

光模块设备或迎量升价增拐点

华泰研究

2026 年 6 月 03 日 | 中国内地

专题研究

光模块需求持续高景气，技术进步有望推动设备市场增长加速

AI 算力需求持续增长驱动高速光模块加速放量，同时 1.6T/3.2T 高速率升级及 CPO 等技术迭代推动光模块封装复杂度与性能要求持续提升，带动上游设备行业进入“量增+价升”共振阶段。在中性预期下，我们预计 2026/27/28 年 800G/1.6T 光模块扩产推动市场容量达 332/525/640 亿元。光模块设备市场迎增长加速拐点，我们看好产业链相关企业发展。

下游产能扩张推动“量增”，高速率/CPO 技术落地推动“价升”

一方面，随下游 AI 算力光互连需求快速发展，光模块厂商亟需自动化设备快速提升产能，由此带动设备资本开支快速增长。以中际旭创与新易盛为例，26Q1 资本开支分别达到 19.29/6.31 亿元，两者合计同比/环比增长 333%/64%，光模块设备市场随之快速扩张。另一方面，光模块向 1.6T/3.2T 高速率、硅光及 CPO 升级，持续推动贴片、耦合、测试等核心设备向更高精度方向迭代，高端设备价值量有望持续提升且国产替代空间较大，如 2024 年光通信测试仪器国产化率仅约 16%。光模块制造流程主要包括贴片、键合、耦合、组装、测试检测等，价值量分别约 20%/1%/40%/12%/27%。

重点关注高价值量的测试及耦合环节，技术壁垒不断提升

重点关注价值量及技术壁垒双高的 1) 测试：设备资本开支必备环节，无法用人工替代。其中采样示波器、时钟恢复单元、误码分析仪带宽/速率要求在 1.6T 场景下已达 65GHz/120GBaud/120GBaud 量级，技术壁垒较高。24 年通信测试仪器国产化率仅 16%，国产替代空间较大。2) 耦合：光模块独有高壁垒设备，1.6T 场景精度要求从此前的 0.1 μ m 量级提升至 0.05 μ m 量级，为设备中价值量最高的环节，国内品牌尚有技术提升空间。其他环节包括 1) 贴片：精度要求从 400G 时代的 5 μ m 级升级到 3 μ m 级，24 年高精度固晶/共晶设备国产化率仅 20%/50%，国产替代需求较大。2) 键合：CPO 引入有望推动设备升级为倒装/混合键合，有望显著提升价值量及技术壁垒。

与市场观点不同之处

市场普遍认为光模块设备需求主要受上游 AI 资本开支及光模块厂商扩产驱动，若相关投资不及预期将压制行业景气。但我们认为技术迭代带来的设备升级需求同样为行业加速增长的核心。随着光模块向 1.6T/3.2T 及 CPO 升级，行业对设备精度、速度、稳定性和自动化要求持续提升，推动高端设备价值量上行，实现双击效应。同时，更复杂工艺会降低单机生产节拍，在相同产能目标下需配置更多设备，进一步放大行业需求弹性。

产业链迭代逐步加速，关注国内企业布局与技术升级

在悲观/中性/乐观假设下，我们分别预计 28 年 800G/1.6T 光模块扩产将带来 450/640/936 亿元的市场容量；而长期看 3.2T 光模块的引入还将在 2031 年前提供 871 亿元设备市场容量。光模块产业链或正处于新一轮技术迭代加速拐点，建议重点关注国内设备厂商在客户导入与高端技术升级中的突破机会。我们重点推荐奥特维（AOI 设备已获多个客户订单），产业链相关企业还包括：联讯仪器（测试）、普源精电（测试）、鼎阳科技（测试）、日联科技（测试）、华兴原创（测试）、华盛昌（测试）、凯格精机（自动化组装+贴片机）、科瑞技术（耦合+贴片+AOI）、智立方（贴片+排/拆巴机+AOI）、快克智能（AOI+贴片）、天准科技（AOI）等。

风险提示：光模块技术发展不及预期、下游光模块厂商资本开支放缓、AI 算力投资不及预期。本研报中涉及到未覆盖个股内容，均系对其客观公开信息的整理，并不代表本研究团队对该公司、该股票的推荐或覆盖。

机械设备

增持（维持）

张靖玮*

SAC No. S0570526040001

研究员

zhangjingwei@htsc.com

+(86) 21 2897 2228

杨云道

SAC No. S0570523070001

研究员

yangyunxiao@htsc.com

SFC No. BVI795

+(86) 21 2897 2228

王兴

SAC No. S0570523070003

研究员

wangxing@htsc.com

SFC No. BUC499

+(86) 21 3847 6737

王自*

SAC No. S0570525070011

研究员

wangzi022582@htsc.com

+(86) 21 2897 2228

杨任重

SAC No. S0570522110003

研究员

yangrenzhong@htsc.com

SFC No. BUM664

+(86) 21 5035 1239

王龙钰*

SAC No. S0570526020001

研究员

wanglongyu@htsc.com

+(86) 21 2897 2228

高名彦

SAC No. S0570523080006

研究员

gaomingyao@htsc.com

SFC No. BUP971

+(86) 21 2897 2228

李倩倩*

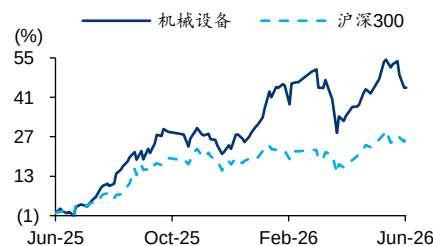
SAC No. S0570125070092

联系人

liqianqian024884@htsc.com

+(86) 21 2897 2228

行业走势图



资料来源：Wind，华泰研究

重点推荐

股票名称	股票代码	目标价 (当地币种)	投资评级
奥特维	688516 CH	96.60	买入

资料来源：华泰研究预测

正文目录

投资要点	5
与市场观点不同之处	5
光模块为 AI 算力必备环节，需求扩张+技术迭代加速	6
AI 算力投资规模不断扩大，推动光模块需求扩张	6
AI 驱动光模块技术升级，迭代周期不断加速	8
光模块设备或迎量升价增，高端产品国产替代空间大	12
下游厂商资本开支旺盛，有望带动设备量价齐升	12
贴片设备：光芯片贴片精度要求高，需要核心 Know-How	16
键合设备：CPO 引入有望推动设备升级为倒装/混合键合	18
耦合设备：光模块设备核心环节，国内企业市占率提升	19
测试/检测设备：高端通信测试仪器国产化率仍待提升	21
产业链迭代逐步加速，关注国内企业布局与技术升级	28
风险提示	34

图表目录

图表 1：光模块工作原理图	6
图表 2：光模块结构示意图	6
图表 3：光模块市场应用重心从电信侧移向数通侧	6
图表 4：Scale-out 与 Scale-up 示意图	6
图表 5：铜连接与光连接核心指标对比	7
图表 6：英伟达在 GTC 2026 上宣布在 Scale-up 中引入光连接	7
图表 7：24 年来全球四大云服务商资本支出迅速增长	7
图表 8：全球光模块季度销售额变动与云服务商资本支出同步	8
图表 9：中性预期下全球光模块 2031 年销售额将接近 600 亿美元	8
图表 10：AI 驱动下光模块迭代速度加快	8
图表 11：博通发布 400G/通道 DSP 芯片	9
图表 12：2026 年 800G 以上光模块预计占全球市场的 64%（亿美元）	9
图表 13：硅光技术助力光模块降本降耗	9
图表 14：2030 年硅光市场份额接近 60%（2025 年 5 月预测）	9
图表 15：LPO 方案与传统方案的区别	10
图表 16：NPO/CPO 与传统可插拔光模块架构对比	10
图表 17：英伟达发布两款 CPO 产品	11
图表 18：英伟达 CPO 产品性能对比可插拔光模块有较大提升	11
图表 19：博通发布第三代 CPO 交换芯片 Tomahawk 6-Davisson	11
图表 20：2028 年或成 CPO 放量元年	11
图表 21：光模块设备有望实现量价齐升	12
图表 22：传统光模块制造环节大量依赖人工	12

图表 23:	光模块龙头生产人员人数不断增长	12
图表 24:	应用光电从 2016 年起开始自动化改造路线图	13
图表 25:	应用光电毛利率触底反弹	13
图表 26:	中际旭创与新易盛资本开支快速上行	14
图表 27:	Coherent 资本开支稳步增长	14
图表 28:	中际旭创与新易盛 26Q1 Capex 分别达 19.29/6.31 亿元	14
图表 29:	Coherent 26Q1 资本开支达 2.90 亿美元	14
图表 30:	中际旭创大部分年份固定资产原值增加主要来自于设备	14
图表 31:	中际旭创 2025 年在建工程中近 7 成为待安装机器设备	14
图表 32:	全球光模块封测设备市场规模稳步增长（亿人民币）	15
图表 33:	全球光模块封测设备按设备种类拆分的市场规模（亿人民币）	15
图表 34:	光模块制造流程及对应设备	15
图表 35:	当前典型场景下光模块设备价值量拆分	15
图表 36:	光模块技术迭代对相关设备环节价值量的影响	16
图表 37:	共晶贴片工艺	16
图表 38:	固晶贴片工艺	16
图表 39:	贴片机约占半导体封装设备价值量的 30%	17
图表 40:	光模块封测设备与半导体封测设备存在 Know-How 差异	17
图表 41:	光模块速率不断提升对贴片设备精度提出更高要求	17
图表 42:	贴片设备龙头企业核心产品性能	18
图表 43:	2024 年猎奇智能占光模块贴片设备市场份额 21%（数量口径）	18
图表 44:	键合路线从早期引线键合逐步迈向混合键合时代	19
图表 45:	CPO 键合方式采用倒装/混合键合等路线	19
图表 46:	热压键合机基本被海外龙头垄断（2023 年）	19
图表 47:	BESI 为混合键合设备龙头（2023 年）	19
图表 48:	耦合过程示意图	20
图表 49:	行业龙头企业耦合设备性能对比	20
图表 50:	2024 年耦合设备国产厂商市占率已较高	20
图表 51:	测试仪器/检测设备在光通信产业链中的应用	21
图表 52:	新易盛截至 2015 年底的机器设备情况	21
图表 53:	全球光通信测试仪器市场规模预计 2029 年将达 20.2 亿美元	22
图表 54:	中国光通信测试仪器市场规模预计 2029 年将达 65.9 亿元	22
图表 55:	从测试流程看通信测试仪器需求	23
图表 56:	采样示波器、时钟恢复单元、误码分析仪及各自操作界面示意图	23
图表 57:	三大光模块通信测试仪器核心性能指标对应的主要应用场景	23
图表 58:	国内头部企业设备性能已可基本满足 1.6T 光模块测试	24
图表 59:	2024 年海外品牌占据中国光通信测试仪器 84% 的市场份额	24
图表 60:	全球光电子器件测试设备市场规模预计 29 年达 13.1 亿美元	25
图表 61:	中国光电子器件测试设备市场规模预计 29 年达 38.5 亿元	25
图表 62:	光电子器件制造与测试流程	25

图表 63: 光电子器件主要测试设备	26
图表 64: 行业领先企业 CoC 老化测试设备性能对比	26
图表 65: 行业领先企业硅光晶圆测试系统性能对比	26
图表 66: 国内光电子器件设备市场竞争格局较为分散	27
图表 67: 光模块金线与焊球检测界面示意图	27
图表 68: 光模块尘点检测界面示意图	27
图表 69: 光模块出货数量与单位投资假设 (800G/1.6T 产线)	28
图表 70: 光模块设备市场空间及新增需求 (800G/1.6T 产线)	28
图表 71: 中性场景下各设备市场空间 (800G/1.6T 产线)	28
图表 72: 长期看 3.2T 光模块将进一步打开设备市场空间	29
图表 73: 产业链中公开披露产品应用于光模块/光通信的上市企业一览	29
图表 74: 联讯仪器产品线及对应应用领域、代表性客户	30
图表 75: 日联科技拟收购的菲莱测试产品布局	31
图表 76: 华兴源创拟收购的普赛斯 3 大光通信测试仪器	31
图表 77: 华盛昌拟收购的伽蓝特测试业务线	32
图表 78: 凯格精机光模块自动组装线	32
图表 79: 科瑞技术光芯片 AOI 自动光学检测设备	33
图表 80: 智立方光模块及光芯片设备主要产品线	33
图表 81: 重点公司推荐一览表	33
图表 82: 重点推荐公司最新观点	33

投资要点

AI 算力应用推动光模块行业进入高速发展阶段。AIDC 占光模块下游场景的比例已从 2021 年的约 10% 提升至当前约 60%，当前应用仍以 Scale-out 为主，但英伟达在 3 月 GTC 大会发布 Vera Rubin NVL576 与 Rosa Feynman NVL1152 两款系统首次采用铜互联+光互联混合方案，推动光模块进一步向 Scale-up 领域渗透。下游方面，全球 CSP 厂商资本开支持续加速，而根据 5 月 6 日 TrendForce 的预期，2026 年包括谷歌、微软、亚马逊、Meta、Oracle、字节、腾讯、阿里、百度的全球 9 大 CSP 合计资本支出将达约 8,300 亿美元，同比增长 79%，带动全球光模块市场规模到 2031 年有望接近 600 亿美元。与此同时，AI 应用亦显著推动光模块技术迭代加速，以可插拔光模块为例，其产品迭代周期已由早期约 3-4 年缩短至约 2 年一代，预计 2028 年后 3.2T 产品有望逐步进入应用阶段；技术路线方面，硅光渗透率预计 2026 年即有望突破 50%，而 CPO 产业化亦明显提速，英伟达、博通等厂商已陆续推出相关产品，预计 2028 年起有望进入初步放量阶段，2030 年全球 CPO 市场规模预计将达到 100 亿美元、年出货量超过 1 亿个端口。

光模块迭代推动设备端扩容，高端产品国产替代大有可为。传统光模块制造以手工/半自动为主，但光模块通道密度提升、封装结构复杂化对制造精度要求显著提高，且旺盛的需求也要求制造商快速扩产，推高自动化需求，光模块设备进入“量升价增”阶段。以中际旭创与新易盛为例，26Q1 资本开支分别达到 19.29 亿元和 6.31 亿元，两者合计同比/环比增长 333%/64%，带动光模块设备市场快速扩张。光模块制造流程主要包括贴片、键合、耦合、组装、测试检测等，价值量分别约 20%/1%/40%/12%/27%。其中：1) 贴片：精度要求从 400G 时代的 5μm 级升级到 3μm 级，24 年高精度固晶/共晶贴片设备国产化率仅 20%/50%，国产替代需求较大。2) 键合：CPO 引入有望推动设备升级为倒装/混合键合，有望显著提升键合流程价值量及技术壁垒。3) 耦合：光模块独有高壁垒设备，800G/1.6T 场景精度要求从此前的 0.1μm 级别提升至 0.05μm 级别，为设备中价值量最高的环节，国内品牌尚有技术提升空间。4) 测试：为设备资本开支必备环节，无法用人工替代。其中三大通信测试仪器采样示波器、时钟恢复单元、误码分析仪带宽/速率要求在 1.6T 场景下已达 65GHz/120GBaud/120GBaud 量级，技术壁垒较高。24 年通信测试仪器国产化率仅 16%，国产替代空间较大。

光模块设备或迎发展拐点，关注相关厂商客户导入与高端技术升级机会。根据我们的测算，在悲观/中性/乐观假设下，我们分别预计 28 年 800G 及 1.6T 光模块扩产将带来 450/640/936 亿元的市场容量；而长期看 3.2T 光模块的引入还将在 2031 年前提供 871 亿元设备市场容量。光模块产业链正处于新一轮技术迭代加速阶段，建议重点关注国内设备厂商在客户导入与高端技术升级中的突破机会。具体来看：1) 光模块设备验证周期长、客户粘性较高，已进入下游供应链体系的厂商具备明显先发优势，部分企业亦通过拓展产品应用领域或并购整合切入新环节，有望率先受益于本轮产业升级；2) 随着光模块持续向 1.6T/3.2T 及 CPO 升级，行业对设备精度、速度及可靠性要求不断提升，而高端产品国产化率仍有较大提升空间，具备核心技术突破能力的国内厂商有望实现渗透率及产品价值量同步提升。

与市场观点不同之处

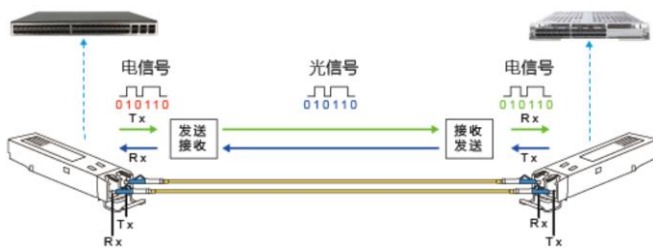
市场认为光模块设备需求主要与 AI 资本开支及其带动的光模块扩产需求相关，若 AI 投资或下游需求不及预期，将直接影响设备行业景气度。但我们认为，光模块设备需求并非仅受益于产能扩张带来的简单线性增长，更核心的驱动力来自技术迭代带来的设备升级需求。随着光模块持续向 1.6T、3.2T 及 CPO 等方向升级，行业对设备在精度、速度、稳定性及自动化能力等方面的要求显著提高，带动高端设备价值量持续上行。同时，更高的加工精度与复杂工艺通常会降低单位设备生产节拍，在相同产能目标下需要配置更多设备，从而进一步放大行业需求弹性。

