

可川科技：光模块新贵，以技术突围跻身行业头部厂商

【报告摘要】：

全球 AI 算力需求的爆发式增长正在重塑光模块行业格局。随着 ChatGPT 等大模型对数据传输带宽需求的指数级攀升，数据中心内部及跨集群互联带宽加速向 800G/1.6T 迭代。2024 年全球高速数通光模块市场规模预计达 90 亿美元，同比增长超过 40%，其中 AI 算力贡献了 60% 以上的增量。硅光技术凭借其高集成度、低功耗以及与 CMOS 工艺的兼容性优势，成为适配 AI 数据中心的核心技术路径，预计 2026 年后将主导全球高速光模块市场。

可川科技通过全链条技术布局构筑了显著竞争优势，依托晶圆级检测技术与自主化生产体系，实现从硅光芯片设计、晶圆检测到模块封装的全流程可控能力。目前，公司已完成首条光模块产线的建设，首批自研硅光芯片也已完成流片并进入测试阶段。当前行业普遍面临分立的检测工艺与封装后抽检模式制约，量产良率较低，而可川科技通过前置晶圆级检测节点，在芯片制造阶段完成缺陷筛查，将良率提升至 90% 以上。首条产线月产能达 4-5 万只，生产成本较行业平均水平降低 15%-20%。在技术路线上，其 800G 硅光模块完成验证并计划于 2025 年第四季度量产，同时前瞻性布局薄膜铌酸锂技术以突破 3.2T 超高速模块的研发瓶颈。2024 年公司光模块业务研发投入达 2 亿元，重点攻关单波 200G 硅光调制器技术，通过封装材料创新与工艺重构，目标将良率进一步提升至 95%-99%。研发团队由 30 名资深专家组成，核心成员平均从业年限超 10 年，在硅光芯片设计、封装工艺开发及全参数测试环节积累深厚，支撑公司持续突破行业量产瓶颈。

市场拓展方面，公司形成“全球化定制+本土化适配”的双循环格局。在海外市场，公司以 800G 硅光模块定制化服务为突破口，深度融入国际供应链体系，为全球客户提供精准匹配的解决方案。国内市场针对字节跳动、腾讯等互联网企业推出 800G 硅光方案，并为运营商开发 200G/400G 中长距模块自研硅光芯片预计 2025 年第四季度导入量产。

全球 AI 算力竞赛驱动光模块产业呈现“技术迭代加速+国产替代提速”的双重机遇。技术端，800G 光模块在 2024 年已成为市场主流，1.6T 进入需求萌芽期，3.2T 启动预研。短期内 800G 需求加速提升，长期则由大模型技术突破驱动算力需求扩张，AI 算力场景中单 GPU 对应光模块比例从训练场景的 1:2.5 升至推理集群的 1:5，驱动 3.2T 研发加速，预计在 2030 年将成为主流。国产替代方面，“东数西算”政策与供应链安全需求倒逼技术突围，目前国内已建立从材料、芯片到封装的全链条能力，Omdia 预测 2025 年全球硅光市场超 60 亿美元，国内份额有望从 15%提至 35%。头部厂商凭借全流程技术积累，正抢占 AI 超算与智算中心升级窗口期的结构性增长红利。而随着产能释放与技术迭代，可川科技或将从技术跟随者跃升为行业引领者，重塑全球光模块产业竞争格局。

一、行业概览：AI 算力革命重塑光模块市场格局

1.1 AI 算力需求爆发驱动光模块升级

随着 ChatGPT 等大模型的爆发式增长，AI 训练与推理对数据传输带宽的需求正以指数级攀升。单次大模型训练需处理数 PB 级数据，推动数据中心内部及跨集群互联带宽从 400G 向 800G 甚至 1.6T 加速迭代。当前全球 AI 算力基础设施进入密集建设周期，大型数据中心对 400G/800G 高速光模块的需求呈现爆发式增长。

根据 LightCounting 数据，2024 年全球高速数通光模块市场规模大约 90 亿美元，同比增长超过 40%。400G 和 800G 光模块的出货量在过去 12 个月中增长了近四倍，预计 2024 年将超过 2000 万只。其中 AI 算力需求贡献了超过 60% 的市场增量，成为推动高速光模块需求增长的核心驱动力。

