线，总产能将达 45 万片/年。	优势：上游原材料自主可控，成本与供应链稳定性突出；国产替代核心标的，市场份额位居国内前列。
珠海鼎泰芯源晶体有限公司	高新技术企业，建成国内首条自主知识产权磷化铟衬底生产线，打破国外技术垄断。	掌握 VGF、VB 晶体生长技术、高表面质量线切割技术；拥有 40 余项核心专利。	2-6 英寸全尺寸磷化铟衬底。	现有产能 15 万片/年磷化铟晶圆。	持续扩产，目标达成 20 万片/年级别产能。	优势：自主可控核心技术，无海外技术依赖；校企联合研发（中科院半导体所共建实验室），技术迭代能力强。
中砥半导体（江苏）有限公司	专注磷化铟半导体材料研发生产，依托高校技术赋能大尺寸、高性能产品技术突破显著。	自主搭建 VGF 工艺实验室、生长炉集群控制系统；自研温场控制系统，大幅提升成晶率、降低位错密度。	4 英寸、4.5 英寸量产，6.5 英寸工艺研发中。	已实现 4/4.5 英寸磷化铟单晶稳定量产，通过头部客户验证、批量供货。	持续迭代 6.5 英寸大尺寸工艺，深耕低位错、高成晶率高端磷化铟材料。	优势：技术迭代速度快，核心参数大幅优化；6 英寸单晶成晶率。20%一40%，位错密度 2000cm^{-2}-500cm^{-2} 以下；高校技术背书，产品性能优异。
大庆溢泰半导体材料有限公司	南京集溢半导体全资子公司，布局多类第三代半导体材料，产能规模扎实。	自主研发单晶生长设备、晶体生长自动控制程序；掌握高纯砷、高纯镓等	3 英寸、4 英寸送样交付，6 英寸良率加速爬升。	现有磷化铟衬底产能 24 万片/年；光电砷化	投资 1.8 亿元建设 24 万片 3 寸磷化铟项目，达产后进一步释放 InP 产能，对接国内光芯片客户需求。	优势：上游原材料自主可控，产能储备充足；产品覆盖多代半导体材料，适配光

		上游核心材料自主生产能力。		镓 360 万片/年、微电砷化镓 36 万片/年。		通信下游主流需求，小批量交付顺畅。
上海九东半导体股份有限公司	国内化合物半导体材料标杆企业，磷化铟产业化综合实力国内领先。	自主攻克半导体材料可控生长核心工艺，单晶生产工艺成熟稳定，技术壁垒突出。	3 英寸、4 英寸、6 英寸磷化铟单晶片均可量产。	多尺寸产品稳定量产，市场认可度极高。	持续深耕磷化铟衬底产业化，迭代升级大尺寸、高性能产品工艺。	优势：量产工艺成熟、产品体系完善，综合技术与产业化能力位居国内第一梯队。
浙江康鹏半导体有限公司	由中科院半导体所资深团队、乾照光电、安芯基金联合成立，国内磷化铟衬底产业化开创企业。	拥有国内领先的砷化镓、磷化铟产业化技术，核心团队深耕行业多年，技术积淀深厚。	砷化镓、磷化铟晶片，适配 LED、无线射频器件、激光器等场景。	具备成熟磷化铟砷化镓晶片量产能力。	依托核心团队技术优势，持续优化产品性能，拓展高端半导体材料应用市场。	优势：核心创始人系国内磷化铟产业化开创者团队技术经验顶尖，产业化落地能力突出。
江西引领半导体科技有限公司	2024 年新成立企业，依托北京大学东莞光电研究院技术赋能，新兴磷化铟产业化企业。	具备全品类磷化铟产品开发能力，聚焦多类型衬底技术研发与产业化。	可供应 2-4 英寸全类型磷化铟衬底（本征、P 型、N 型、绝缘型、半绝缘型）。	2-4 英寸产品可稳定供应。	全力推进 6 英寸磷化铟衬底产业化落地，完善大尺寸产品布局。	优势：产品品类齐全，可满足下游企业多样化定制需求；高校技术加持，研发创新能力强劲。
江门市芯乙晶体科技有限公司	2024 年落地的纯内资民营新兴厂商，华南地区磷化铟国产替代重点布局企业。	2013 年启动技术研发，已完成半绝缘、N 型 P 型磷化铟单晶核心配方专利布局。	聚焦 4/6 英寸超高品质磷化铟单晶衬底，主打高端光芯片适配产品。	暂未实现大规模量产，现阶段以样品研发、客户认证、工艺迭代为主。	总投资 3 亿元磷化铟单晶生产项目落地，持续迭代 4/6 英寸工艺，推进量产落地与客户认证。	优势：纯内资民营、专利布局完善，聚焦高端超高品质产品，精准卡位高端光芯片国产替代赛道。
北京通美晶体技术股份有限公司	美股 AXT（AXTI）全资境内生产主体；全球第二大磷化铟衬底厂商，全球市占 35%-36%，仅次于日本住友电工	自研 VGF 垂直梯度凝固法；6 英寸产品量产良率 85%-90%，位错密度低	4 英寸（主力）、6 英寸（高端增量）；掺 Fe 半绝缘型、导电型两类衬底。	行业头部量产规模，订单饱满；当前 InP 衬底积压订单超 1 亿美元。	AXT 募资 6.325 亿美元专项扩产；2026 年底产能较 2025 年末翻倍，2027 年新建产线实现二次翻倍	优势：量产成熟度高、良率领先、产品适配高端高速光通信；应用覆盖 800G/1.6T 光模块、EML 激光器、相干光、CPO、薄膜铌酸锂光子芯片、数据中心高速光互联