光模块为 AI 算力必备环节，需求扩张+技术迭代加速

AI 算力投资规模不断扩大，推动光模块需求扩张

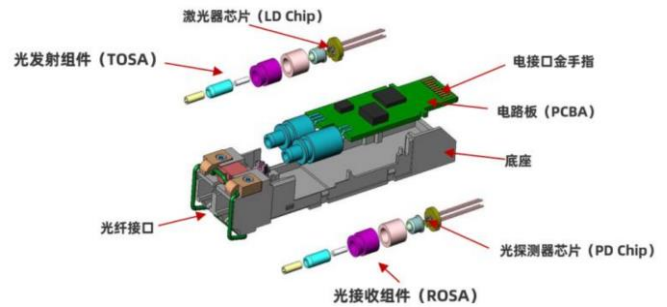
光模块为光通信核心器件，在系统设备中的成本占比超过 50%。光模块为光纤通信中的重要组成部分，是实现光信号传输过程中光电转换和电光转换功能的光电子器件。一定码率的电信号可经光模块内部的驱动芯片处理后由驱动半导体激光器（LD）或者发光二极管（LED）发射出相应速率的调制光信号，通过光纤传输后，光模块的接收接口再把光信号由光探测二极管转换成电信号，并经过前置放大器后输出相应码率的电信号。在光通信系统中，光模块是系统物理层的基础构成单元，在系统设备中的成本占比超过 50%。

图表1：光模块工作原理图



资料来源：华为官网，华泰研究

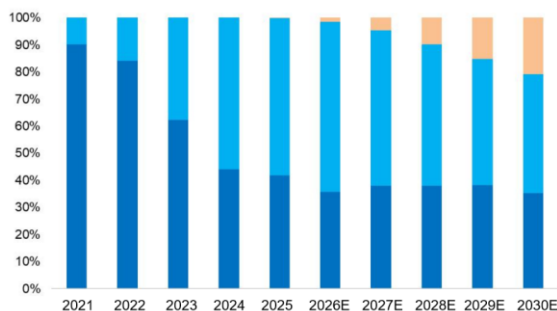
图表2：光模块结构示意图



资料来源：猎奇智能招股说明书，华泰研究

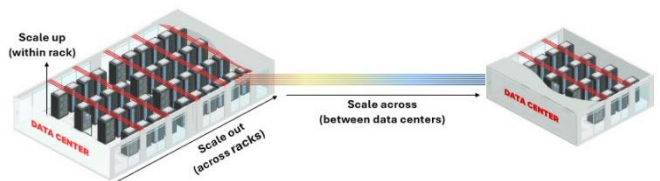
AI 发展推动光模块市场应用重心从电信侧移向数通侧，未来有望逐步从 Scale-out 推广至 Scale-up。传统光模块主要服务于接入网、无线网等电信市场；但在如今 AI 迅猛发展的当下，光模块市场下游应用重心逐步移至云计算、大数据、AI 等应用为代表的数通市场。据 LightCounting 的数据，全球用于 AI 的光模块市场规模占比从 2021 年的 10% 左右快速增长至 2025 年的 60% 左右；至 2030 年还有望进一步增至 65%。目前，光模块在 AI 领域的应用主要以机柜节点间互联的横向拓展（Scale-out）为主，但未来有望进一步向机柜节点内部互联的纵向拓展（Scale-up）渗透，预计 2030 年 Scale-up 应用占比将达 21%。

图表3：光模块市场应用重心从电信侧移向数通侧



资料来源：LightCounting，中际旭创公告，华泰研究

图表4：Scale-out 与 Scale-up 示意图



资料来源：Ciena，华泰研究

从 Scale-out 到 Scale-across，光模块在中长距离互联领域具有不可替代性。AI 数据中心高速连接领域有两种解决方案，即光连接与铜连接。而铜连接在高速率场景下信号衰减较快，仅能在短距离内使用；以目前较先进的单通道 224Gbps 的铜缆为例，根据 OIF 报告其使用半径仅 1 米。但光连接在长距离传输中信号衰减较少，在以 Scale-out 为代表的米级以上的中长距离互联场景具有不可替代性。而英伟达于 2025 年 8 月更是提出跨区域扩展（Scale-across）概念，拟基于其 Spectrum-XGS 以太网将不同城市、国家乃至大洲的数据中心组合成庞大的十亿瓦级的 AI 超级工厂，这一技术需要基于 CPO 等光连接方案。随未来 AI 算力规模化建设，光模块应用场景有望进一步扩张。

光模块在 **Scale-up** 领域有望打破铜连接垄断，实现渗透率逐步提升。此前由于铜连接成本、平均无故障时长、平均功耗层面均对比光连接有数量级优势，因此可以在短距传输的 **Scale-up** 领域广泛应用，例如英伟达 NVL36/NVL72 等互联技术均采用铜互连方案。但目前 1) 一方面随着 AI 数据中心的快速发展，单节点内集成的 GPU 数量不断增加，对传输距离和带宽的要求越来越高，传统的铜缆连接已接近瓶颈；2) 另一方面 CPO 等新技术使光连接的功耗、可靠性、成本、带宽等指标进一步优化，使其在节点内部应用成为可能。英伟达在 3 月举行的 GTC 2026 大会上发布 Vera Rubin NVL576 与 Rosa Feynman NVL1152 两款多机架系统，将采用铜互联+光互联混合方案，使光模块在 **Scale-up** 领域实现应用。

图表5：铜连接与光连接核心指标对比

	铜连接	光连接
平均售价	1X	3X~4X
平均无故障时长	50000万小时	数千万小时
平均功耗	~0.1W	~2W
传输距离与信号衰减	速率越高，信号衰减程度越大，传输距离限制越近。单通道56/112/224Gbps的铜缆分别对应3/2/1m的传输距离。	信号衰减较小，可实现数百公里里的信号传输。

资料来源：ODCC《下一代数据中心高速铜缆白皮书》(2020)，FS 官网，51CTO，武汉睿连官网，OIF，华泰研究

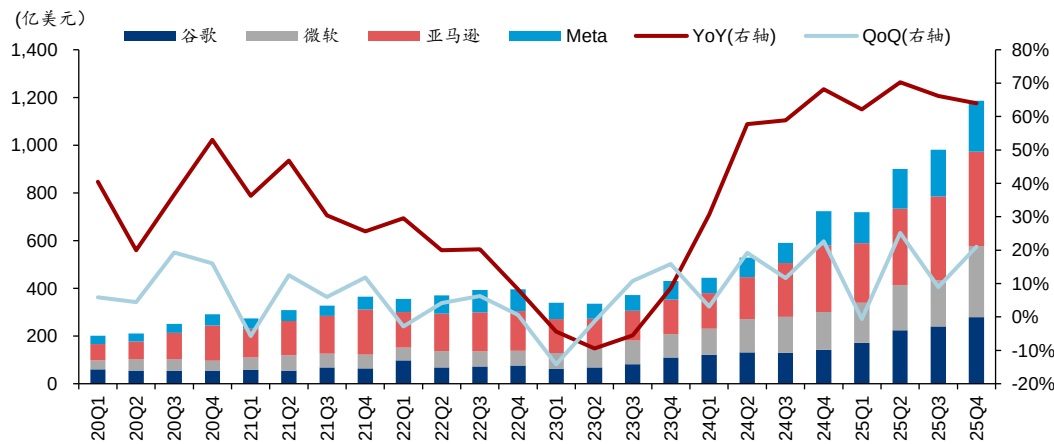
图表6：英伟达在 GTC 2026 上宣布在 Scale-up 中引入光连接



资料来源：英伟达官网，华泰研究

AI 算力投资规模不断扩大，推动光模块需求扩张。为满足推理与训练算力需求的快速增长，海内外 CSP 厂商正在持续加大资本开支投入，2024 年以来行业整体资本开支维持快速上行趋势。其中北美四大云厂商谷歌、微软、亚马逊、Meta 在 25Q4 单季度合计资本开支高达 1,186.32 亿美元，同比增长 64%。而根据 5 月 6 日 TrendForce 的预期，2026 年包括谷歌、微软、亚马逊、Meta、Oracle、字节、腾讯、阿里、百度的全球 9 大 CSP 合计资本支出将达约 8,300 亿美元，同比增长 79%，资本开支高增趋势有望延续。在此背景下，AI 算力规模的持续扩张将显著提升数据中心内部及跨数据中心的网络带宽需求，推动高速光互联基础设施加速建设，进而带动光模块需求同步增长。

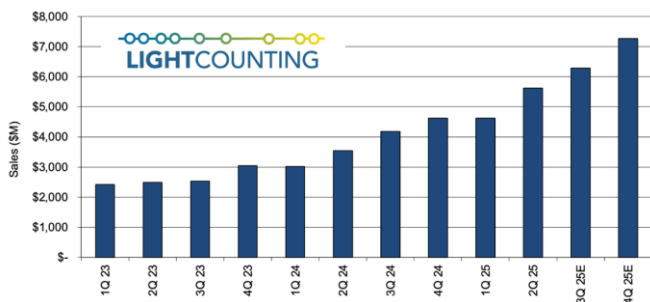
图表7：24 年来全球四大云服务商资本支出迅速增长



资料来源：Wind，华泰研究

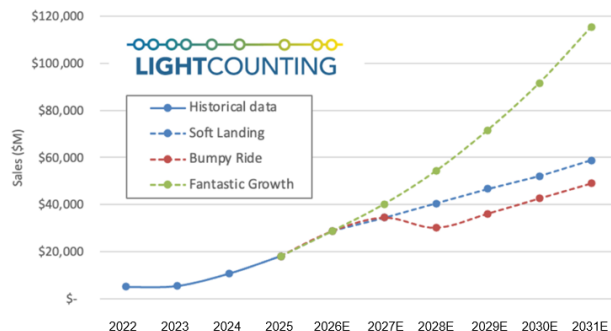
AI 发展驱动下光模块市场高速增长，LightCounting 预计 2031 年全球市场规模将近 600 亿美元。根据 LightCounting 统计，全球光模块季度销售额基本与 CSP 厂商 Capex 支出增长趋势保持一致，从 2024 年开始加速成长。2025 年全球光模块及相关产品（含 AOC 等）整体市场规模达 238 亿美元，同比增长 55%；其中光模块单一产品市场规模接近 180 亿美元，同比增长约 70%，且 2026 年预计仍将保持 60% 的高速增长。根据 LightCounting 在 3 月的估计，在中性预期下，2031 年全球光模块（含 CPO/NPO）市场规模将接近 600 亿美元，对应 2025-31 年的 CAGR 近 17%。

图表8：全球光模块季度销售额变动与云服务商资本支出同步



资料来源：LightCounting，华泰研究

图表9：中性预期下全球光模块 2031 年销售额将接近 600 亿美元



资料来源：LightCounting，华泰研究

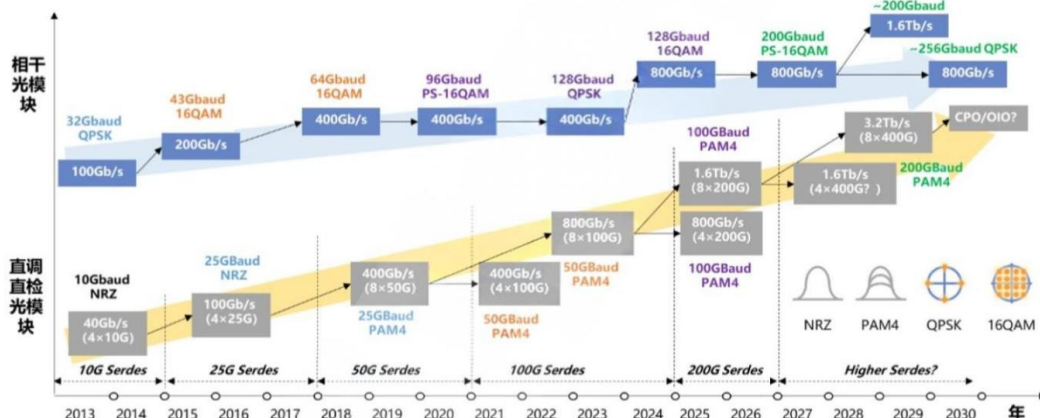
AI 驱动光模块技术升级，迭代周期不断加速

AI 应用对光模块性能提出较高要求，驱动光模块技术快速发展。一方面，大模型的训练与推理需要高性能计算支撑，单一计算设备已无法满足持续增长的算力需求，由此催生的分布式架构通过多个节点并行训练，不同节点之间需频繁同步模型参数，对光连接性能提出大带宽、低时延、无丢包等更高挑战。另一方面，数据/智算中心内部网络架构趋向扁平化，连接密度及交换容量大幅增长；驱动光连接技术持续向高速率、大容量、高可靠、低能耗、低时延、智能化等方向快速发展。具体技术迭代方向包括：

（1）高速率光模块

速率升级为光模块技术升级最直接的表征，迭代周期进一步缩短。从速率来看，应用于数据中心的光模块早期约 3~4 年更新一代，完成单通道速率从 10G 到 100G 的四代升级。而当前在 AI 影响下光模块迭代周期进一步缩短至 2 年左右，2025 年开始光模块已迈入 200G/通道时代。目前，800G 光模块已成为全球范围内数据中心领域的主流产品，1.6T 光模块也进入商业化放量阶段。至 2027~28 年后有望实现单通道 400G 的传输速率，进而可实现 3.2T 光模块的商业化应用。

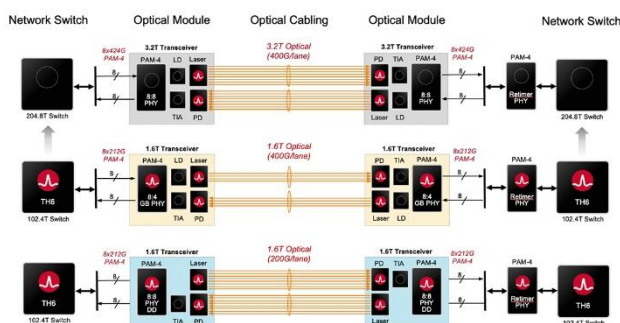
图表10：AI 驱动下光模块迭代速度加快



资料来源：中国信息通信研究院《信息光子技术发展与应用研究报告（2024 年）》，华泰研究

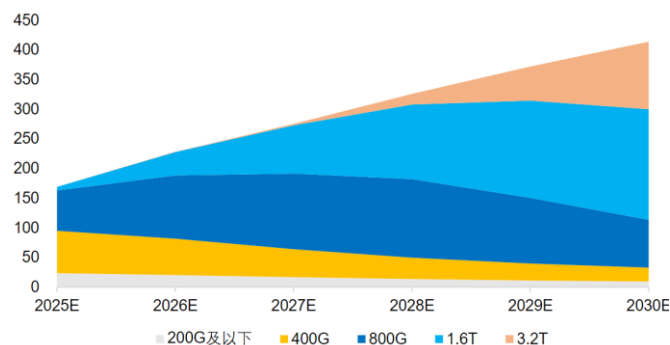
1.6T 光模块有望从 2026 年起逐步起量，速率向 3.2T 升级的进程已经开始。博通在 3 月的 OFC 2026 展会上发布业界首款 400G/通道光数字信号处理(DSP)芯片 Taurus BCM83640；短期内可应用于 1.6T 光模块的升级，此外还为 3.2T 光模块应用奠定基础，预计 2027~28 年后可应用于 3.2T 光模块的商业化验证。未来三年内 800G 和 1.6T 等高速光模块的需求将占据市场主导地位，3.2T 光模块有望从 2028 年起逐步起量。根据 Lightcounting 预测，2026 年 800G 和 1.6T 光模块将迎来快速放量，合计市场规模有望达到 146 亿美元，占整体光模块市场规模的约 64%。