1.2 光模块技术迭代方向：硅光路径的崛起

AI 显著提振国内外数通光模块需求的同时，也在加速推进光模块领域的产品速率迭代及技术演进。云计算时代，光模块速率升级周期约为 3-4 年，而 AI 时代这一周期已缩短至 2 年。在技术演进方面，AI 大算力场景下对光模块成本、能耗、集成度等方面提出了更高的要求，因而适配相关需求的硅光、LP0、CPO 等技术路径有望获得突破式发展。

其中硅光技术凭借 CMOS 工艺的兼容性、高集成度及低功耗优势，正成为高速光模块的主流方案：

1) 传输速率高：硅光技术使用激光束代替电子信号传输数据。可将处理器内核之

间的传输速率提升 100 倍以上。

2)高集成度：其采用半导体制造工艺将硅光材料和器件集成在同一硅基衬底上，形成由光调制器、探测器、无源波导器件等组成的集成光子器件。相较磷化铟(InP)等有源材料制作的传统分立器件，硅光光模块无需 ROSA（光接收组件）、TOSA（光发射组件）封装，因而硅光器件体积与数量更小、集成度更高。

3)低成本：硅材料作为世界上储量第二的材料，硅基材料成本较低且可以大尺寸制造，硅光芯片的生产制造基于 CMOS 等集成电路工艺，可以实现规模化量产，在芯片成本有较大的下降潜力。

4)性能突破：光信号传输延迟较电信号降低 90%，能耗降低 70%。硅光模块功耗较传统方案降低 30%-50%，1.6T 硅光模块实测功耗仅 18W，适配 AI 数据中心 PUE ≤ 1.2 的能效要求。

5)工艺兼容性：硅光子技术复用全球超 2000 亿美元的 CMOS 产业链资源，能利用半导体在超大规模、微小制造和集成化上的成熟工艺积累优势。

6)AI 短距场景适配性：数据中心内部 GPU 集群互联距离多集中在 100m-2km，硅光方案凭借低损耗和抗电磁干扰特性，成为 LPO 和 CPO 技术的最佳载体。

当下，AI 算力革命正推动光模块产业向硅光技术路线加速迁移，技术迭代与市场需求共振下，硅光有望在 2026 年后主导全球高速光模块市场。

二、可川硅光技术核心壁垒：全链条能力构筑护城河

2.1 垂直整合优势：全流程自主可控

公司构建"芯片设计-晶圆检测-模块封装"全链条能力，覆盖硅光芯片设计、硅光

晶圆检测、芯片检测、COB、模块组装到后段模块检测和测试的全环节。目前可川光子的首条生产线已建设完成并进入调试阶段。

2.2 技术路线与研发进展

可川科技在光模块领域的技术布局聚焦可插拔技术、硅光技术及薄膜铌酸锂技术三大方向，兼顾短期量产与长期技术卡位。

表 1：技术路线与进展

技术路线	研发进展	量产计划	竞争优势
可插拔方案	400G <u>VcseI</u> 传统方案，客户送样阶段	2025 年 Q3 量产	合作开发低成本解决方案
硅光方案	800G 硅光模块完成验证	2025 年 Q4 量产	晶圆级检测技术+规模化降本优势
薄膜铌酸锂方案	3.2T 超高速模块预研中	待全球商业化进程	全链路工艺自主化（技术合作+自研突破）

2.3 核心技术竞争力：性能与成本双突破

可川科技通过晶圆级检测技术实现了行业突破，其能够对 800G 光模块的 40 余项**关键参数**进行全维度验证，确保产品性能满足数据中心对高可靠性的严苛标准。当前行业内多数厂商受制于分立的检测工艺与封装后抽检模式，难以系统性保障全参数一致性，量产良率普遍较低；而可川科技凭借晶圆级检测技术前置质量管控节点，在硅光芯片制造阶段即完成缺陷筛查，将量产良率提升至 90%以上。破

解了高速光模块领域“高精度制造”与“规模化量产”难以兼容的行业难题。在此基础上，公司进一步构建了从芯片设计、封装测试到工艺优化的全链条自主化生产体系，通过协同优化封装材料与制造流程，为抢占高端市场提供了兼具性能与成本优势的解决方案。