资料来源：今日半导体，国盛证券研究所

从国产化率长期空间来看，据磷化铟公众号报道，当前国内 6 英寸高端衬底国产化率不足 5%，预计 2028 年随着国内多条新建产线完成设备交付、良率爬坡、客户认证全流程，高端衬底国产化率有望突破 30%，逐步分流海外厂商长期锁定的国内市场份额，填补 70%全球供需缺口下的本土供给空白。

三、需求：AI 光互联加速迭代，InP 耗材需求快速增长

3.1 AI 算力驱动，磷化铟需求进入倍数级增长通道

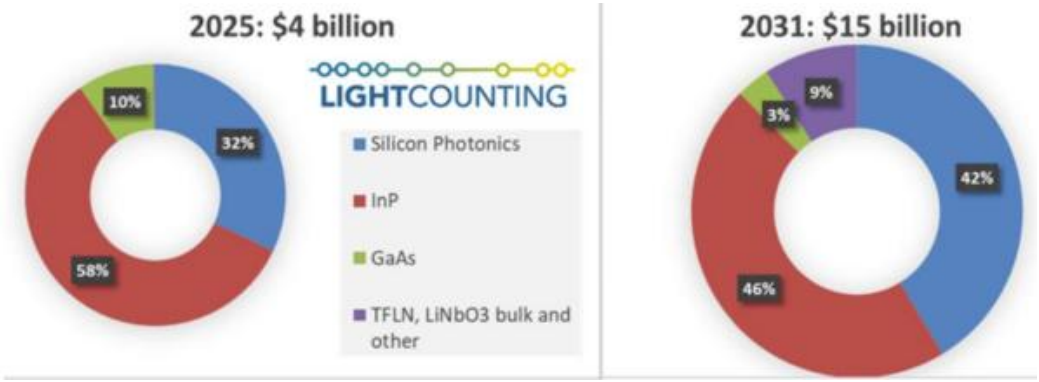
磷化铟是第二代 III-V 族化合物半导体材料，凭借饱和电子漂移速度高、发光损耗低、光电转换效率接近 100%的核心优势，成为高速光模块中 EML、DFB、CW 光源、光电探测器等核心有源光芯片的唯一可量产基底材料，在光纤通信黄金波段具备不可替代性。

磷化铟需求高速增长主要由 AI 算力基础设施迭代驱动，传统通信、红外探测市场需求增速平稳，仅占全球总需求不足 20%，80%以上新增需求全部来自 AIDC 人工智能数据中心高速光模块配套。

速率迭代直接提升单片光模块磷化铟芯片消耗量：光模块速率升级会直接拉高磷化铟芯片消耗量：据磷化铟公众号报道，单只 800G 光模块需要 4-8 颗磷化铟激光芯片；产品升级至 1.6T 规格后，芯片数量提升至 8-16 颗，同等算力规模下衬底消耗面积达到 800G 产品的 2.7-3 倍；下一代 3.2T CPO 交换机光路密度继续提升 3-5 倍，衬底耗材用量将再次翻倍。集邦咨询预测，2026 年全球 800G 及以上高速光模块出货突破 6300 万只，占总出货量六成以上；2027 年 1.6T 产品将在北美算力集群持续渗透，持续拉动上游衬底需求增长。尽管长期来看 InP 调制器存在被硅光技术替代的可能性，但磷化铟激光器市场规模仍将持续扩容，覆盖可插拔模块、CPO/NPO 架构的 CW 连续波激光器、相干模块可调激光器、磷化铟 PIC 光子集成芯片等产品。LightCounting 统计数据显示，2025 年磷化铟基光芯片占整体光芯片市场的 58%；预计即便到 2031 年，磷化铟光芯片依旧占据 46%的市场份额，市场规模约 69 亿美元。