图表11：博通发布 400G/通道 DSP 芯片



资料来源：博通官网，华泰研究

图表12：2026 年 800G 以上光模块预计占全球市场的 64%（亿美元）

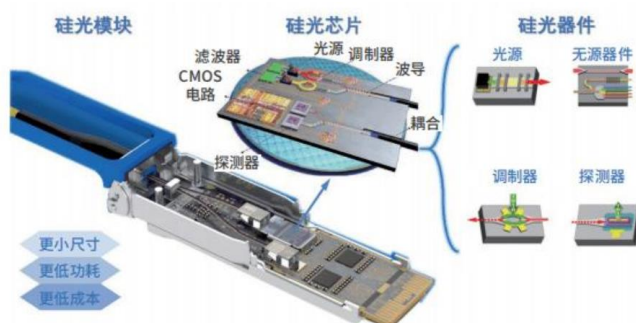


资料来源：LightCounting，中际旭创公告，华泰研究

（2）硅光（SiPh）

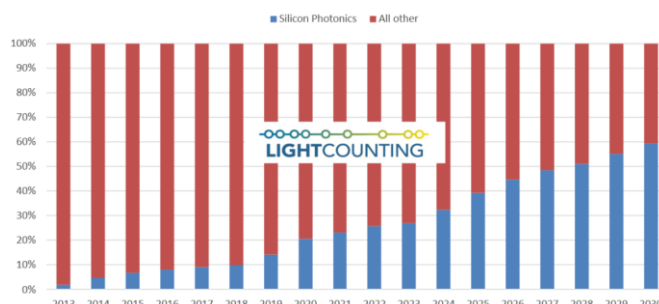
硅光技术助力光模块降本降耗，在 CPO 等技术应用推动下市场份额逐步提升。传统光模块需将多个分立的光器件分别制造后组装、集成度较低（结构图如图表 13 所示），导致连接中存在信号衰减及功耗较高的问题；且传统光芯片材料多为 III-V 族半导体（GaAs、InP 等）成本较高。而硅光技术可利用现有 CMOS 工艺将探测器、调制器及无源光器件等封装在一个硅光芯片上，而后再与激光器、电芯片集成至硅光模块上。由于硅光方案集成度高可有效降低功耗、且主要使用硅和硅基衬底材料可实现降本，未来有望成为光模块领域主流方案。根据 LightCounting 于 2025 年 5 月的预测，硅光市场份额有望逐步从 2024 年的 33% 增长至 2030 年的近 60%；而其于 2025 年 11 月的最新预测更是表明，随 CPO 开发应用进程加速，硅光市场份额在 2026 年就有望超过 50%，其渗透速度的预期进一步上调。

图表13：硅光技术助力光模块降本降耗



资料来源：中际旭创公告，英特尔，华泰研究

图表14：2030 年硅光市场份额接近 60%（2025 年 5 月预测）

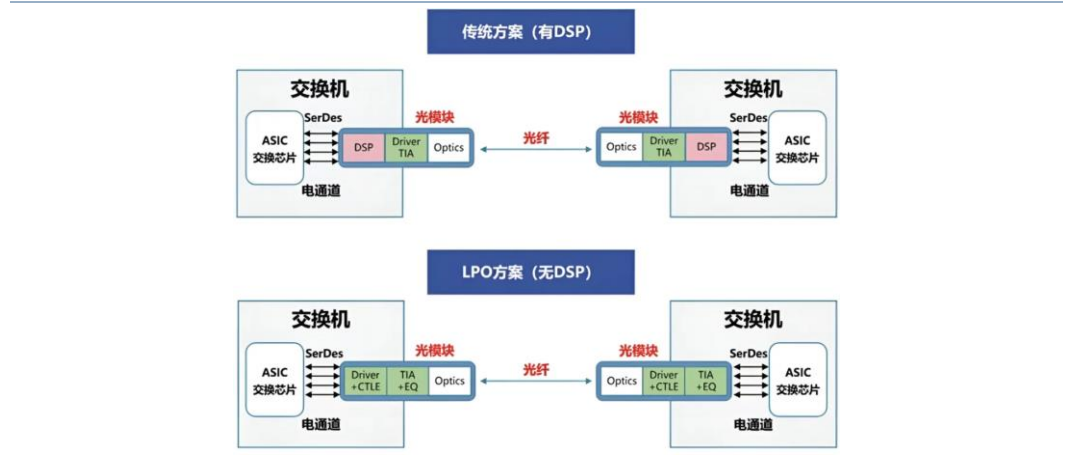


资料来源：LightCounting，华泰研究

（3）线性驱动可插拔光模块（LPO）

LPO 在传统可插拔光模块基础上减少 DSP 芯片，以实现降功耗、降延迟。LPO 去除传统的 DSP/CDR 芯片，仅留下驱动芯片和跨阻放大器（TIA），并分别集成 CTLE（连续时间线性均衡）和 EQ（均衡）功能，可在牺牲一定的系统误码率和传输距离的前提下，实现系统降功耗、降延迟的优势。根据 Macom 的数据，具有 DSP 功能的 800G 多模光模块的功耗可超过 13W，而利用 MACOM PURE DRIVE 技术的 800G 多模光模块功耗低于 4W。随 LPO 技术及行业标准的进一步成熟，其有望应用于数据中心机柜内服务器到交换机的连接及机柜互联等短距离应用场景。

图表15： LPO 方案与传统方案的区别

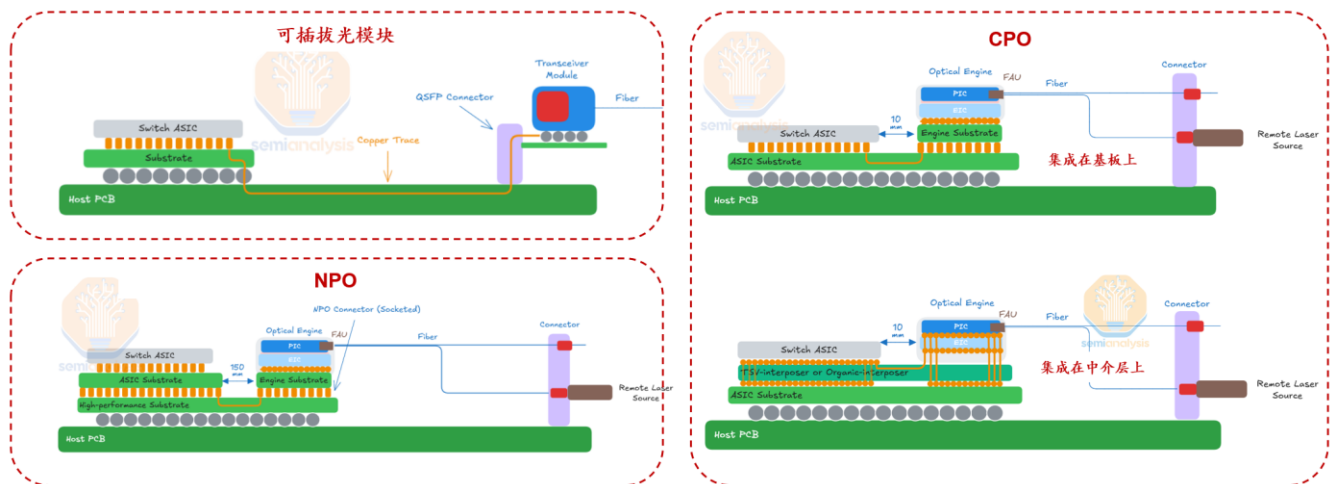


资料来源：中际旭创公告，华泰研究

(4) 近封装光学技术 (NPO) / 共封装光学技术 (CPO)

突破传统可插拔光模块框架，NPO/CPO 技术实现进一步降低成本/功耗。在传统可插拔光模块中，交换 ASIC 芯片的电信号需在 PCB 基板上经由 15~30cm 的较长铜线才能传输至光模块上，且需经过多个过渡节点，导致电信号衰减，需要大功率的 SerDes 驱动。为了改善这一现象，NPO/CPO 应运而生，以缩短电信号的传播距离。**CPO：**将交换 ASIC 芯片和硅光引擎（光学器件）在同一高速主板上协同封装（短期内可集成在 ASIC 基板上，远期可一同集成在中介层上），可将电信号传输距离降低至 10mm 量级，显著降低功耗、减少尺寸并提高效率。**NPO：**为 CPO 前的过渡，硅光引擎不直接安装在 ASIC 基板上，而是与另一个基板共封，硅光引擎依旧可插拔，为集成度较低的过渡形态。

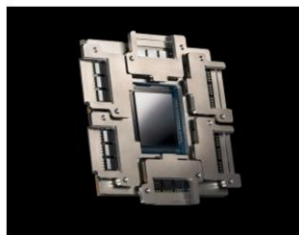
图表16： NPO/CPO 与传统可插拔光模块架构对比



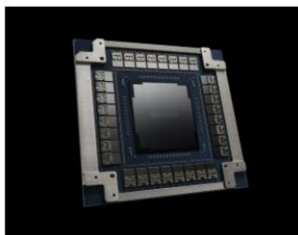
资料来源：SemiAnalysis，华泰研究

头部企业密切跟进 CPO 技术，预计 2028 年起有望初步放量。全球头部企业密切跟进 CPO 技术，1) 英伟达于 2025 年 3 月的 GTC 大会上推出基于 InfiniBand 的 Quantum-X 和基于以太网的 Spectrum-X 两大 CPO 硅光产品，并于 25H2/26H2 分别上市。其性能对比可插拔光模块有较大提升，英伟达认为 CPO 对于实现未来百万级 GPU AI 工厂的大规模部署至关重要。2) 博通于 2025 年 10 月开始发售第三代采用 CPO 的以太网交换芯片 Tomahawk 6-Davisson，其每通道带宽达 200G，并正在研发每通道带宽达 400G 的第四代 CPO 方案。Meta 也于 25 年 9 月发布其基于博通第二代 CPO 产品的超百万小时验证结果，显示其可靠性较高，且功耗对比传统可插拔方案降低 65%。全球头部企业的密切跟进有望加速 CPO 商业化及行业标准形成的进程，根据 LightCounting 在 25 年底的预测，2028 年或成 CPO 放量元年，预计至 2030 年 CPO 市场规模将达 100 亿美元、年出货量超 1 亿个端口。

图表17：英伟达发布两款 CPO 产品



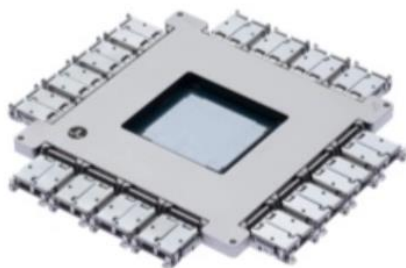
英伟达Quantum-X
InfiniBand硅光技术



英伟达Spectrum-X
以太网硅光技术

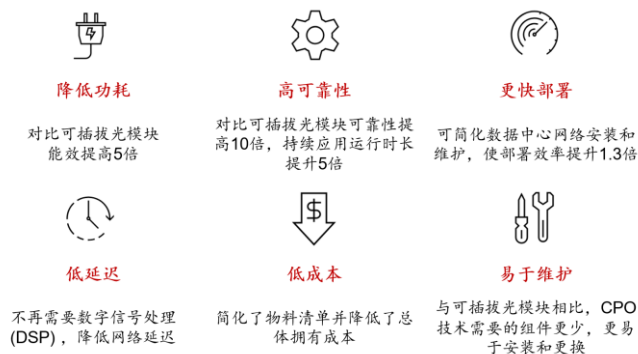
资料来源：英伟达官网，华泰研究

图表19：博通发布第三代 CPO 交换芯片 Tomahawk 6-Davisson



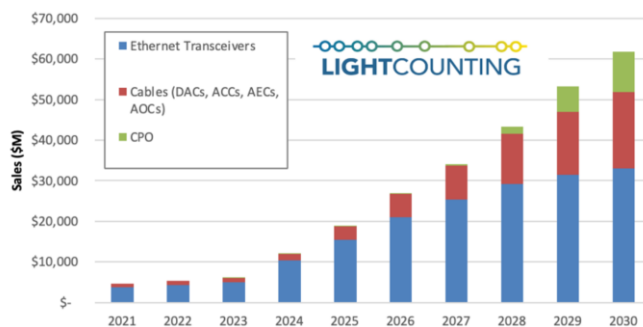
资料来源：博通官网，华泰研究

图表18：英伟达 CPO 产品性能对比可插拔光模块有较大提升



资料来源：英伟达官网，华泰研究

图表20：2028 年或成 CPO 放量元年



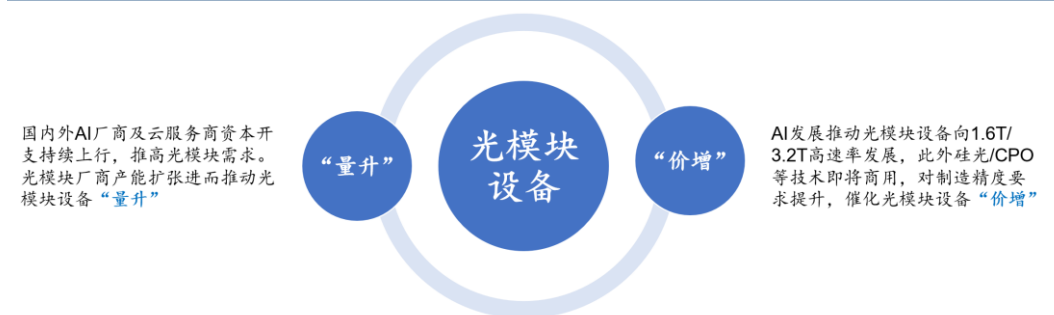
资料来源：LightCounting，华泰研究

光模块设备或迎量升价增，高端产品国产替代空间大

下游厂商资本开支旺盛，有望带动设备量价齐升

光模块设备行业未来有望同时实现“量升”与“价增”。一方面，随着 AI 算力需求持续增长，国内外 AI 厂商及云厂商资本开支持续上行，推动光模块需求逐步抬升。在此背景下，光模块厂商通过新增产能及产线升级提升供给能力，从而带动光模块设备需求增长，实现“量升”。另一方面，随着 AI 应用不断深化，光模块正向 1.6T、3.2T 等更高速率演进，同时硅光、CPO 等新技术加速导入，对封装、耦合及整体制造精度提出更高要求，推动设备向高精度、高自动化方向升级，提升设备价值量，从而驱动“价增”。整体来看，在下游需求扩张与技术迭代共振下，光模块设备行业有望迎来量价齐升。且由于此前光模块行业自动化水平整体偏低，光模块设备行业当前位于放量元年，市场空间有望持续拓宽。

图表21：光模块设备有望实现量价齐升



资料来源：华泰研究

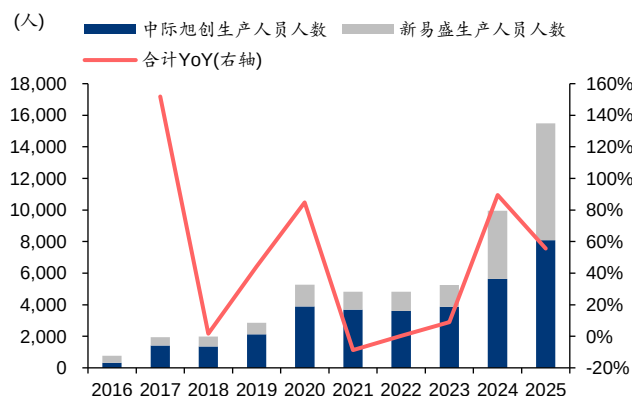
光模块制造自动化程度有望进一步提升。早期光模块生产以手工或半自动化为主，工艺环节依赖大量人工操作，整体自动化水平偏低。以光模块龙头中际旭创及新易盛为例，过去几轮扩产常伴随生产人员数量的快速增长，两公司生产人员数量分别从 2016 年的 323/450 人快速增长至 2025 年的 8,090/7,400 人，其中 2023~25 年合计平均增速高达 71.7%。但在未来随着 3.2T/硅光/CPO 等技术加速演进，产品复杂度和制造精度要求显著提升，传统依赖人工的生产模式已难以匹配一致性良率要求。行业扩产有望不仅仅是堆叠人力，而是推进自动化设备的引入及渗透率提升，设备端需求有望持续受益。