在量产实践中，**首期产线已实现超过 90% 的良率水平**，并计划通过持续改进工艺将良率目标提升至 95%-99% 区间。与此同时，硅光模块业务展现出强劲的盈利能力，毛利率预期达 40%-50%，量产成本控制能力也已与行业头部企业处于同等水平。此外，公司在供应链韧性建设方面成效显著，通过深化与国产激光器厂商的战略合作，构建了“自研调制技术+国产化芯片”双源供应体系，不仅有效保障了核心元器件的稳定供应，还显著增强了产业链自主可控能力。

2.4 产能规划与研发保障

2.4.1 首条硅光产线落地

目前，公司已完成首条光模块产线的建设，首批自研硅光芯片也已完成流片并进入测试阶段。在产能布局方面，该产线设计月产能为 4 万至 5 万只，主要聚焦于 400G 及 800G 硅光模块的规模化生产。按当前规划，产线满负荷运转后年产值预计突破 10 亿元，这一产能规划充分考虑了市场需求，能够有效满足腾讯、字节跳动、英伟达等主要客户的首年订单需求。

2.4.2 研发投入：重注技术自主化与迭代能力

可川科技以“高精度产线+专家级团队+高强度研发投入”三位一体模式，系统性

打造从工艺开发到规模化量产的全链条闭环能力。在资金与资源分配上，公司 2024 年光模块业务研发投入占比超过 30%，总规模约 2 亿元（不含厂房），其中 50%投向进口高端设备采购，目前可川光子已采购包括硅光晶圆测试平台、自动芯片测试机在内的众多核心设备；剩余 50%则用于团队建设与关键技术攻关。

技术攻关聚焦三大方向：在硅光芯片领域，团队正加速开发**单波 200G 硅光调制器**，以突破现有速率瓶颈；工艺优化层面，通过封装流程重构与材料创新，目标将良率从 90%提升至 95%-99%区间，并实现**封装成本压缩 30%**；同时，公司前瞻性布局下一代技术，包括 CPO 方案及薄膜铌酸锂（TFLN）方案，为未来高速光模块的发展提供坚实的技术储备。

在人才战略方面，可川科技依托专家级团队构筑技术护城河。公司研发团队由 30 名核心成员组成，核心骨干平均从业年限超 15 年，覆盖硅光芯片设计、封装工艺开发及测试全流程技术积累。技术专长体现在两大领域：其一，硅光芯片研发已取得阶段性进展，研发团队在芯片设计等核心技术领域实现突破，为量产奠定技术基础。；其二，工艺开发能力突出，团队在 COB 封装、晶圆级检测等关键环节掌握行业领先的良率管理经验，**量产良率较行业高 5-10 个百分点**。

三、客户生态构建：打通全球化与本土化双循环

可川科技围绕海外 AI 算力供应链与国内新基建需求，构建了“海外高端定制+国内场景适配”的客户矩阵，形成双向协同增长动力。

3.1 海外市场突破：深度绑定全球 AI 算力核心客户

在海外市场，公司凭借为国际头部客户提供 800G 硅光模块定制化服务，成功实现关键突破。在此合作模式下，客户主导模块规格、性能指标及封装标准的制定，而公司则依托全链条自主化能力，从设计、生产到测试，完成全流程交付。这种高度定制化服务不仅精准匹配客户对低功耗、高密度互联的严苛需求，还有效降低了研发与生产成本，显著提升订单毛利率。此项合作标志着可川正式切入全球 AI 算力基础设施供应链，为后续拓展海外云服务巨头奠定基础。

3.2 国内市场深耕：双轨覆盖互联网与运营商场景

在国内市场，公司采取差异化产品策略：针对字节跳动、腾讯等互联网巨头，主推基于硅光技术的 800G SR8 解决方案，目前已进入项目联合测试阶段；面向中国移动、中国电信等运营商，则开发电信级 200G/400G 中长距模块，支持城域网与骨干网升级，满足“东数西算”工程对算力网络的超长距传输要求。公司通过“互联网快迭代+运营商稳交付”的双轨模式，持续扩大市场份额，预计 2025H2 相关业务收入实现显著增长。

3.3 核心业务规划与订单

当前，可川科技正通过多元化技术路径（CPO、硅光芯片）与客户布局（英伟达、甲骨文、字节跳动等），构建覆盖封装代工、自研产品及定制化解决方案的业务矩阵。短期聚焦硅光方案量产，中长期瞄准硅光芯片自主化与超高速模块（1.6T/3.2T）市场，强化在 AI 算力产业链中的核心地位。