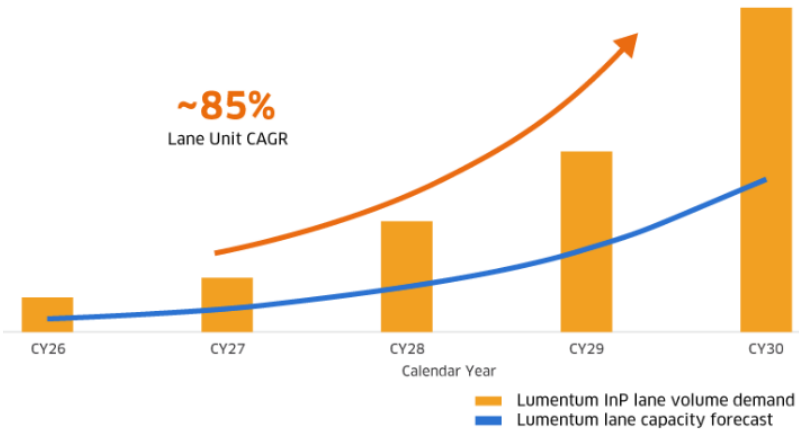
AI 算力快速增长带来旺盛需求，原有产能跟不上需求增长速度，供需缺口持续拉大。2025 年全球磷化铟衬底市场需求 200-210 万片，有效产能仅 60-70 万片，缺口超过七成；2026 年市场需求抬升至 260-300 万片，有效产能仅 75 万片，供需缺口并未明显收窄；2027 年如果 1.6T 光模块实现大规模落地，全球总需求有望突破 400 万片。Lumentum、英伟达供应链相关预测显示，2026-2030 年 AI 光通信领域对磷化铟衬底需求复合增速可达 85%，2030 年总需求较 2026 年增长 20 倍；需求增速大幅超过产能扩张速度，供需紧张格局将会长期延续。

图表21：不同种类光芯片占比情况



资料来源：LightCounting，国盛证券研究所

图表22：2026-2030EAI 算力光通信领域对磷化铟衬底需求情况



资料来源：Lumentum，国盛证券研究所

3.2 新兴领域：从边际题材走向第二增长曲线

磷化铟是构建现代数字世界不可或缺的“光学基石”，从光通信的“神经网络”，到高频毫米波器件的“动力心脏”，再到光电集成电路的“智慧大脑”以及外层空间用太阳电池的“能量源泉”，磷化铟为信息高速传输、卫星通信、人工智能运算等提供着不可或缺的支撑。同时，磷化铟因具有饱和电子漂移速度高、抗辐射能力强、导热性好、光电转换效率高等诸多“超能力”，也被誉为“光学半导体”，在光通信、激光雷达、高速光互连等尖端领域扮演着核心角色。

➢ **车载激光雷达**

车载激光雷达伴随高阶自动驾驶技术持续演进，技术路线分化为 905nm、1550nm 两大方向；905nm 路线可以使用砷化镓材料，而 1550nm 路线必须依托磷化铟材料体系。1550nm 方案在满足人眼安全标准的前提下，发射功率可以达到 905nm 方案数十倍，探测距离更远，雨雾等恶劣天气环境探测表现更优。当波长超过 1100nm 之后，砷化镓材料体系不再适用，只能切换为磷化铟材料。多家头部激光雷达企业逐步转向 1550nm 技术路线；衬底成本与产品品质会直接决定激光雷达整机成本下行空间，未来大规模装车落地之后，将成为光模块之外重要的需求增量。Yole 在其预测中也提到，汽车激光雷达将成为磷化铟光电子市场的重要增量来源。

➢ **高频射频器件**

在射频领域，磷化铟的优势在于其电子迁移率和优异的频率特性。磷化铟电子迁移率性能优异，基于 InP 制备的 HEMT、HBT 器件高频性能突出，HBT 器件工作频率突破 600GHz，HEMT 器件截止频率超过 1THz。但 GaAs、GaN 材料仍是射频市场的主流选择，磷化铟更多应用在雷达、太赫兹成像等超高频细分利基市场，整体需求量远小于光通信赛道，短期很难成为行业需求主力。

➢ **卫星通信**

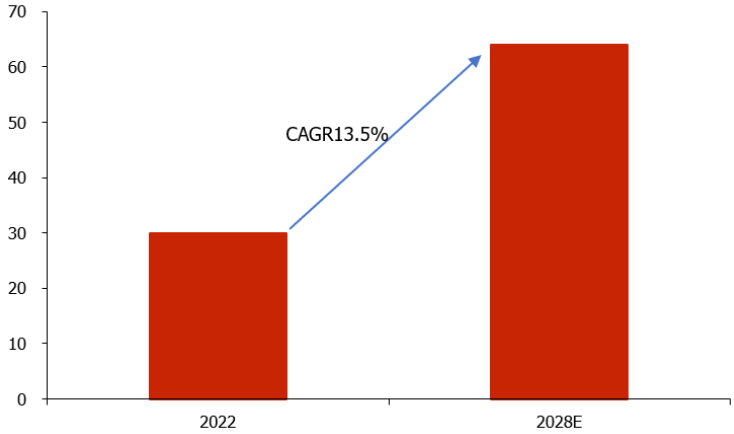
卫星通信是磷化铟的另一个重要应用场景，其价值不在于需求量，而在于战略意义。低轨卫星互联网系统需要在卫星与地面之间进行高速光通信，工作波长同样是 1550nm 波段。