图表22：传统光模块制造环节大量依赖人工



资料来源：永鼎光通官网，华泰研究

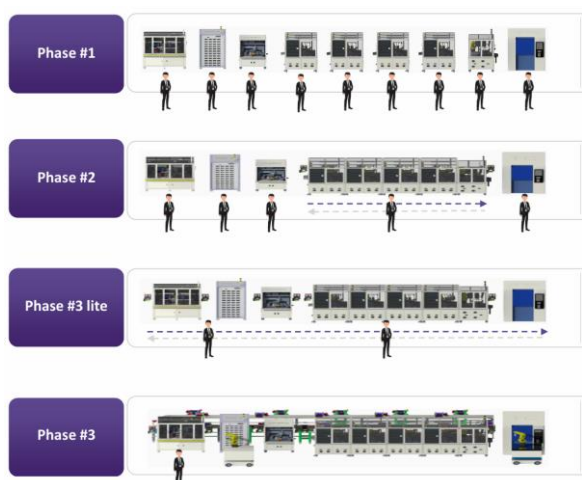
图表23：光模块龙头生产人员人数不断增长



资料来源：Wind，华泰研究

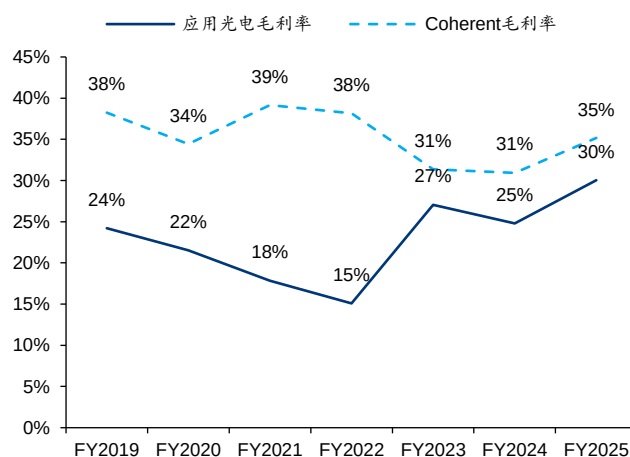
海外部分光模块厂商已布局自动化产线数年，有效提升产能弹性、降低劳动力依赖度。以应用光电（AAOI）为例，其自 2016 年起持续推进的自动化生产改造，通过上下料、关键设备的全自动化，实现劳动工时减少 90% 以上、制造周期缩短 35% 以上、800G 缺陷率 < 50 DPPM。此外自动化还有助于快速的产能扩张，AAOI 希望将公司 800G/1.6T 光模块产能从 2025 年底的 9 万只/月在 2026 年底提升至 50 万只/月，主要动力为中国台湾工厂的扩产及德州新工厂项目，其中后者为自动化产线，仅需 500 名自动化编程人员。随公司自动化改造逐步体现规模效应、高端产能的快速释放，公司毛利率从 2022 年的 15% 触底反弹，达到 2025 年的 30%，与行业龙头 Coherent 接近。自动化已成为光模块企业实现大规模扩产与精益生产的重要路径，未来更多厂商、尤其是劳动力成本较高的海外厂商有望加速跟进自动化升级进程，以提升产能弹性、降低劳动力依赖度。

图表24：应用光电从 2016 年起开始自动化改造路线图



资料来源：应用光电官网，华泰研究

图表25：应用光电毛利率触底反弹

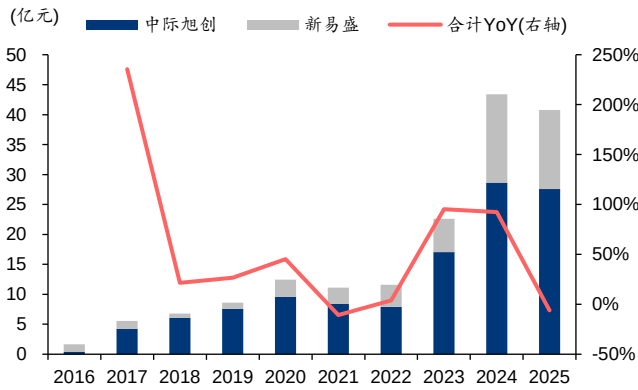


资料来源：Wind，华泰研究

国内外光模块龙头厂商资本开支整体呈现快速上行态势，上游设备需求或将随之增长。全球三大光模块厂商 Capex 逐步增长，其中国内中际旭创与新易盛资本开支由 2023 年开始加速增长，分别由 2016 年的 0.35/1.31 亿元大幅提升至 2025 年的 27.60/13.20 亿元，连续两年保持高位。海外龙头 Coherent 资本开支也稳步增长，2025 年达 5.01 亿美元，同比增长 28%。以中际旭创为例，公司资本开支主要服务于产能建设需求，固定资产原值增加额中机器设备占比长期保持在 70~90% 左右，仅 2021/24 年房屋建筑物购买或转固较多；而 2025 年末中际旭创在建工程余额中近 7 成为待安装机器设备。表明机器设备已成为光模块企业资本开支最重要一环，上游设备需求或将随之增长。

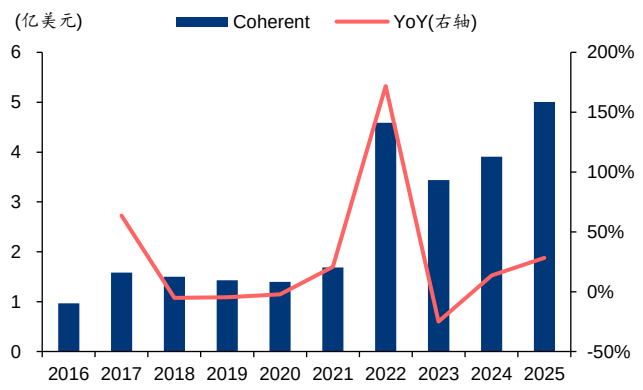
从单季度表现来看，中际旭创与新易盛的 Capex 自 25Q1 起持续逐季提升，至 26Q1 分别达到 19.29 亿元和 6.31 亿元，两者合计同比/环比增长 333%/64%，26Q1 单季度投入规模已接近 25 年全年水平的一半。与此同时，Coherent 亦于 26Q1 显著加大资本开支力度，单季度 Capex 达 2.90 亿美元，同比/环比分别增长 159%/89%，整体投入强度显著提升。头部企业资本开支的持续提升不仅反映出行业高景气与需求确定性，也将直接利好光模块设备行业，有望推动设备订单释放与技术升级同步加速。

图表26：中际旭创与新易盛资本开支快速上行



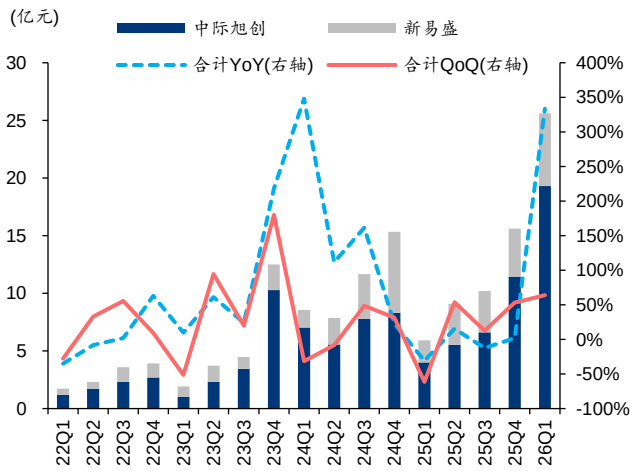
资料来源：Wind，华泰研究

图表27：Coherent 资本开支稳步增长



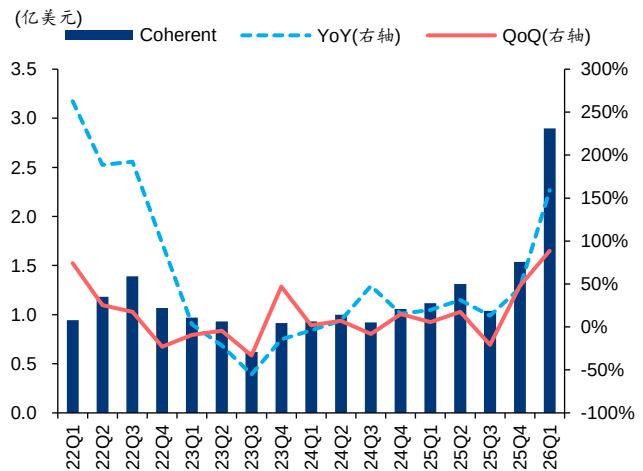
资料来源：Wind，华泰研究

图表28：中际旭创与新易盛 26Q1 Capex 分别达 19.29/6.31 亿元



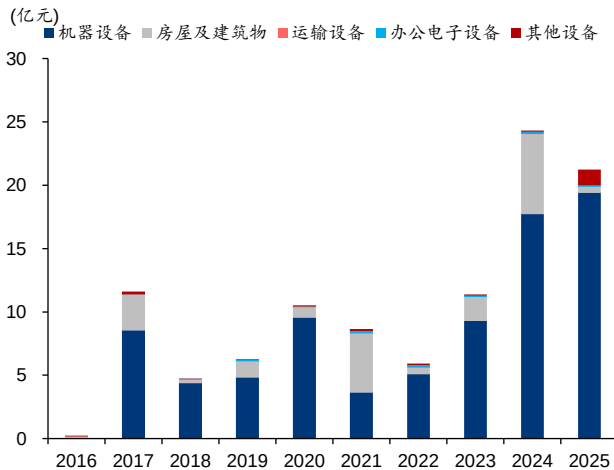
资料来源：Wind，华泰研究

图表29：Coherent 26Q1 资本开支达 2.90 亿美元



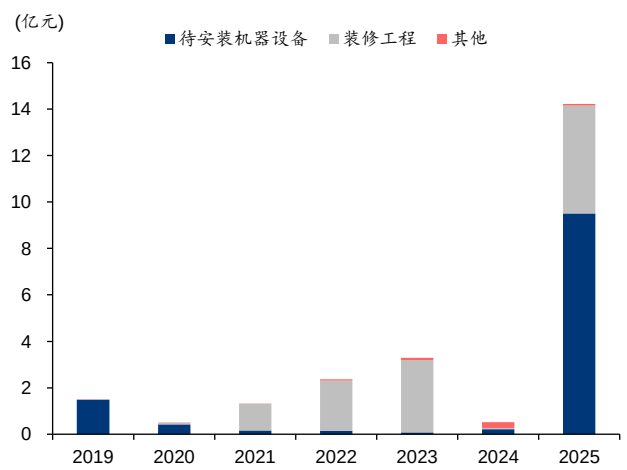
资料来源：Wind，华泰研究

图表30：中际旭创大部分年份固定资产原值增加主要来自于设备



资料来源：Wind，华泰研究

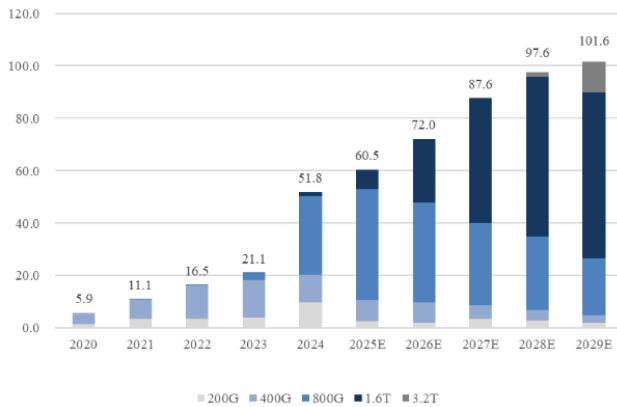
图表31：中际旭创 2025 年在建工程中近 7 成为待安装机器设备



资料来源：Wind，华泰研究

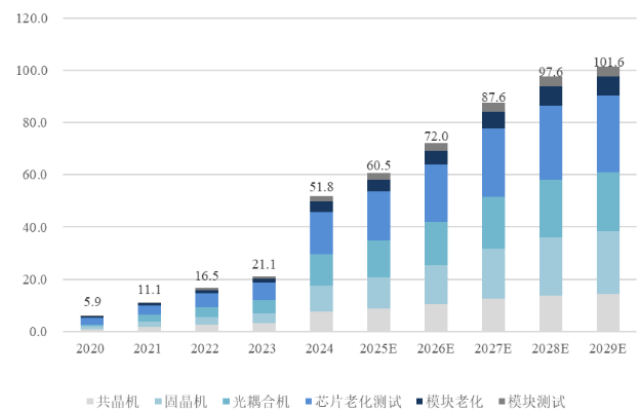
全球高速率光模块封测设备市场规模稳步增长，预计 2029 年将达到 101.6 亿元。根据 Frost & Sullivan 数据，在 800G 光模块逐步放量助推下，2024 年全球光模块设备市场规模达 51.8 亿元，同比增长约 145%。而未来随技术持续迭代升级与下游应用需求不断扩张的双重驱动，光模块设备市场有望稳步增长，据预测至 2029 年市场规模将达 101.6 亿元，对应 2025~29 年 CAGR 约 13.8%，实现稳健增长。

图表32：全球光模块封测设备市场规模稳步增长（亿人民币）



资料来源：猎奇智能招股说明书，Frost & Sullivan，华泰研究

图表33：全球光模块封测设备按设备种类拆分的市场规模（亿人民币）

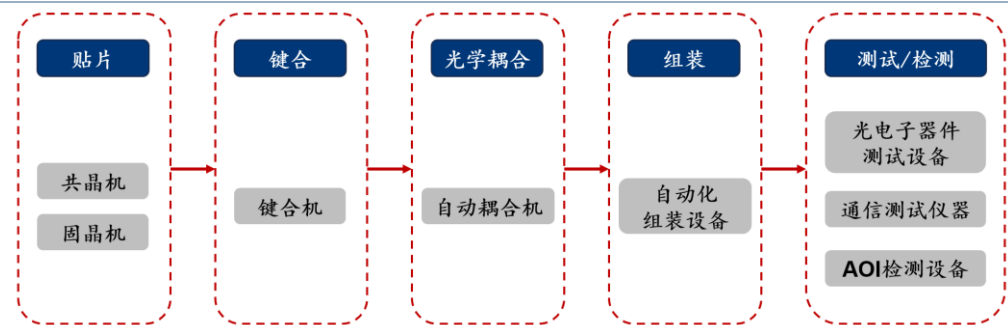


资料来源：猎奇智能招股说明书，Frost & Sullivan，华泰研究

传统光模块制造流程包括贴片、引线键合、光学耦合、组装、测试五大工艺流程。光模块封测过程的步骤繁多，工艺较为复杂，主要包括贴片（包括共晶机、固晶机等）、键合（键合机）、光学耦合（自动耦合机）、组装（自动化组装设备）以及测试/检测（包括光电子器件测试设备、通信测试仪器、AOI 检测设备等）五大环节。根据思瀚产业研究院数据，当前典型场景下贴片、键合、耦合、组装、测试检测五大环节，价值量分别约20%/1%/40%/12%/27%。

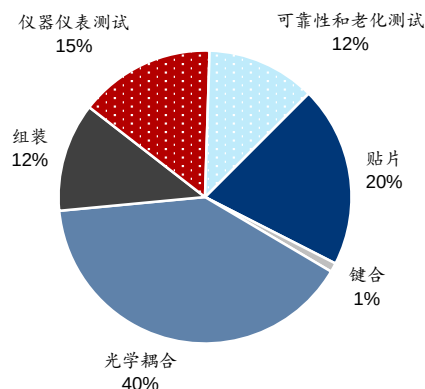
随着光模块速率进一步提升至 1.6T 及以上，对精度要求较高的光学耦合及测试环节价值量有望持续抬升，成为设备端最受益的方向。而 CPO 技术路线引入后，键合、耦合、测试环节因设备形态和工艺复杂度发生变化，价值量提升更为显著；但键合环节由于当前价值量基数较低，整体贡献有限。因此我们重点关注耦合与测试环节设备迭代进程。

图表34：光模块制造流程及对应设备



资料来源：猎奇智能招股说明书，联讯仪器招股说明书，华泰研究

图表35：当前典型场景下光模块设备价值量拆分



资料来源：思瀚产业研究院，华泰研究

图表36：光模块技术迭代对相关设备环节价值量的影响

设备环节	光模块速率提升对设备价值量影响	CPO 路线对设备价值量影响	基本逻辑
贴片	+	++	速率提升/硅光应用要求更高精度，且高精度下节拍下降带来单位价值量抬升。
键合	=	+++	CPO 可能增加倒装/混合键合新增需求，显著提升相关设备价值量，但其价值量基数在当前可插拔场景下较低。
光学耦合	++	+++	核心高价值环节，精度要求达到亚微米级，中际旭创投资者关系活动记录披露硅光对耦合设备要求更高。
组装	+	++	随光模块精度提升，传统人工/半自动化产线难以满足精度/生产节拍需要，自动化组装线需求提升。
测试	+++	+++	每代光模块升级均要求相关通信测试仪器产生对应带宽/速率升级，且 CPO 引入将测试场景进一步拓展至晶圆等。

注：=、+、++、+++分别代表价值量基本持平、小幅增加、中幅增加及大幅增加

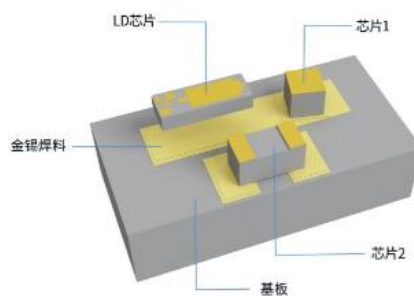
资料来源：中际旭创公告，猎奇智能招股说明书，联讯仪器招股说明书，BESI，华泰研究

贴片设备：光芯片贴片精度要求高，需要核心 Know-How

贴片主要目的为将元器件固定在基板等载体上，分为共晶/固晶两大路线。贴片工艺是光模块封装测试中的关键制程，主要用于将激光器驱动芯片、激光器芯片及探测器芯片等光电器件高精度固定于载体（如 PCB、陶瓷基板）上，其工艺水平直接影响器件的运行稳定性与长期可靠性。从技术路径看，贴片工艺主要分为共晶贴片与固晶贴片两类，分别对应不同的性能与应用场景：