四、产业机遇：市场缺口与国产替代机遇

4.1 800G/1.6T 需求爆发窗口期

当前，AI 算力竞赛推动光模块技术迭代周期显著缩短，光模块量价齐升趋势仍有望维持。全球智算中心内部，800G 光模块已于 2024 年成为市场主流，1.6T 光模块进入需求萌芽期，头部厂商已启动 3.2T 技术预研，英伟达产品迭代提速，其 GB300 AI 服务器预计于 2025Q2-Q3 发布，标配的 1.6T 模块将开启超算集群的升级周期。

国内短期需求以 400G 为主，但 800G 占比将在 2025 年加速提升。长期需求由 DeepSeek 等企业在 AI 大模型领域的技术突破驱动，其通过降低训练成本显著提升 AI 应用渗透率，进而持续激发算力需求的增长动力。市场规模方面，Cignal AI 预计，全球高速数通光模块市场规模将从 2024 年的 90 亿美元增长至 2026 年的 120 亿美元。需求结构上，AI 算力场景中单 GPU 对应光模块比例从训练场景的 1:2.5 升至超大规模推理集群的 1:5，驱动 3.2T 模块研发加速，预计 2030 年成为下一代主流。

4.2 可靠性需求驱动硅光替代浪潮

传统可插拔光模块在 AI 算力爆发式增长下逐渐暴露技术瓶颈：其传输速率受限于单波 100G 的物理极限，难以满足 800G/1.6T 乃至 3.2T 的超高带宽需求；功耗方面，传统方案在 400G 以上模块的散热与能效比劣势凸显，单模块功耗普遍超过 20W；成本层面，多通道并行设计导致物料与封装复杂度攀升，制约规模化降本空间。在此背景下，硅光技术通过单波 100G-400G 的突破性创新、晶圆级制造

工艺实现高集成度与低成本，在 AI 超算集群、智算中心等高密度、高可靠性场景中形成显著替代优势。

市场数据印证了这一趋势：据 Lightcounting 预测，硅光模块市场份额将从 2022 年的 24% 快速提升至 2028 年的 44%。AI 算力需求的爆发进一步加速替代进程——硅光方案凭借低时延、高稳定性及与 CPO 技术的天然兼容性，在 AI 训练集群中的渗透率预计于 2025 年突破 50%，成为超高速光通信的主流技术路径。这一变革不仅重构光模块产业竞争格局，更推动数据中心向“高带宽、低 PUE（电能利用效率）”方向演进，为可川科技等具备硅光全链条能力的厂商打开结构性增长窗口。

4.3 国产化窗口：政策强驱动与供应链安全需求倒逼替代加速

在“东数西算”工程与“数字中国”顶层设计推动下，国产光模块替代已上升至国家安全与产业自主可控的战略高度。政策端，“东数西算”工程与 AI 新基建规划明确要求数据中心能效优化，而当前国内光通信产业链在高端环节仍存在显著短板：25G 以上光芯片国产化率不足 10%，EML 激光器、硅光外延片等核心材料与器件高度依赖博通、Lumentum 等海外厂商。与此同时，美国对华半导体技术出口管制持续加码，也进一步倒逼国内厂商加速技术突围。当前，国内已形成从材料、芯片、封装到应用场景适配的完整能力闭环，并通过政策引导、产学研协同和生态标准建设，逐步构建起自主可控的技术体系。据 Omdia 预测，2025 年全球硅光模块市场规模将超 60 亿美元，其中国内厂商份额有望从 15% 提升至 35%，成为全球硅光生态的关键参与者。

结语：

当前中国玩家的全链条布局，正在改写全球光模块产业的游戏规则。可川科技通过全链条自主化能力与前瞻性技术布局，突破硅光模块量产瓶颈，成为高速光模块国产替代的核心力量。在 AI 算力基建的驱动下，公司有望通过技术创新实现从“技术跟随者”到“行业引领者”的跃迁，跨入头部厂商队列，重塑行业格局。

五、重要声明

财联社新型资本市场研报由财联社发布。报告依据国际和行业通行准则由财联社分析师采集撰写或编发，仅反映作者的观点、见解及分析方法，尽可能保证信息的可靠、准确和完整，仅供接收客户参考，不构成投资建议。未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、转载和引用。