卫星通信的独特挑战在于：空间辐射环境对半导体器件的损伤远高于地面，而 InP 基器件在抗辐射性能方面比硅、GaAs 更具优势。此外，卫星对功耗和散热的苛刻要求，也给 InP 的高频低功耗特性提供了用武之地。

近年来国内外低轨卫星星座建设的提速，正在带动星载光模块和光芯片的需求增长，为磷化铟打开一个稳定增长的方向。虽然卫星通信在短期内对磷化铟的整体需求拉动有限，但从长期看，这是一个市场确定性强、战略价值高的应用领域。

总结看，Yole 数据预测，全球 InP 衬底市场规模将从 2022 年的 30 亿美元增至 2028 年的 64 亿美元，年复合增长率达 13.5%。

图表23：全球磷化铟衬底市场规模（亿美元）



资料来源：Yole Group，国盛证券研究所

四、供需格局：6 英寸 Inp 成为发展趋势，供需矛盾逐步凸显

4.1 需求端：尺寸升级是大势所趋，海外厂商已锁定 6 英寸

尺寸升级带来成本与性能的双重革命。InP 作为发光材料已在光通信、激光雷达与高频毫米波领域确立技术地位，但其产业化能力长期被 3 英寸晶圆平台锁定，导致成本、产能与自动化水平难以满足 AI 驱动的光电集群需求。6 英寸平台可提升单片芯片产能约 4 倍，制造成本下降超 60%，同时改善外延均匀性与批次一致性，推动 InP 工艺“器件工程”迈向“体系制造”。

成本方面，6 英寸衬底带来 3 大核心突破：
1、产能飞跃：每片晶圆可制造的器件数量提升 4 倍，大幅提升产能供给；
2、成本骤降：芯片成本直接降低超 60%，彻底打破 InP 器件规模化应用的成本瓶颈；
3、效率提升：适配全自动化工艺工具，生产效率与良率同步升级。

性能方面，6 英寸衬底支持更复杂的光电结构，为产业升级发展提供关键底座支撑：
1、制造端：6 英寸晶圆便于导入自动化处理与在线检测，提升工艺一致性与良率可控性。封装端，更大尺寸支持更复杂的光电集成结构，为 CPO 等 AI 加速方案提供设计自由度；

2、系统端：InP 平台与硅光、GaAs 形成新的功能分工：InP 提供激光源与高速探测，硅光承担调制与多路复用，两者在集成光引擎中协同工作。这种“协作而非替代”的关系正成为 AI 时代光电系统的结构性共识。

产业层面，海外头部厂商 Coherent 和 Lumentum 已全面布局 6 英寸磷化铟产线，6 英寸衬底市场需求即将快速增长。2026 年 3 月 2 日，英伟达宣布向 Coherent 和 Lumentum 各投资 20 亿美元，并分别签署长期供货协议。此次投资旨在扩大磷化铟晶圆产能，完善 AI 基础设施光互联供应链。3 月 17 日，Coherent 宣布公司在瑞典、瑞士布局 6 英寸磷化铟产线；同时 6 月 16 日，其对位于美国得州谢尔曼的全球首条量产 6 英寸磷化铟晶圆厂实施扩建，扩建后制造空间翻倍，晶圆产能提升至 4 倍。**同时，Coherent 已开始锁定 6 英寸磷化铟衬底，**2026 年 7 月 2 日，AXT 宣布与 Coherent 签订为期三年的硅晶圆供应协议，供应协议主要涵盖 6 英寸磷化铟晶圆基板的开发与供应，AXT 同意在 2026 年至 2028 年期间，扩大中国北京工厂的产能，6 英寸衬底需求已处于全面快速增长的重要拐点上。

图表24：英伟达押注 6 英寸磷化铟晶圆厂



资料来源：快科技，国盛证券研究所

4.2 供给端：进入壁垒高，供给瓶颈远高于其他尺寸

我们把全球 6 英寸磷化铟衬底供给拆分为三大海外核心厂商，以及国内在建、试产项目，区分**量产出货产能、在建规划产能、受认证约束**的有效产能三个口径。

□ **海外第一梯队：**

✓ 住友电工：深耕 6 英寸磷化铟领域多年，产品技术指标行业领先，原料配套体系完善，客户覆盖全球头部光芯片、光模块厂商。2026-2027 年企业扩产节奏偏保守，产能优先保障 1.6T、3.2T 高端客户订单，不会大规模对外释放新增产能。