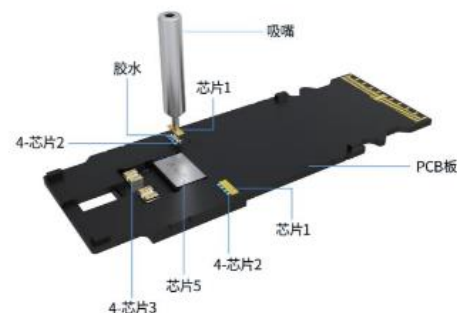
- **共晶贴片**：通过 AuSn 等低熔点合金材料，在高温及加压条件下实现芯片与基板的共金结合，具备优异的导热性与结构稳定性，适用于激光器及高功率器件等对散热与可靠性要求较高的场景。但该工艺对温度曲线与压力参数控制要求较高，制程复杂度与成本相对更高。
- **固晶贴片**：采用导电银胶完成芯片与基板的粘接，具备工艺成熟、效率高及适配性强等特点，且由于温度敏感性更低，适应热敏感元件的贴片。固晶贴片被广泛应用于电芯片及 PD 等标准化、大规模生产场景。

图表37：共晶贴片工艺



资料来源：猎奇智能招股说明书，华泰研究

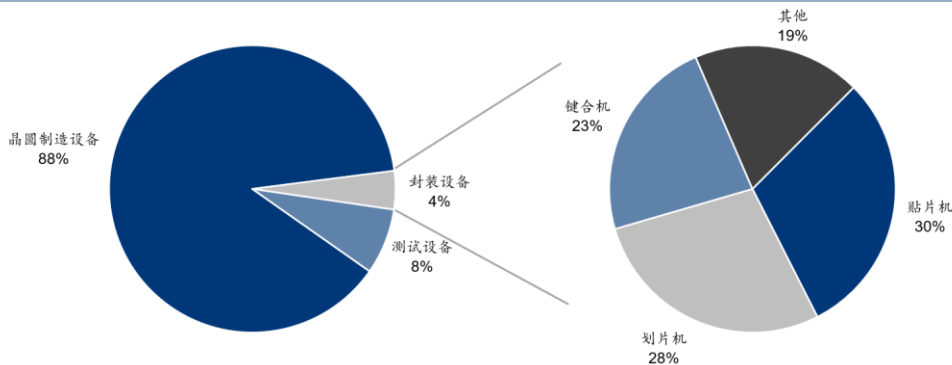
图表38：固晶贴片工艺



资料来源：猎奇智能招股说明书，华泰研究

贴片机为半导体典型设备之一，但从集成电路切入光器件领域存在一定 Know-How 壁垒。贴片机是半导体封装环节的典型核心设备之一，价值量约占半导体封装设备总价值的 30%，被广泛应用于集成电路、分立器件及光电器件等领域，主要承担芯片拾取、搬运及高精度贴装等功能。但从传统集成电路封装切入光器件领域仍存在较高 Know-How 壁垒。相较 IC 封装，光器件贴装不仅涉及电连接，还需要兼顾光路耦合，对光电协同能力要求更高，同时共晶贴装场景更多，光芯片对贴装精度、温度及压力控制亦更为敏感。此外，光器件下游客户验证周期普遍较长、切换成本较高，而不同应用场景间在工艺控制、设备调校及生产经验上亦存在较强跨行业 Know-How 壁垒。

图表39：贴片机约占半导体封装设备价值量的 30%



资料来源：SEMI，华泰研究

图表40：光模块封测设备与半导体封测设备存在 Know-How 差异

维度	半导体封测	光模块封测
核心技术原理	电学	光电协同
精度要求	10-25um（除先进封装）	光芯片 3-5um；电芯片 10-15um，精度要求更高
贴装物料类型	电芯片	光芯片、电芯片、无源器件等
贴装工艺	热固化胶	热固化胶/光固化胶/共晶
芯片数量	单芯片为主	多芯片为主
温度要求	常温或恒温，无特殊要求	共晶键合脉冲式加热，需精准控温
压力要求	压力范围宽泛且不敏感，30-300g	压力范围较小且敏感，10-200g，光芯片材料特殊，需精准控制力度
光电耦合	不涉及	核心工艺，不可或缺
测试指标	电性能，电流、电压、阻值等	阈值电流（Ith）、扭折点（Kink）、光功率、波长等

资料来源：猎奇智能问询函回复，华泰研究

随光模块速率不断提升，对贴片设备精度提出更高要求。在光模块封装环节，贴片设备精度要求与光模块传输速率密切相关。随着光模块向 800G、1.6T 等高速率升级，通道密度提升、封装结构复杂化，对贴装精度要求亦持续提高。不同组件间精度要求存在明显差异，其中光芯片作为光信号收发核心器件，其贴装精度直接影响后续光耦合效率及信号传输稳定性，是封装流程中精度要求最高的环节。根据 Frost & Sullivan 数据，目前 800G 以上高端光模块内部核心光芯片贴装精度通常需控制在 $\pm 3\mu\text{m}$ 以内，以为后续耦合工艺预留稳定的对准空间；相比之下，电芯片精度要求一般为 $\pm 10\mu\text{m}$ ，而电阻、电容等被动元件对精度敏感度相对较低。

图表41：光模块速率不断提升对贴片设备精度提出更高要求

光模块速率	光芯片	电芯片	其他元件
400G	$\pm 5\mu\text{m}$	$\pm 10\mu\text{m}$	$\pm 15\mu\text{m}-\pm 35\mu\text{m}$
800G	$\pm 3\mu\text{m}$	$\pm 10\mu\text{m}$	$\pm 15\mu\text{m}-\pm 35\mu\text{m}$
1.6T	$\pm 3\mu\text{m}$	$\pm 10\mu\text{m}$	$\pm 15\mu\text{m}-\pm 35\mu\text{m}$

资料来源：猎奇智能招股说明书，Frost & Sullivan，华泰研究

国内贴片机龙头企业产品性能已实现全球领先。目前国内光模块贴片设备厂商技术水平已快速提升，以猎奇智能、微见智能为代表的本土龙头企业，在加工精度、工艺及兼容性等核心指标上已基本平齐 MRSI、ASMPT、BESI 等国际龙头水平。相关设备贴装精度已可实现 $\pm 3\mu\text{m}$ 量级，能够满足 800G 及 1.6T 高速光模块对核心光芯片贴装的高精度要求，整体产品竞争力持续增强。

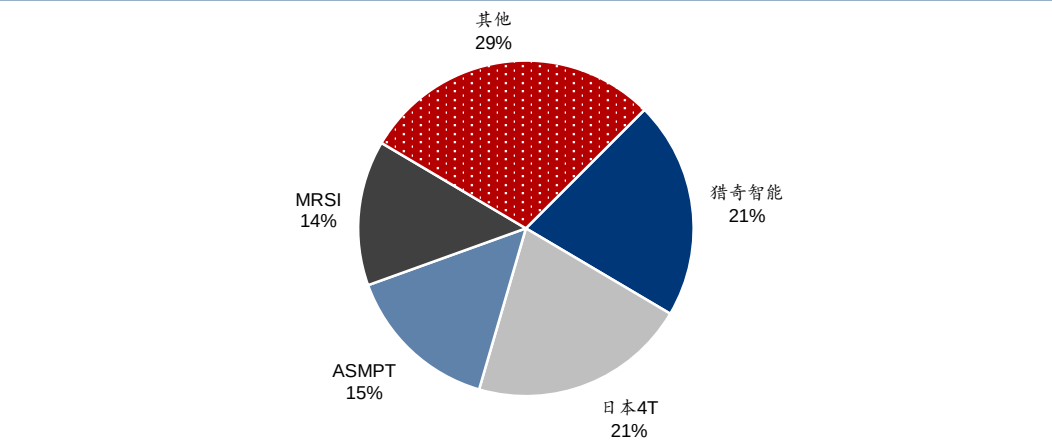
图表42：贴片设备龙头企业核心产品性能

共晶贴片设备				
关键指标参数		猎奇智能 EB3300	MRSI HVM3	微见智能 MV-15H-M
精度	设备精度	±1μm	±1.5μm	±1.5μm
	加工精度	±3μm	未披露	±3μm
	芯片旋转	±0.02°	未披露	0.02°
工艺及兼容性	焊台升降速率	100°/S（升温）60°/S（降温）	未披露	50°/S（升温）
	贴片工艺	支持固晶、共晶、倒装	支持固晶、共晶、倒装	支持共晶
固晶贴片设备				
关键指标参数		猎奇智能 VADB30P	ASMPT Photon Pro	微见智能 MV-50A
精度	设备精度	±1.5μm	未披露	未披露
	加工精度	±3μm	±3μm	±5μm
	芯片旋转	±0.1°	±0.1°	未披露

资料来源：猎奇智能招股说明书，华泰研究

近年来国内光模块贴片设备厂商竞争力持续提升。根据 Frost & Sullivan 数据，2024 年猎奇智能在全球光模块贴片设备市场的份额达到 21%（按设备数量口径统计），排名并列全球第一，已成长为行业龙头企业。与此同时，ASMPT、MRSI 等传统半导体封装设备厂商，凭借半导体底层技术复用及成熟产品先发优势，目前亦在光模块固晶贴片领域占据较高市场份额，分别占市场数量的 15%/14%。根据猎奇智能 2026 年 4 月发布的审核问询函回复，目前我国在中低精度固晶贴片设备的国产化率可达到 70%~80%左右，但在高精度固晶/共晶贴片设备领域国产化率仅 20%/50%。随着国内厂商在产品性能及客户验证方面持续突破，国产化替代进程有望进一步加速，海外厂商市场份额预计有望逐步下降。

图表43：2024 年猎奇智能占光模块贴片设备市场份额 21%（数量口径）

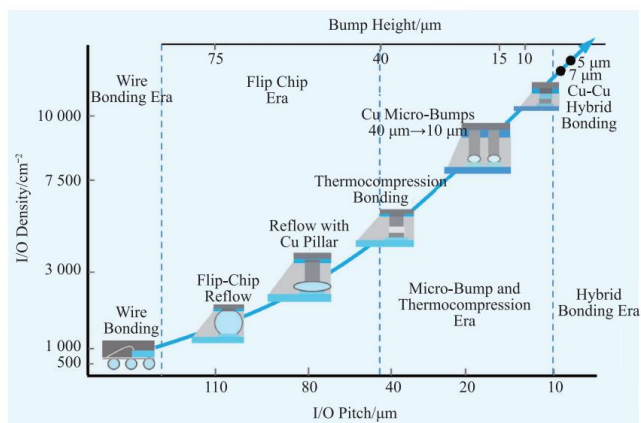


资料来源：猎奇智能招股说明书，Frost & Sullivan，华泰研究

键合设备：CPO 引入有望推动设备升级为倒装/混合键合

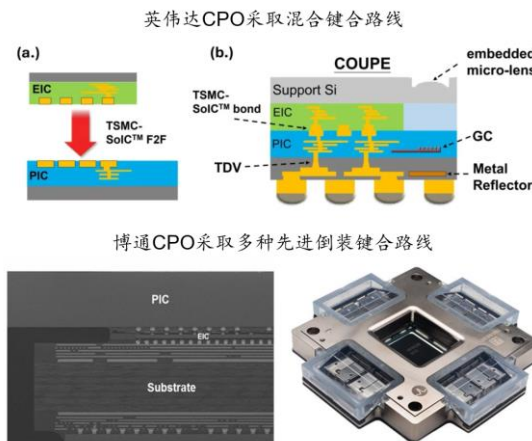
随光模块逐步迈入 CPO 时代，键合设备有望从引线键合升级为倒装/混合键合。传统光模块键合主要采用引线键合方式，即在芯片贴装完成后，通过金属引线将芯片压焊点与 PCB 焊盘连接，形成电气互连，业内通常称为“打线”。该方案工艺成熟、成本较低，但在互连密度、传输距离及高速信号完整性方面存在一定限制。相比之下，其他半导体领域的先进封装早已逐步向倒装焊（Flip Chip）、热压键合（TC Bonding）、微凸块（Micro Bump）及混合键合（Hybrid Bonding）等技术演进，通过持续缩小 I/O 间距及凸块高度、提升 I/O 密度，以满足更高带宽、更低功耗及更短互连路径需求。随着光模块进入 CPO 时代，先进互连技术亦开始加速导入，例如英伟达采用台积电 COUPE 技术并使用混合键合方案，博通 CPO 则采用多种先进倒装键合技术。相较传统引线键合方式，CPO 对互连间距、键合对准精度及工艺控制能力提出显著更高要求，有望推动高端键合设备价值量进一步提升。

图表44：键合路线从早期引线键合逐步迈向混合键合时代



资料来源：《高端性能封装技术的某些特点与挑战》(马力等，2023)，华泰研究

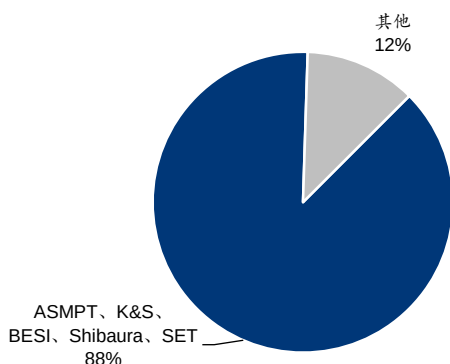
图表45：CPO 键合方式采用倒装/混合键合等路线



资料来源：BESI，博通，台积电，华泰研究

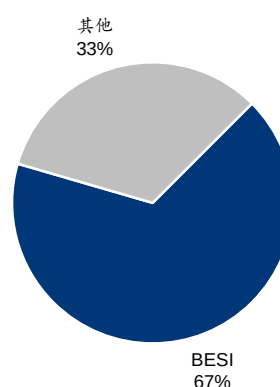
高端键合设备主要被海外厂商垄断，国产替代空间较大。根据华经产业研究院，2023 年全球热压键合设备市场目前仍由海外厂商主导，ASMPT、K&S、BESI、Shibaura 及 SET 等头部企业合计市场份额约达 88%，行业集中度较高。此外在混合键合设备领域，BESI 凭借先进封装技术优势占据领先地位，2023 年全球市占率高达 67%。国内方面，拓荆科技、迈为股份等厂商近年来亦持续布局混合键合设备，并逐步推进关键工艺与核心技术突破。随着先进封装及 CPO 等新应用加速落地，国产厂商有望在未来几年持续提升市场份额。

图表46：热压键合机基本被海外龙头垄断（2023 年）



资料来源：华经产业研究院，华泰研究

图表47：BESI 为混合键合设备龙头（2023 年）

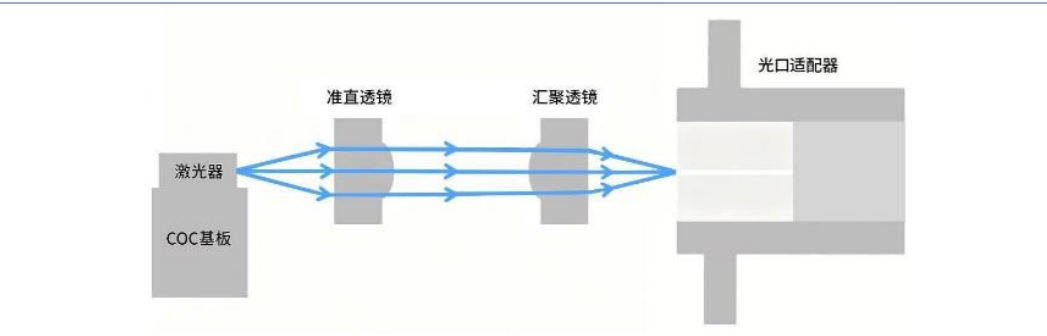


资料来源：华经产业研究院，华泰研究

耦合设备：光模块设备核心环节，国内企业市占率提升

耦合设备为光通信领域独有且必备设备。相较电子可在金属导体中稳定传输，光信号在自由空间传播过程中易受到散射、反射及折射等影响，难以实现高效传输，因此需依托光纤进行约束与导引。在光模块内部，激光器芯片发出的发散光需通过微透镜进行准直与聚焦，以提升与光纤模场的匹配度，从而提高耦合效率。从封装流程看，光耦合是工艺耗时较长且对良率影响显著的关键环节，其本质在于实现高精度对准与光场匹配，直接决定光模块的插入损耗及可靠性。典型流程包括对准、透镜耦合、胶水固定及耦合效率验证等步骤。

图表48：耦合过程示意图



资料来源：猎奇智能招股说明书，华泰研究

耦合设备要求亚微米精度，国内企业基本满足 1.6T 光模块封装需求。在耦合精度方面，硅光子芯片及 800G/1.6T 等超高速光模块通常要求 0.05-0.1 μm 级精度，中高速率光模块则一般要求 0.1 μm 级精度，整体门槛较高。目前国内头部厂商耦合设备已可实现 0.05 μm 级精度，能够覆盖 100G 至 1.6T 光模块的封装需求，并可通过调整工艺参数、程序及工装夹具适配不同速率产品，整体性能已具备较强竞争力。不过，相较海外龙头 FiconTEC 约 0.02 μm 级的领先水平，国内企业在极限精度方面仍存在一定差距。

图表49：行业龙头企业耦合设备性能对比

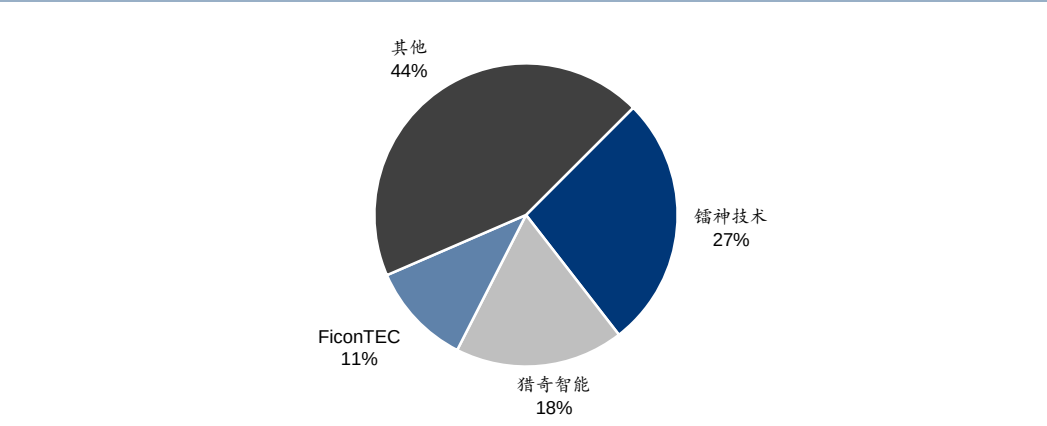
关键指标参数	猎奇智能	镭神技术	FiconTEC
X/Y/Z 轴重复精度	$\pm 0.05\mu\text{m}$	$\pm 0.05\mu\text{m}$ （单模） $\pm 0.3\mu\text{m}$ （多模）	$\pm 0.02\mu\text{m}$
XYZ 轴分辨率	10nm	未披露	5nm
设备性能及特有技术	支持全自动，配备直线电机；自研耦合算法实现快速螺旋找光，压感快速触底算法提高耦合效率；开放式逻辑编辑平台提高产品兼容性	未披露	全自动，配备直线电机；Fast Alignment 技术，能做到一维和二维快速扫描

注：光耦合设备具有较强的定制化特点，产品规格参数根据客户需求有较大差异，因此对比公司整体技术水平

资料来源：猎奇智能招股说明书，华泰研究

光模块耦合设备国产化率已达 80%，高端产品仍待突破。根据 Frost & Sullivan 数据，按设备数量计，2024 年镭神技术在全球光模块耦合设备市场份额达到 27%，排名全球第一；猎奇智能及海外龙头 FiconTEC 以 18%/11% 的份额位列其后。根据猎奇智能 2026 年 4 月发布的审核问询函回复，目前光模块耦合设备整体国产化率已达到约 80% 的相对高位，但高端耦合设备市场仍主要由海外厂商引领，国内企业在重复精度、复杂工艺适配等方面与国际顶尖水平相比仍存在一定差距，行业整体呈现量已领先、技术仍待突破的特点。

图表50：2024 年耦合设备国产厂商市占率已较高



资料来源：猎奇智能招股说明书，Frost & Sullivan，华泰研究

测试/检测设备：高端通信测试仪器国产化率仍待提升

测试/检测设备可以分为通信测试仪器、光电子器件测试设备、AOI 检测设备 3 类。根据应用场景及测试项目的不同，测试/检测设备可主要分为：1) 光电子器件测试设备：主要应用于光模块产业链上游的硅光晶圆、裸芯片、CoC 光芯片、光器件等元件的光学/电学性能参数及可靠性测试。2) 通信测试仪器：主要应用于光模块的信号测试，主要设备包括采样示波器、时钟恢复单元、误码分析仪、光功率计、光开关、光衰减器等。3) AOI 检测设备：主要基于计算机视觉检测贴片位置误差、焊接质量、耦合对准情况等外观缺陷，以弥补人工检测效率及精度较低的问题。

图表51：测试仪器/检测设备在光通信产业链中的应用

产业链位置	测试环节	用户形态	用户所需测试仪器设备	仪器设备类型	测试项目
上游	硅光晶圆	硅光芯片厂商	硅光晶圆测试系统	光电子器件测试设备	光学和电学性能参数测试（含老化）
	裸芯片	光芯片厂商	光芯片 KGD 分选测试系统		
	CoC 光芯片		CoC 光芯片老化测试系统		
	光器件		光器件老化测试系统		
下游	光模块	光模块厂商	采样示波器、时钟恢复单元、误码分析仪、	通信测试仪器	信号测试
			光功率计、光开关、光衰减器等		
			AOI 检测设备	AOI 检测设备	AOI 检测

资料来源：联讯仪器问询函回复，华泰研究

测试设备为光模块生产必备环节，无法用人工替代。根据新易盛招股说明书披露的截至 2015 年底的较早期的机器设备情况，我们可以得出两个结论：1) 早期光模块生产中测试设备为最核心的设备，关键设备示波器/误码仪占设备原值的 25.9%/6.1%，价值量占比较高。2) 从成新率看，示波器/误码仪成新率均小于 50%、明显低于自动固晶机/封帽机等制造端设备 90%以上的成新率，表明相关测试设备在彼时低速率光模块时期已长期投入使用，而自动化制造设备则处于相对较新的导入阶段。

此外根据思瀚产业研究院数据，当前光模块产线中测试仪器设备的支出占总设备支出的比例约 27%。因此我们认为：测试设备是光模块生产最重要且价值量较大的环节之一，下游厂商即便通过增加劳动力密度的方式扩产，也仅能替代部分制造环节自动化设备的资本开支，而无法替代测试设备的需求，因此确定性较高。且后续光模块技术持续迭代带来高端设备需求增量，价值量提升有望进一步打开测试设备空间。

图表52：新易盛截至 2015 年底的机器设备情况

序号	资产名称	数量(台/套)	原值(万元)	净值(万元)	成新率	原值占比
1	示波器	73	1,886.28	870.14	46.13%	25.92%
2	高/低/高低温试验箱	46	706.13	447.78	63.41%	9.70%
3	焊接机	23	673.98	500.70	74.29%	9.26%
4	自动固晶机	5	644.78	583.63	90.52%	8.86%
5	自动封帽机	2	504.71	456.77	90.50%	6.94%
6	误码仪	55	444.41	203.96	45.89%	6.11%
7	光谱仪	18	363.21	156.31	43.04%	4.99%
8	高温烧测系统	3	133.56	120.87	90.50%	1.84%
9	插拔机	1	105.99	95.92	90.50%	1.46%
10	测试系统	7	96.08	48.80	50.79%	1.32%
	其他		1,716.89	1,127.29	65.66%	23.60%
	合计		7,276.02	4,612.17	63.39%	100.00%

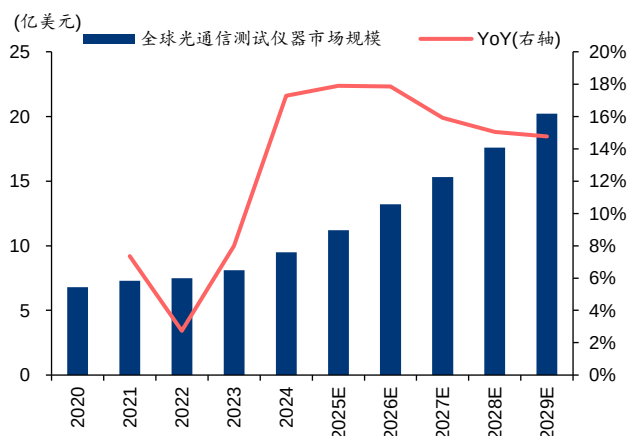
注：红字表示测试设备

资料来源：新易盛招股说明书，华泰研究

1) 通信测试仪器

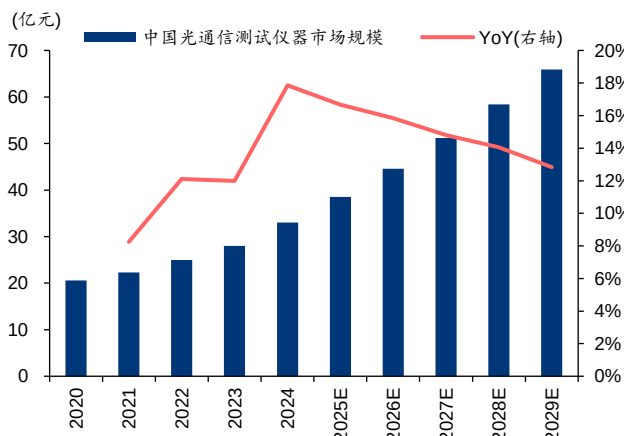
全球通信测试仪器市场规模预计将保持双位数增长，2029 年或达 20.2 亿美元。随 AI 数据中心应用推动光模块向 800G/1.6T 乃至更高速率演进，带动光通信测试仪器向高速率、大带宽方向迭代，以满足高速测试需求。根据 Frost&Sullivan 数据，2024 年全球光通信测试仪器市场规模达 9.5 亿美元，预计未来几年将保持双位数增长趋势，2029 年将增至 20.2 亿美元，CAGR 达 16.3%；中国市场有望同步扩张，其中 2024 年规模达 33.0 亿元，预计 2029 年增至 65.9 亿元，CAGR 达 14.8%。

图表 53：全球光通信测试仪器市场规模预计 2029 年将达 20.2 亿美元



资料来源：联讯仪器招股说明书，Frost & Sullivan，华泰研究

图表 54：中国光通信测试仪器市场规模预计 2029 年将达 65.9 亿元



资料来源：联讯仪器招股说明书，Frost & Sullivan，华泰研究

从测试流程来看，采样示波器、时钟恢复单元、误码分析仪为通信测试仪器关键设备。误码率（BER）直接决定了实际通信的可靠性，对其测量成为测试流程的关键，除了在接收端需要误码分析仪外，在发射端也要通过采样示波器搭配时钟恢复单元将光信号转化为可视的眼图，并测量噪声、抖动、消光比、TDECQ 等参数，这些参数会进而影响信号区分度和误码率。因此采样示波器、时钟恢复单元、误码分析仪构成了通信仪器关键设备。此外还需要波长计等仪器获取光信号波长、频率、功率等参数。

图表55：从测试流程看通信测试仪器需求

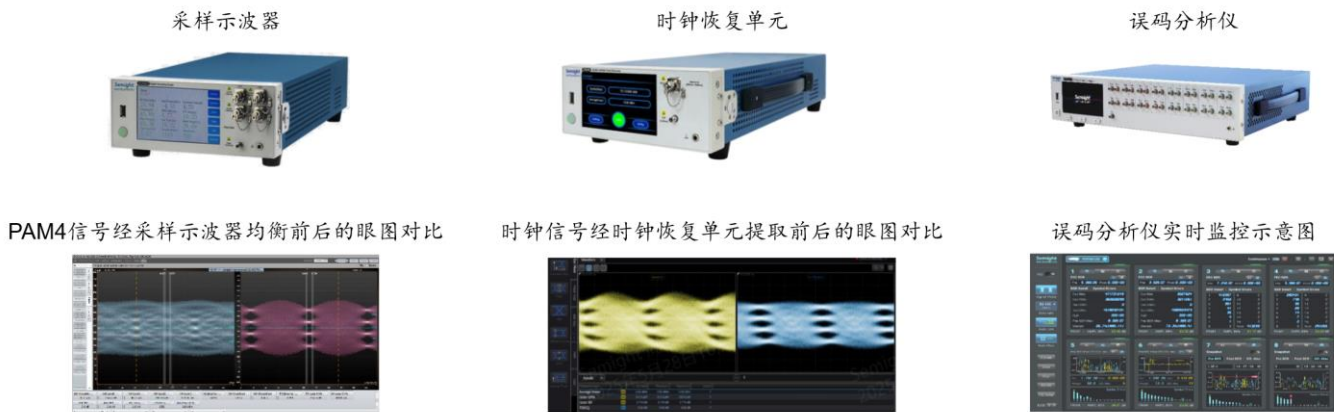
测试内容	测试仪器	测试流程
光模块发射端/ 光发射器件（TOSA）	采样示波器、 时钟恢复单元、 波长计等	采样示波器将光信号转化为可视的眼图，进行眼图测试并测量噪声、抖动、消光比、TDECQ（发射机色散眼图闭合代价）等参数；时钟恢复单元搭配采样示波器使用，其在提取 TOSA 发出信号中的时钟信号后，向采样示波器提供触发信号。波长计则可用于测量 TOSA 发出光信号的波长、频率、功率等参数。
光模块接收端/ 光接收器件（ROSA）	误码分析仪、 突发误码分析仪、 网络测试仪等	误码测试核心功能是对比接收端信息与其发出的误码信息的差异，进而判断 ROSA 的信号接收质量：1）误码分析仪用于常规的连续信号误码测试；2）突发误码分析仪用于 PON 网络的突发信号误码测试；3）网络测试仪则用于以太网环境下的跑流测试。

资料来源：联讯仪器招股说明书，华泰研究

随光模块速率提升，各测试设备技术指标需求相应提升。

- **采样示波器**主要用于对周期信号进行等效、重复采样，直至获取完整的眼图波形数据，并在完成多次采样后对信号进行分析与测量。与侧重捕捉瞬态变化的实时示波器不同，采样示波器可在低采样率下实现高带宽、高垂直分辨率及低噪声等优势，适用于周期信号采样。其核心指标为通道带宽，带宽越高，可支持的信号速率范围越广。伴随光模块向 1.6T 升级，采样示波器通道带宽需求亦由 400G 时代的 30GHz 提升至 65GHz，高带宽也带来技术门槛和设备价值量持续抬升。
- **时钟恢复单元**主要搭配采样示波器使用，可用于从数据信号中提取出对应频率的时钟信号并提供给采样示波器，有效提升数据信号的波形恢复质量，进而可靠评估高速信号的波形质量及测量指标参数。时钟恢复单元的核心性能指标为最高恢复速率，400G 光模块测试仅需 28GBaud 的时钟恢复单元，但由于 1.6T 光模块单通道速率达 112GBaud，时钟恢复单元最高恢复速率需求也相应增至 120 GBaud。
- **误码分析仪**是一种常用的传输链路信号分析仪器，可根据不同协议标准产生指定要求的信号源，并对接收端返回的数据流进行采样锁定与逐位判定，最终完成误码统计分析、FEC 纠错分析及信噪比等指标测量并评估信号传输的质量。其核心指标单通道最高传输速率与时钟恢复单元类似，亦从 30GBaud 量级迭代至 113.44GBaud。

图表56：采样示波器、时钟恢复单元、误码分析仪及各自操作界面示意图



资料来源：联讯仪器招股说明书，华泰研究

图表57：三大光模块通信测试仪器核心性能指标对应的主要应用场景

采样示波器		时钟恢复单元		误码分析仪	
通道带宽	主要应用场景	最高恢复速率	主要应用场景	单通道最高传输速率	主要应用场景
10GHz	10G 及以下速率（10GBaud 单通道）	10GBaud	10G 及以下速率（10GBaud 单通道）	25GBaud	100G/200G 及以下
30GHz	400G（28GBaud 八通道）	28GBaud	400G（28GBaud 八通道）	30GBaud	400G
50GHz	400G（53GBaud 四通道）	56GBaud	400G（53GBaud 四通道）	59.37GBaud	800G
	800G（53GBaud 八通道）		800G（53GBaud 八通道）		
65GHz	800G（112GBaud 四通道）	120GBaud	800G（112GBaud 四通道）	113.44GBaud	1.6T
	1.6T（112GBaud 八通道）		1.6T（112GBaud 八通道）		

资料来源：联讯仪器招股说明书，华泰研究

国内光通信测试仪器厂商与国际龙头的差距已明显收窄，头部厂商产品可满足 1.6T 测试。分产品看，采样示波器由于涉及超高带宽模拟前端、采样系统及核心芯片设计，技术难度较高，国内厂商先进水平可达 65GHz，与 Keysight 为代表的国际龙头的 120GHz 仍存在一定代差，但已可满足 1.6T 光模块测试。但在时钟恢复单元、误码分析仪等环节，国内头部企业产品性能已达 120GBaud 量级，基本达到国际领先水平。以国内测试龙头企业联讯仪器为例，其成为全球第二家推出 1.6T 超高速光模块测试三大核心仪器的厂商，快于 Anritsu、次于 Keysight，显示国内厂商在高端光通信测试领域的竞争力正持续提升。