✓ Coherent：依托 Sherman 工厂，是全球 6 英寸磷化铟光芯片一体化制造标杆。和住友的业务模式有明显差异：住友以出售磷化铟衬底毛坯、抛光片为主；Coherent 属于垂直一体化，既生产磷化铟晶圆，也自主制造激光器、探测器光芯片。本次扩产的新增产能，优先供给英伟达 Rubin 平台相关器件制造，剩余少量产能对外供应其他客户。

✓ AXT（通美）：产品以 8 英寸化合物衬底为主，同时布局磷化铟产品。根据 AXT 财报披露，公司 2026 年磷化铟产能目标翻倍，目标切入 AI 基础设施供应链，持续拓展一线客户，但业务同时受到出口许可等外部因素影响，产能释放节奏存在不确定性。

行业共识是，磷化铟衬底新建产线完整落地周期在 3 至 5 年，不只是洁净厂房、单晶炉设备采购安装，晶体生长良率稳定、抛光工艺、外延匹配、可靠性认证，每一环都需要长时间积累。就算资本快速投入建厂，也无法在 1-2 年内快速形成稳定出货的高规格 6 英寸衬底产能。

从客户分层角度，全球磷化铟衬底订单分配已经形成三层结构：

1）算力巨头长协锁产能：英伟达等算力企业签订多年采购协议，优先锁定新增产能、最高规格产品，保障自身产品交付；

2）全球头部光模块、光芯片大厂：采购存量成熟产能，产品交付周期持续拉长，企业必须提前签订年度框架协议锁定货源；

3）中小光芯片厂商、国内新兴企业：仅能承接剩余少量产能，高规格衬底很难拿到配额，只能选用小尺寸衬底，或是等待国产样品完成全部认证流程。

这种分层分配格局意味着，即便全球名义总产能有所提升，中小企业拿料困难的局面在 2028 年前很难彻底缓解。海外大厂优先保障长协大客户供货，倒逼国内算力产业链加速培育本土衬底、外延、光芯片能力，这也是华为 Hi-ONE 光引擎路线带来产业发展机遇的底层逻辑。

从供需格局看，据铟杰半导体公众号报道，全球磷化铟衬底缺口超 200 万片，头部企业订单已经排至 2028 年，大量产能被长期协议锁定；6G 前传、车载激光雷达、量子计算等新兴赛道进一步争抢本就有限的供给资源。供给端三重约束短期之内很难化解：

1）据磷化铟公众号报道，衬底市场高度垄断，高端 4/6 英寸有效年产能仅 60-75 万片，三家海外企业占据 85%以上市场份额，新增产能释放周期长达 18-36 个月；