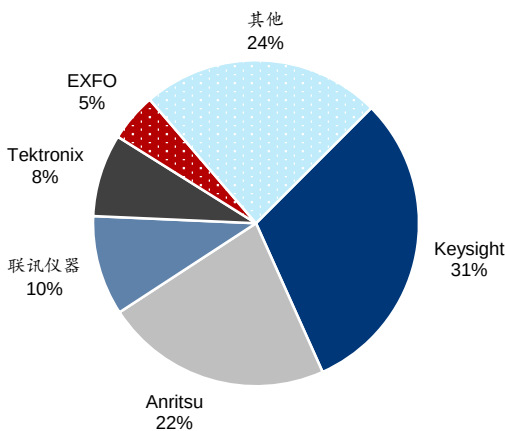
图表58：国内头部企业设备性能已可基本满足 1.6T 光模块测试

产品	核心指标	国内最高水平		行业最高水平	
		型号	指标	型号	指标
采样示波器	通道带宽	联讯仪器, DCA1065	65GHz	Keysight, N1032	120GHz
时钟恢复单元	最高恢复速率	联讯仪器, CR3302	120GBaud	Keysight, N1093B	120GBaud
误码分析仪	单通道最高传输速率	联讯仪器, PBT3058	113.44GBaud	Keysight, M8050A	120GBaud

资料来源：联讯仪器招股说明书，华泰研究

中国光通信测试仪器仍主要被海外龙头占据，国产替代空间较大。根据 Frost&Sullivan 数据，2024 年以 Keysight、Anritsu 为代表的海外厂商合计占据中国光通信测试仪器市场约 84% 的份额，行业集中度较高，而本土厂商整体市场份额仅约 16%。目前多数国内企业仍主要布局光谱仪、光功率计等中低端产品，高端采样示波器、误码分析仪等核心设备供给能力仍相对不足。行业前五厂商中，仅联讯仪器为本土企业，2024 年市占率达到 9.9%、排名第三，显示国内厂商已开始逐步切入高端测试领域，但整体国产化率仍处于较低水平，后续具备较大的国产替代空间。

图表59：2024 年海外品牌占据中国光通信测试仪器 84% 的市场份额

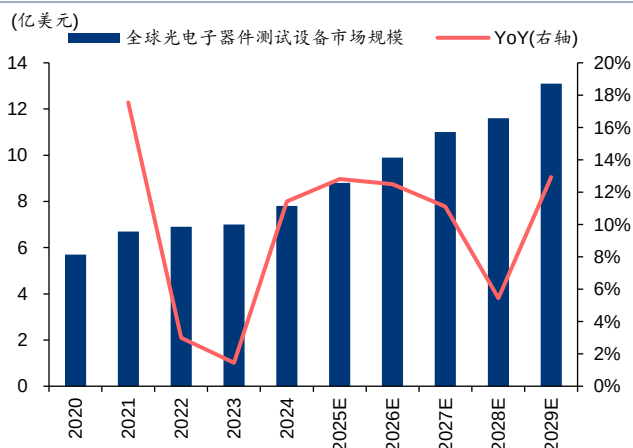


资料来源：联讯仪器招股说明书，华泰研究

2) 光电子器件测试设备

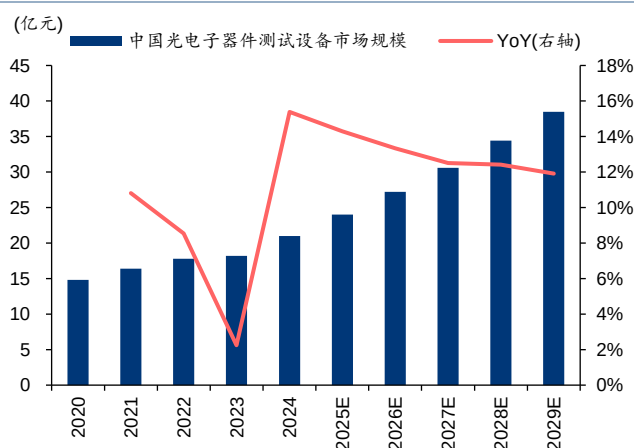
光电子器件测试设备随光模块性能同步演进，有望实现量价齐升。光模块向高速率不断升级，带动光芯片性能要求及工艺流程复杂度显著增加，进一步推动光电子器件的测试环节向高速率、高精度方向迭代。此外随着硅光、薄膜铌酸锂等新型光芯片技术持续发展，且应用场景有望不断向 FMCW 激光雷达、光子计算等新兴领域延伸，也对测试设备的精度、测试范围及复杂信号处理能力提出更高要求。光电子器件测试设备有望同步实现量价齐升，根据 Frost&Sullivan 数据，全球光芯片测试仪器市场规模 2024 年达 7.8 亿美元，预计 2029 年增至 13.1 亿美元，CAGR 达 10.9%；中国市场 2024 年规模达 21.0 亿元，预计 2029 年增至 38.5 亿元，CAGR 达 12.9%。

图表60：全球光电子器件测试设备市场规模预计 29 年达 13.1 亿美元



资料来源：联讯仪器招股说明书，Frost & Sullivan，华泰研究

图表61：中国光电子器件测试设备市场规模预计 29 年达 38.5 亿元

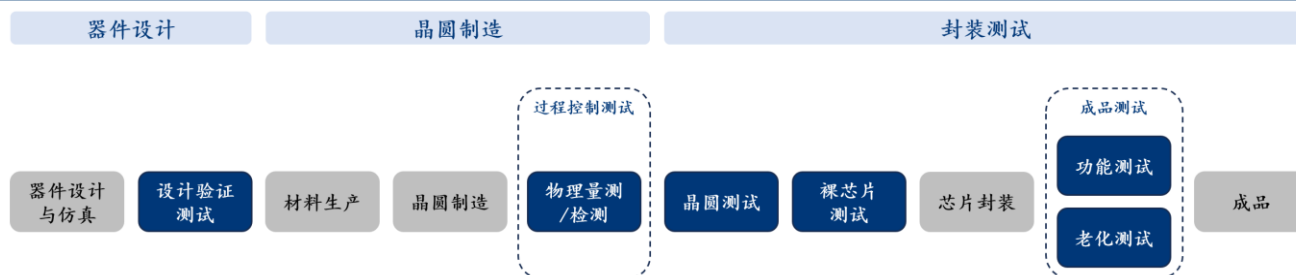


资料来源：联讯仪器招股说明书，Frost & Sullivan，华泰研究

随光电子器件测试设备向上游延伸，其技术壁垒逐步抬高。光电子器件测试贯穿硅光晶圆、裸芯片、CoC 及光器件等多个环节，测试对象由下游模块逐步向上游芯片与晶圆延伸。而随着测试流程前移，测试环节对设备能力的要求也显著提高，尤其是对设备的微弱电性参数的处理能力、精密运动控制能力要求更高。因此光电子器件测试设备整体呈现出越靠近产业链上游，技术复杂度越高、研发壁垒越强、国产化率越低的特征。相关设备主要包括：

- **硅光晶圆测试：**硅光芯片是基于硅基材料的新一代光通信器件，通过集成激光器、调制器、探测器及光波导等功能器件，实现光信号的高速传输与处理。相较传统分立式光器件封装方案，硅光芯片能够在相同带宽下显著降低光模块成本与功耗。面向相关测试需求，硅光晶圆测试系统可在晶圆阶段对芯片进行检测，完成电光转换效率、调制质量、接收灵敏度等关键参数测量，实现硅光芯片的测试与筛选。
- **裸 Die 测试：**光芯片在出厂前必须对各项参数进行测试，以确保产品的可靠性及使用寿命，以 DFB 光芯片和 EML 光芯片为代表的激光器芯片类型受限于侧发光的结构特征，加之裸 Die 体积小、在晶圆上排列密度高，难以在晶圆层面进行 CP 测试，因此业界普遍在晶圆裂片后对未封装的裸 Die 进行 KGD 分选测试。
- **CoC 光芯片测试：**光芯片在通信场景中通常需要长期运行于高/低温、高湿等复杂环境，对器件可靠性要求较高。而制造过程中产生的晶格缺陷可能导致器件在高温、高电流条件下加速老化甚至失效，因此需在正式投入使用前，通过老化及测试环节提前筛除潜在失效产品，以保障器件寿命与运行稳定性，这也带动了 CoC 封装后测试需求。
- **光器件/模块成品测试：**主要以老化测试为核心，相较前道晶圆及裸芯片测试，该环节对高速信号处理、精密运动控制等能力要求较低，整体技术门槛相对有限，因此国内参与厂商较多，市场竞争亦较为激烈。

图表62：光电子器件制造与测试流程



注：蓝色流程为测试流程，灰色流程为制造/设计流程

资料来源：联讯仪器招股说明书，华泰研究

图表63：光电子器件主要测试设备



资料来源：联讯仪器招股说明书，华泰研究

从性能指标来看，我国光电子器件测试设备厂商已逐步接近国际一线水平，部分细分领域已具备较强竞争力。其中，CoC 老化测试设备等偏下游环节技术成熟度较高，国内已形成较多具备领先性能的供应商，在自动化、稳定性及并行测试能力等方面基本实现国际领先。相比之下，硅光晶圆测试系统由于涉及高精度运动控制、自动耦合等复杂技术，整体门槛更高。不过以联讯仪器为代表的头部厂商近年来持续推进高端产品突破，在精度及效率等核心指标上亦已达到国际第一梯队。

图表64：行业领先企业 CoC 老化测试设备性能对比

设备型号	猎奇智能-BI74P	致茂电子 Chroma-58604	联讯仪器-BI6202
设备容量	层数	7 层/11 层（可选配）	11 层
	载具数/层	4	4
	芯片数/载具	32/48	48
温度	范围	40-125℃	45-125℃
	稳定性	0.5℃	1℃
	均匀性	±1℃@40℃-100℃ ±1.5℃@100℃-125℃	±（1℃+1.2% ΔT） ±1.5℃@100℃-120℃
ACC 测试	电流精度	<0.2%F.S.	0.5% F.S.
	电流分辨率	0.1mA	0.15mA
LIV 测试	是否支持	是	是

资料来源：猎奇智能招股说明书，华泰研究

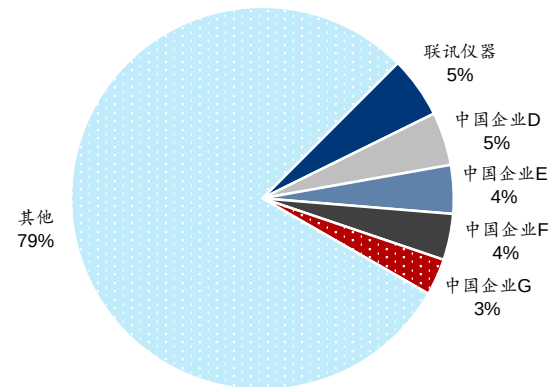
图表65：行业领先企业硅光晶圆测试系统性能对比

设备型号	联讯仪器-sCT9002	FormFactor-CM300xi-SiPh	旺矽科技-TS3000 系列
光耦合重复性	多次耦合峰值结果的极差， 数值越低，性能越高	<0.2dB	<0.2dB
光耦合速度	达到全局最大值所需的时间， 数值越低，性能越高	<1.5s	<1s

资料来源：联讯仪器招股说明书，华泰研究

光电子器件测试设备国产化率稳步提升，行业格局较为分散。2018 年以前国内市场长期由 Newport、Alphax、Chroma 等海外厂商主导，本土企业整体参与度较低。近年来随着国内厂商在壁垒偏低的 CoC 老化测试及光器件老化等环节渗透率提升，加之在自动耦合、精密运动控制及高速测试等核心技术上的持续突破，行业国产化率快速提升。根据 Frost&Sullivan 数据，中国光电子器件测试设备国产化率已由 2020 年的 45%提升至 2024 年的 69%；其中 2024 年联讯仪器以 5.2%的市占率位列第一，CR5 均为中国企业，合计占比 20.8%，行业格局较为分散。

图表66：国内光电子器件设备市场竞争格局较为分散

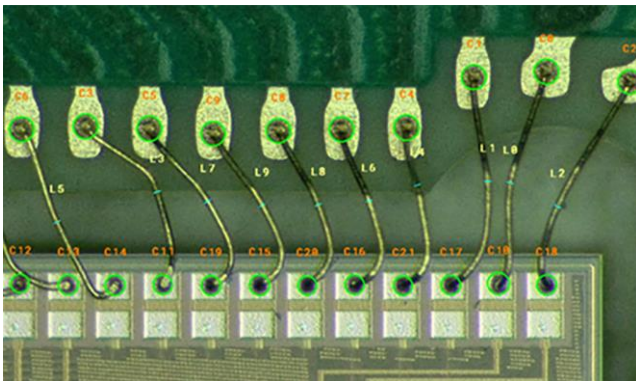


资料来源：联讯仪器问询函回复，Frost & Sullivan，华泰研究

3) AOI 设备

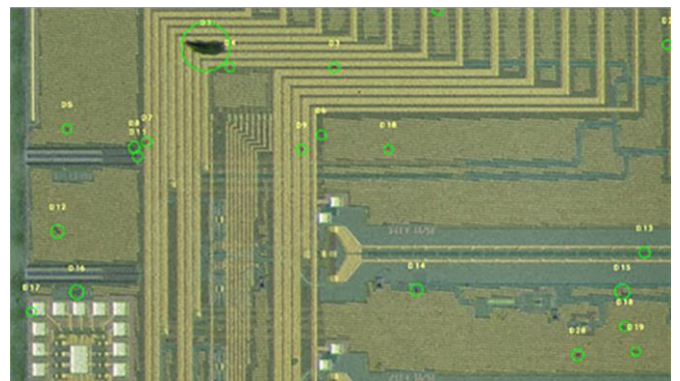
AOI 设备利用光学视觉原理检测产品缺陷，在 800G 以上光模块中重要性高。 AOI 设备主要用于光模块封装过程中的芯片贴装及焊接质量检测，可精准定位激光器/探测器芯片偏移，保障光路对准精度，并检测划伤、异物、破损、虚焊、崩边、线弧以及金线键合、倒装焊的虚焊、桥接等缺陷。光模块是否必须使用 AOI 设备与产品速率相关，400G 以下产品封装复杂度较低，人工或简易检测即可覆盖基础需求；而 800G-1.6T 光模块对检测效率与精度要求显著提升，AOI 设备重要性明显增强，未来高速率产品占比提升有望持续带动 AOI 设备需求增长。

图表67：光模块金线与焊球检测界面示意图



资料来源：深圳纳研科技公众号，华泰研究

图表68：光模块尘点检测界面示意图



资料来源：深圳纳研科技公众号，华泰研究

产业链迭代逐步加速，关注国内企业布局与技术升级

中性场景下，800G/1.6T 光模块扩产预计在 2026/27/28 年带来 332/525/640 亿元设备市场空间，对应 210/193/115 亿元新增需求。

关键假设：1) 光模块出货数量：参考 LightCounting、光纤在线等机构此前偏早期的预测，我们假设悲观场景下 2026/27/28 年 800G 光模块出货量分别为 3,600/4,800/5,200 万只。但下游 AIDC 相关资本开支高涨，带动光模块出货数量有望持续超预期，如根据 LightCounting 在 3 月的报告，在市场供需匹配、AI 应用持续高速增长的较好场景下，2031 年光模块市场空间可接近 1,200 亿美元（中性预期为 600 亿美元），因此我们在乐观场景下上调 2027/28 年 800G/1.6T 光模块需求约 10%/100%。而中性场景我们设定为悲观及乐观场景之均值。**2) 光模块单位投资：**根据思瀚产业研究院数据，我们设定 800G/1.6T 光模块中性场景下百万只的单位投资额为 5.0/6.0 亿元；而悲观场景由于市场竞争激烈导致设备价格下行等因素假设为中性场景下调 10%为 4.5/5.4 亿元；乐观场景由于产能冗余、设备性能提升带动价格上涨等因素，基于基准场景上调 20%为 6.0/7.2 亿元。**3) 光模块设备市场空间=光模块出货数量×光模块单位投资。**

图表69：光模块出货数量与单位投资假设（800G/1.6T 产线）

		光模块出货数量（万只）				光模块单位设备投资 （亿元/百万只）
		2025	2026E	2027E	2028E	
悲观场景	800G	2,200	3,600	4,800	5,200	4.5
	YoY		64%	33%	8%	
	1.6T	200	2,000	3,000	4,000	5.4
	YoY		900%	50%	33%	
中性场景	800G	2,200	4,000	5,100	5,600	5.0
	YoY		82%	28%	10%	
	1.6T	200	2,200	4,500	6,000	6.0
	YoY		1000%	105%	33%	
乐观场景	800G	2,200	4,400	5,400	6,000	6.0
	YoY		100%	23%	11%	
	1.6T	200	2,400	6,000	8,000	7.2
	YoY		1100%	150%	33%	