2）7N 高纯铟属于稀散金属，矿产资源集中，提纯产线建设周期超过 3 年；

3）单晶长晶核心装备海外交付周期超过 12 个月，设备本身供给紧张。综合判断，磷化铟紧缺格局将长期延续。

五、重点公司

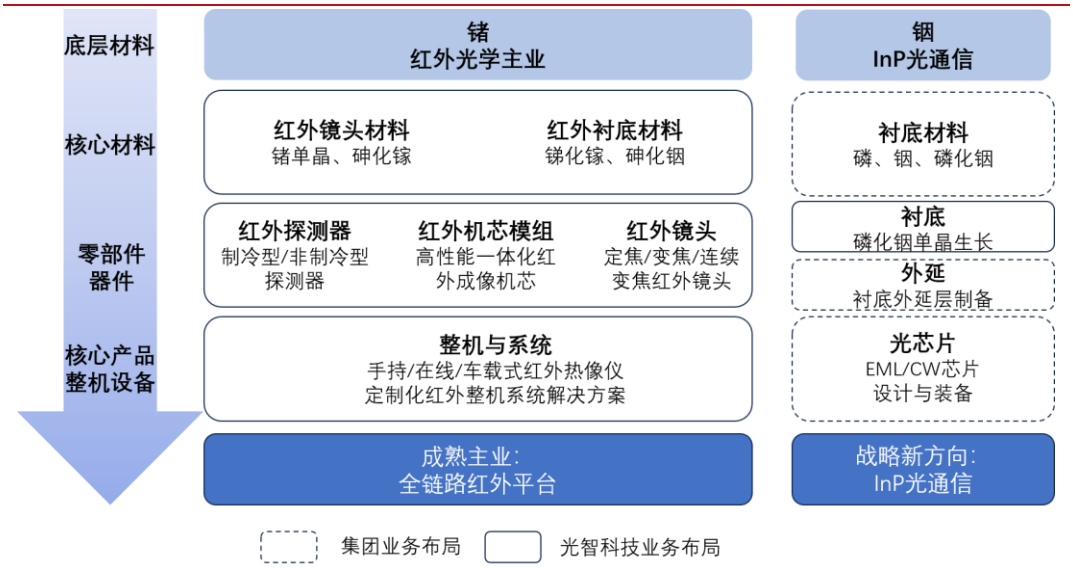
5.1 光智科技：AI 算力金属之王——锗、铟，全球龙头

先导科技集团旗下上市公司光智科技，重点布局锗、铟两大金属及其产业链，打造 AI 光产业链平台。

1、锗产业链布局：光智科技依托锗提纯工艺，不仅是围绕锗打造的全链路红外平台，更是 AI、商业航天、军工的核心底层材料供应商。依托锗提纯工艺，公司提纯的金属锗将主要用于：电子材料级锗产品—二氧化锗；光纤级锗产品—四氯化锗；太空光伏级锗产品—区熔锗锭等，以及红外业务材料及整机，是 AI、商业航天、军工等方向的核心底层材料。同时，公司产出锗单晶等关键原料，布局锗单晶、砷化镓等红外镜头材料以及锑化镓、砷化铟红外衬底材料；向下延伸至零部件器件，可实现制冷型/非制冷型红外探测器、高性能一体化红外成像机芯、多规格红外镜头的研发生产；最终落地手持、在线、车载式红外热像仪以及定制化红外整机系统解决方案，构筑起成熟的全链条红外主业。

2、铟产业链布局：光智科技战略布局 InP 光通信新方向，公司聚焦 InP 衬底核心环节。InP 光通信是光智科技的战略新方向，先导科技集团已掌握“高纯铟/磷-磷化铟衬底-外延片-光芯片”的光通信全产业链，依托集团在上游铟、磷等底层原料的资源保障，光智科技聚焦 InP 衬底这一核心环节，协同集团向外延层制备、EML/CW 光芯片设计与装备拓展，完成 AI 算力光通信赛道的关键产业链卡位。

图表25：光智科技围绕锗、铟两大小金属的产业链布局



资料来源：光智科技公告，光智科技官网，全景网，先导科技集团公众号和官网，新浪财经，广东先锐科技有限公司模拟审计报告，国盛证券研究所

2026.6.27 光智科技公告，拟以 3.01 亿元增资先锐科技，取得其 50.0832%的股权。先锐科技从事 III-V 族化合物材料业务，覆盖高纯原材料提纯回收及化合物材料的研发、生产和销售，主要产品包括 2 英寸、3 英寸、4 英寸和 6 英寸磷化铟衬底等。承诺在未来三年（2026 年度至 2028 年度）内扣除非经常性损益前后净利润孰低值不低于 1 亿元。

2026.8.25 光智科技公告，先锐科技已完成本次交易的股权交割，并办理完毕相应的工商变更登记及备案手续。

1、资源优势：背靠先导科技集团，掌握上游核心原材料保供优势。AI 算力数据中心建设对高速光模块需求的持续增加已传导至产业链上游，加之占市场份额超 80%的两家日系红磷厂商正同步缩紧对华出口配额，高纯铟、红磷均面临较大供给缺口。先导科技集团掌握全球每年 60%的铟产量，以及国内稀缺的高纯红磷资源，为光智科技提供了核心材料保障，使其具备显著的保供优势。

2、技术优势：掌握全球稀缺的 6 英寸 InP 衬底技术并率先实现量产。6 英寸磷化铟衬底，是专为 AI 高速算力场景定制的高端核心材料。相较于中小尺寸衬底，6 英寸衬底具备单晶圆产出芯片数量多、一致性高、成本更低、适配高密度集成封装的优势，是当下及未来 AI 算力产业的绝对主流需求规格。据 Yole 2026 年全球磷化铟市场报告数据，2026 年全球磷化铟衬底总需求中，6 英寸大尺寸高端衬底需求占比已突破 62%，且未来三年占比将持续提升至 80%以上。全球只有少数企业具备 6 英寸磷化铟衬底的制造能力，公司即为其中之一。公司在国内率先产出低位错密度、电性能稳定、平整度高、表面洁净的 6 英寸磷化铟衬底，其中位错密度和平整度两项核心指标优于国外同行，达到国内领先、国际先进水平。目前，已向源杰科技、三安光电、Coherent 等客户大批量出货，产品订单处于供不应求状态。

风险提示：红外光学主业订单不及预期，锗相关业务进展不及预期，磷化铟衬底订单不及预期，产能释放不及预期。

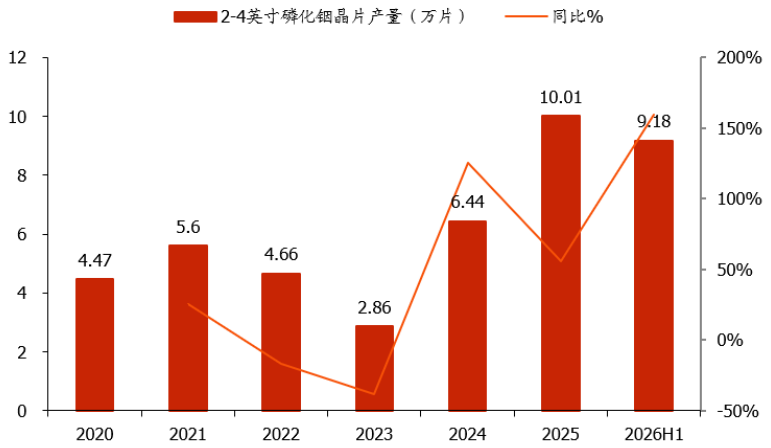
5.2 云南锗业：从锗资源龙头到磷化铟核心供应商，AI 光模块景气驱动价值重估

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。公司矿山开采的矿石及粗加工产品不对外销售，仅作为公司及子公司下游加工的原料。公司目前材料级锗产品主要为锗锭（金属锗）、二氧化锗；深加工方面，光伏级锗产品主要为太阳能电池用锗晶片，红外级锗产品主要为红外级锗单晶及毛坯（光学元件）、锗镜片、镜头、红外热像仪、光学系统，光纤级锗产品为光纤用四氯化锗，化合物半导体材料主要为砷化镓晶片、磷化铟晶片。公司产品主要运用包括红外光电、空间太阳能电池、光纤通讯、发光二极管、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领域。

公司磷化铟产业发展路径：1）2015 年 7 月，公司与中科院半导体所成立了联合实验室开展相关合作研究和技术开发，其中磷化铟单晶材料制备及其应用就是重点研究方向之一。2）2017 年 2 月，公司规划建设磷化铟项目，其产能是 5 万片 2 英寸磷化铟单晶及晶片。3）2019 年 12 月，公司启动实施“磷化铟单晶片建设项目”，该项目建成投产后公司将具备年产 15 万片 4 英寸磷化铟单晶片的能力，项目建设周期预计为 24 个月。4）2026 年 4 月，公司开始实施“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。

风险提示：锗相关业务进展不及预期、磷化铟衬底进展不及预期、产能释放不及预期。

图表26：云南锗业 2020-2026H1 磷化铟晶片生产情况



资料来源：云南锗业公告，国盛证券研究所

5.3 武汉天源：环保主业提供安全边际，半导体新材料贡献成长与估值弹性

公司核心业务聚焦环境治理与绿色能源两大领域，是一家集技术研发、项目投资、工程建设、装备制造、运营服务于一体的综合性环保能源企业。公司深耕行业多年，持续完善多元化主营业务布局，形成高端环保装备制造、环保整体解决方案、水处理运营及第三方服务、固废处置与资源化利用、绿色能源投资及运营五大核心业务板块。

➢ **在固废处置及资源化领域**

公司垃圾焚烧发电业务稳步推进。在投资建设方面，楚雄北、株洲南、怀化、岷县、岑溪、获嘉项目有序推进；在项目投入运营方面，纳雍、赫章、孟州项目相继实现并网运行，进一步增强了公司的固定收益收入。

➢ **在水环境治理领域**

公司水环境治理业务规模持续扩大。在工程建设方面，南宁、永善 BOT 污水处理厂项目、江都污水处理厂 EPC 项目建设工作有序推进；在项目承揽方面，公司先后签约长葛市城区污水处理厂设备更新项目、广西容县城区污水处理厂（三期）工程设备项目、鹿寨县城污水处理厂设备拆除及转运项目、分宜县污水处理厂提标扩容及配套管网提升改造项目、融安县污水处理厂扩容改造设备供货项目，以及印度尼西亚勿加泗生活垃圾焚烧发电渗滤液处理项目、林芝市生活、餐厨、建筑垃圾处理工程项目、郑州侯寨垃圾综合处理厂渗滤液处理设备提升改造及设备采购项目、岐山生活垃圾无害化焚烧热电联产项目渗滤液及工业废水处理系统项目等一批水务环保工程项目。在委托运营业务板块方面，公司完成汉南第二污水处理厂委托运营项目、泾县生活垃圾中转站运营项目的承接及续签，并获取合川填埋场应急处理服务等运营订单，进一步夯实公司基础业务底盘。

➢ **在绿色能源领域**

公司绿色能源业务步入“项目落地与资源储备同步推进”的发展阶段。新疆乌苏 1GW 光伏储能一体化示范项目首期 A 区 575MW 已于 2026 年 6 月底实现并网发电，项目配套建设 150MW/300MWh 储能系统及 220kV 升压站。公司相继中标云南师宗县竹基风电场 48MW 项目，与青岛胶州市签约 100MW/400MWh 电网侧独立储能项目、同山西繁峙经济技术开发区签署 200MW/800MWh 电网侧独立储能项目合作，上述项目的取得，为公司“环保+绿色能源”双主业协同发展奠定坚实项目基础。

➢ **在装备制造领域**

公司三大装备制造基地建设按计划有序推进。南宁装备产业出口基地厂房主体工程已顺利完工，装饰装修、厂区道路及景观绿化等配套工程全面进入收尾阶段，产线布局同步启动。该基地聚焦家用及工商业储能赛道，计划于 2027 年一季度实现投产运营。扬州氢能装备产业基地于 2026 年 4 月正式开工，厂房基建、钢结构安装施工按计划进度推进，主要布局碱性电解槽及配套核心部件制造业务。武汉基地依托既有制造优势，加大电气设备技改扩能投入，高低压柜、箱式变电站等核心产品正加速释放规模效益。

公司跨界布局磷化铟赛道，半导体新材料贡献成长与估值弹性。公司顺应人工智能算力、800G/1.6T 光模块及新一代光通信产业对化合物半导体材料的刚性需求，于 2026 年 8 月成功完成对中讯半导体（江苏）有限公司的收购，取得其 60%控股权，收购价款 750 万元，后续配套 6700 万元用于产线设备、场地建设与流动资金补充。中讯半导体成立于 2022 年，主营磷化铟（InP）等化合物半导体衬底材料的研发、生产与销售，拥有有效专利 29 项，已具备单晶磷化铟等光电子半导体材料 2-4 英寸的生产技术条件。

风险提示：磷化铟衬底进展不及预期、产能释放不及预期、环保业务进展不及预期。

风险提示

- **技术迭代风险。**硅光、薄膜铌酸锂如果技术快速成熟落地，会改变高速光模块对磷化铟衬底的需求结构，压缩磷化铟长期市场空间；虽然当前 1.6T、3.2T 主流方案依旧依托磷化铟，但长期技术路线存在不确定性。

- **良率爬坡不及预期风险。**6 英寸磷化铟单晶生产工艺难度极高，若量产良率长期无法达到预期水平，生产成本居高不下，即便拿到客户订单也难以实现规模化盈利。

- **客户认证失败风险。**小批量样品达标，不等于长期可靠性满足下游严苛要求；海外客户长周期验证过程中存在终止合作的可能性。

- **行业供给释放超预期风险。**海外头部企业加速扩产，如果新增产能落地速度超出市场预判，供需缺口快速收窄，衬底价格下行，压缩全行业盈利水平。

- **下游算力资本开支不及预期。**若全球 AI 数据中心建设节奏放缓，高速光模块需求下行，直接拖累磷化铟衬底需求，行业景气度回落。

免责声明

国盛证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，但本公司及其研究人员对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，可能会随时调整。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用，不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，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。

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。

本报告版权归“国盛证券股份有限公司”所有。未经事先本公司书面授权，任何机构或个人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。任何机构或个人如引用、刊发本报告，需注明出处为“国盛证券研究所”，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的任何观点均精准地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法，结论不受任何第三方的授意或影响。我们所得报酬的任何部分无论是在过去、现在及将来均不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

投资评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
评级标准为报告发布日后的 6 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中 A 股市场以沪深 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；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准，美股市场以标普 500 指数或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	相对同期基准指数涨幅在 15%以上
		增持	相对同期基准指数涨幅在 5%~15%之间
		持有	相对同期基准指数涨幅在-5%~+5%之间
		减持	相对同期基准指数跌幅在 5%以上
	行业评级	增持	相对同期基准指数涨幅在 10%以上
		中性	相对同期基准指数涨幅在-10%~+10%之间
		减持	相对同期基准指数跌幅在 10%以上

国盛证券研究所

北京
地址：北京市丰台区丽泽路 22 号院新华社国家金融信息大厦西塔 B 座 38 层
邮编：100077
邮箱：gsresearch@gszq.com

上海
地址：上海市浦东新区南洋泾路 555 号陆家嘴金融街区 22 栋
邮编：200120
电话：021-38124100
邮箱：gsresearch@gszq.com

南昌
地址：南昌市红谷滩新区凤凰中大道 1115 号北京银行大厦
邮编：330038
传真：0791-86281485
邮箱：gsresearch@gszq.com

深圳
地址：深圳市福田区福华三路 100 号鼎和大厦 24 楼
邮编：518033
邮箱：gsresearch@gszq.com