资料来源：LightCounting，光纤在线，思瀚产业研究院，华泰研究预测

图表70：光模块设备市场空间及新增需求（800G/1.6T 产线）

	2025	2026E	2027E	2028E
悲观场景设备空间（亿元）	110	270	378	450
新增设备需求（亿元）		160	108	72
中性场景设备空间（亿元）	122	332	525	640
新增设备需求（亿元）		210	193	115
乐观场景设备空间（亿元）	146	437	756	936
新增设备需求（亿元）		290	319	180

资料来源：LightCounting，光纤在线，思瀚产业研究院，华泰研究预测

图表71：中性场景下各设备市场空间（800G/1.6T 产线）

	占比	2025	2026E	2027E	2028E
中性场景设备空间（亿元）		122	332	525	640
贴片设备（亿元）	20%	24.4	66.4	105.0	128.0
新增空间（亿元）			42.0	38.6	23.0
键合设备（亿元）	1%	1.2	3.3	5.3	6.4
新增空间（亿元）			2.1	1.9	1.2
耦合设备（亿元）	40%	48.8	132.8	210.0	256.0
新增空间（亿元）			84.0	77.2	46.0
组装设备（亿元）	12%	14.6	39.8	63.0	76.8
新增空间（亿元）			25.2	23.2	13.8
测试设备（亿元）	27%	32.9	89.6	141.8	172.8
新增空间（亿元）			56.7	52.1	31.1

资料来源：LightCounting，光纤在线，思瀚产业研究院，华泰研究预测

长期看 3.2T 光模块预计 2031 年前将提供 871 亿元设备市场容量，打开长期增长空间。根据 LightCounting 于 2026 年 1 月发布的报告《Optics for AI Clusters》，3.2T 光模块出货量将于 2031 年达到 12,437 万只。由于每百万只 1.6T 光模块单位投资额已达 6.0 亿元，加之 3.2T 光模块对精度及测试速率要求进一步提升，假设其单位投资略高，为 7.0 亿元/百万只。则预计 2031 年前 3.2T 光模块将提供 871 亿元设备市场容量，市场空间进一步打开。

图表72：长期看 3.2T 光模块将进一步打开设备市场空间

	2027E	2028E	2029E	2030E	2031E
3.2T 光模块出货（万只）	34	312	2,803	6,630	12,437
光模块设备单位投资（亿元/百万只）	7	7	7	7	7
3.2T 设备市场空间（亿元）	2	22	196	464	871
新增设备需求（亿元）	2	19	174	268	406

资料来源：华泰研究预测

光模块产业链正处于新一轮技术迭代加速阶段，建议重点关注国内设备厂商在客户导入与高端技术升级中的突破机会。具体来看：1) 光模块设备验证周期长、客户粘性较高，当前已进入下游供应链体系的厂商具备明显先发优势，部分企业亦通过拓展产品应用领域或并购整合等方式切入新环节，有望在本轮产业升级初期率先受益；2) 随着光模块速率持续向 1.6T/3.2T 演进、封装形态向 CPO 升级，行业对设备在精度、速度及可靠性等方面的要求持续提升，且高端产品国产化率仍存在较大提升空间，具备核心技术突破能力的国内厂商有望实现渗透率提升及产品单价上行。

我们梳理了当前产业链中已公开披露产品应用于光模块/光通信领域，或正在推进相关产品研发/相关企业收购的上市公司。我们重点推荐 AOI 设备已获得多个客户订单的奥特维，产业链相关企业还包括：联讯仪器、普源精电、鼎阳科技、日联科技、华兴源创、华盛昌、凯格精机、科瑞技术、智立方、快克智能、天准科技等。

图表73：产业链中公开披露产品应用于光模块/光通信的上市企业一览

	贴片机	耦合机	组装设备	测试设备	AOI 检测
联讯仪器				√	
普源精电				√	
鼎阳科技				√	
日联科技				√	√
华兴源创				√	
华盛昌				√	
凯格精机	√		√		√
科瑞技术	√	√			√
智立方	√		√		√
快克智能	√				√
奥特维			√		√
天准科技					√

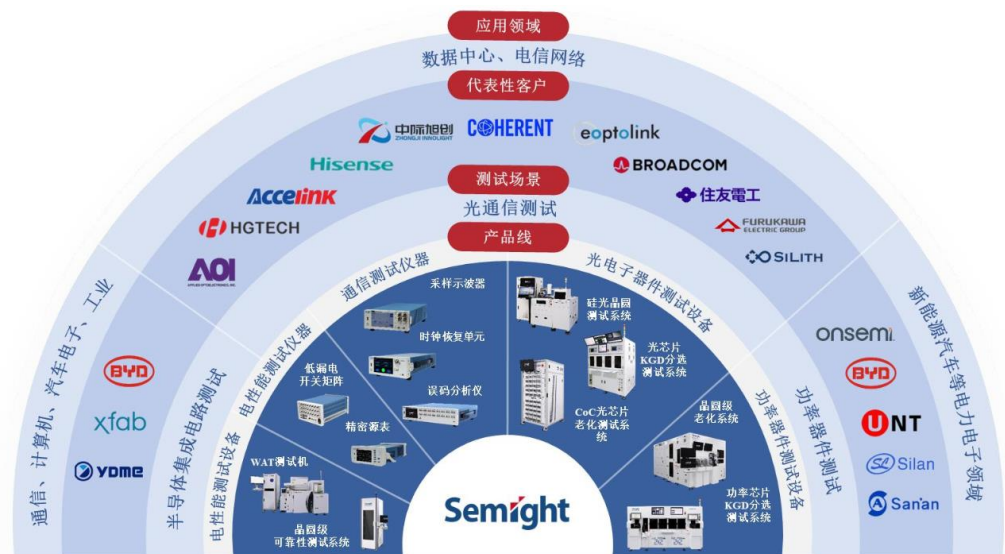
资料来源：各公司公告、公众号，华泰研究

奥特维：AOI 设备已获得多个客户订单，产品布局有望逐步拓宽。1) 公司基于功率半导体器件检测领域的 AOI 技术储备迁移至光模块检测领域，公司设备于 2024 年在客户端验证通过，并在 2025Q1 取得海外客户批量订单，2026 年 1 月披露多台产品已交付国内光通讯龙头企业泰国生产基地，4 月披露与美国光通讯知名客户签订批量复购订单。公司预计 26 年公司 AOI 设备仍有望实现快速增长，且逐步从可插拔向 CPO 方向迭代。2) 此外公司还将布局光通制造设备和工艺设备、自动化人工替代设备，帮助客户提升产线整体自动化水平，进一步拓展产品应用领域。

其他产业链相关公司包括：

联讯仪器：1) 公司是目前全球少数、国内极少数量产供货 400G、800G、1.6T 高速光模块核心测试仪器的厂商；公司已推出满足目前业内最高水平 1.6T 光模块测试需求的 65GHz 采样示波器、120GBaud 时钟恢复单元、1.6Tbps 误码分析仪，是全球第二家推出 1.6T 光模块全部核心测试仪器的厂商，三款产品均已实现量产供货。2) 此外提供 CoC 光芯片老化测试系统、光芯片 KGD 分选测试系统、硅晶圆测试系统等光电子器件测试设备，全面覆盖封装级光芯片、裸 Die 级光芯片、晶圆级硅光芯片等光通信产业链上游核心环节测试需求。根据 Frost&Sullivan 数据，2024 年公司在我国光通信/光电子器件测试仪器市场份额分别排名第 3、第 1。

图表74：联讯仪器产品线及对应应用领域、代表性客户



资料来源：联讯仪器招股说明书，华泰研究

普源精电：公司 25 年全年及 26Q1 光通信领域核心大客户销售收入同比增幅分别达到 70.45%/147.71%，带动相关产品线营收实现快速增长。3 月 31 日发布的投资者活动关系记录披露公司新一代的自研核心技术平台将持续推动光模块产品和解决方案的高端化进程，包括但不限于高带宽、超高带宽示波器和微波射频产品。

鼎阳科技：公司电源产品可应用于光模块生产环节，26Q1 光通信客户使用的相关系列电源收入同比增长 166.16%；源表产品则可应用于光芯片生产线的集成测试系统。此外矢量网络分析仪在高速铜缆连接器和 PCB 厂商中也有应用，具备较大国产替代潜力。

日联科技：发行股份、可转换公司债券及支付现金购买菲莱测试 100% 股权，菲莱测试在 1) 晶圆测试环节提供 VCSEL 晶圆测试系统、晶圆 AOI 系统等设备，可实现对 VCSEL、EML、硅光芯片等光电子器件的光电性能、近场/远场性、温度特性等关键参数的高精度测试。2) 在裸芯/二极管、芯片测试环节，提供硅光耦合测试系统、CoC 分选/老化测试系统等。3) 在器件、模块测试环节，提供 TOSA 测试系统、TO/COB/TOSA 老化系统、模块测试系统等系列产品，覆盖多种封装形态与器件类型，是国内少数能量产供货 400G~3.2T 光电子器件老化测试系统厂商，可对光电子器件的电学性能、光学性能及长期可靠性进行全维度验证。产品已进入源杰科技、光迅科技、剑桥科技、Lumentum、Fabrinet 等国内外厂商。

图表75： 日联科技拟收购的菲莱测试产品布局



资料来源：日联科技公告，华泰研究

华兴源创：公司4月24日公告拟以现金2.06亿元收购普赛斯39%的股权，而公司此前已持有普赛斯12%的股权，收购完成后合计将持有51%股权实现并表。普赛斯核心产品矩阵覆盖三大领域：一是光电半导体器件/模块的研发测试；二是批量生产环节的老化筛选；三是工业级可靠性验证，适配涵盖光通信的多个领域。其中在光通信测试仪器方面，1) 采样示波器最高电通道带宽50GHz、光通道带宽30GHz；2) 时钟恢复单元：最高支持49.76~56GBd NRZ/PAM4 速率；3) 误码仪：单通道信号速率最高达106.25Gbd，公司产品基本可满足800G/1.6T测试需求。

图表76： 华兴源创拟收购的普赛斯3大光通信测试仪器



资料来源：普赛斯官网，华泰研究

华盛昌：公司4月18日发布公告，拟以4.6亿元现金方式收购伽蓝特100%的股权。伽蓝特聚焦高速光模块与硅光晶圆芯片的研发及量产测试场景，核心产品包括光衰减仪、光功率计、光时钟恢复仪、误码测试仪、光开关、各类光源及自动化测试平台等，全面覆盖100G/400G/800G/1.6T高速光模块、硅光芯片晶圆级性能验证与产线自动化测试。2025年伽蓝特实现营收1.58亿元、净利润0.33亿元；26Q1获得在手订单1.97亿元、实现净利润0.23亿元（未经审计），26~28年业绩承诺为累计实现净利润1.15亿元。公司有望通过外延并购切入光通信测试领域，由此打造第二增长曲线。

图表77： 华盛昌拟收购的伽蓝特测试业务线



资料来源：华盛昌公告，华泰研究

凯格精机：产品包括光模块自动组装线及共晶机等。公司于2月25日在投资者互动平台表示，已经向海外客户交付了800G及1.6T光模块自动化组装产品线，并获得了客户充分肯定；国内相关客户正在积极接洽。公司产品成品组装精度 $\pm 25\mu\text{m}$ 、良率 $\geq 97\%$ 、UPH达475pcs，产品性能业界领先。此外公司研发并储备了光模块专用设备技术，如共晶机可用于光通讯领域贴装。

图表78： 凯格精机光模块自动组装线



资料来源：凯格精机公众号，华泰研究

科瑞技术：产品主要包括堆叠贴装设备、共晶机、耦合机、AOI 检测设备等。其中六自由度亚微米堆叠贴装设备实现小批量量产，末端抖动 $< 60\text{nm}$ 、最小步进 $< 40\text{nm}$ ，共晶设备精度突破 $1\mu\text{m}$ ；光耦合设备为研发重点，与大客户一起在批量定制基础上深入合作，已实现样机验证，精度范围覆盖 $5\mu\text{m} \sim 50\text{nm}$ ，达到行业领先水平。根据科瑞技术公告，公司光模块芯片AOI与COS AOI检测设备通过深度融合AI算法实现微米级缺陷精准识别，减少80%人工依赖，单线操作人员压缩至1人。公司产品已成功获海外龙头新客户认可。

智立方：公司成熟的芯片段设备排巴机、拆巴机、AOI、分选机已经获得行业内多家主流客户的认可，并取得了订单及项目导入机会。同时新的产品固晶机和模块组装整线已经推向市场，并拿到了头部客户订单，更多产品在持续开发中。

图表79：科瑞技术光芯片 AOI 自动光学检测设备



资料来源：科瑞技术公告，华泰研究

图表80：智立方光模块及光芯片设备主要产品线



资料来源：智立方官网，智立方股份公众号，华泰研究

快克智能：1) 光模块专用 AOI 检测设备可适配 800G/1.6T 等高速光模块生产检测需求，可精准识别激光器芯片偏移，金线键合缺陷，光芯片波导亚微米级缺陷等质量问题，产品已在头部客户实现应用并在积极推广中。2) 根据公司 25 年年报，公司焊接、点胶、激光打码等设备已进入富士康、安费诺、莫仕等全球头部企业，同时为多家光模块龙头企业批量供应精密焊接装联设备，相关订单持续放量。3) 根据公司 25 年年报，在光芯片封装和光模块组装领域，公司正在研发双工位精密共晶系统、在线式多头精密固晶贴装系统、精密贴装可调宽轨道系统等技术。

天准科技：光通讯的快速发展带来了新的量检测需求，公司为光通讯器件及光通讯模组提供精密量检测装备，覆盖了光通讯领域大部分客户，包括中际旭创、新易盛、天孚通信等。

图表81：重点公司推荐一览表

股票名称	股票代码	投资评级 (当地币种)	最新收盘价	目标价	市值 (百万)	EPS (元)				PE (倍)			
			(当地币种)	(当地币种)	(当地币种)	2025	2026E	2027E	2028E	2025	2026E	2027E	2028E
奥特维	688516 CH	买入	58.44	96.60	18,428	1.41	2.10	2.48	3.17	41.46	27.80	23.57	18.42

资料来源：Bloomberg，华泰研究预测

图表82：重点推荐公司最新观点

股票名称	最新观点
奥特维 (688516 CH)	奥特维发布 25 年报及 26 年一季报，2025 年收入 63.97 亿元 (yoy-30.45%)，归母净利 4.45 亿元 (yoy-65.08%)。其中 Q4 实现营收 17.25 亿元 (yoy-24.32%，qoq+33.49%)，归母净利 5447 万元 (yoy-47.07%，qoq-33.92%)，基本符合我们预期 (25 年预测归母净利润 4.44 亿元)。2026Q1 公司收入 10.32 亿元，同比-33.01%，归母净利润 8510 万元，同比-35.42%。受光伏行业阶段性供需错配影响，公司收入利润有所承压。我们看好公司在多分片、BC 等光伏新技术以及光模块、固态电池、储能、半导体等领域的布局，维持“买入”评级。 我们维持公司 26-27 年归母净利润为 6.63/7.82 亿元，新增 2028 年归母净利润预测为 10.00 亿元。可比公司 2026 年 iFind 一致预期 PE 为 46 倍，给予公司 26 年 46 倍 PE，上调目标价为 96.60 元 (前值 92.4 元，对应 26 年 44 倍 PE)。 风险提示：光伏行业下游扩产不及预期；半导体业务进展不及预期。 报告发布日期：2026 年 04 月 23 日 点击下载全文：奥特维(688516 CH,买入): 2026Q1 盈利能力显著提升

资料来源：Bloomberg，华泰研究预测

风险提示

- 1) 光模块技术发展不及预期：**若 800G/1.6T 光模块、硅光及 CPO 等新技术迭代进度低于预期，可能导致行业对高精度、高速率设备的升级需求放缓，相关测试、贴片、耦合等先进封装测试设备的性能迭代和价值量提升空间亦将受到影响，进而导致行业整体市场空间低于预期。
- 2) 下游光模块厂商资本开支放缓：**若下游光模块厂商产能建设规模及扩产进度不及预期，或自动化、智能化产线升级节奏放缓，可能导致相关设备采购需求延后，从而影响相关设备厂商订单释放及行业需求增长。
- 3) AI 算力投资不及预期：**若全球 AI 算力基础设施建设及数据中心投资节奏放缓，可能导致高速光模块及相关产业链需求增长低于预期，进而影响光通信设备向高速率、高端化升级的进程，对相关设备行业景气度形成压力。
- 4) 本研报中涉及到未覆盖个股内容，均系对其客观公开信息的整理，并不代表本研究团队对该公司、该股票的推荐或覆盖。**

免责声明

分析师声明

本人，张婧玮、杨云道、王兴、王自、杨任重、王龙钰、高名焱，兹证明本报告所表达的观点准确地反映了分析师对标的证券或发行人的个人意见；彼以往、现在或未来并无就其研究报告所提供的具体建议或所表达的意见直接或间接收取任何报酬。请注意，标*的人员并非香港证券及期货事务监察委员会的注册持牌人，不可在香港从事受监管活动。

一般声明及披露

本报告由华泰证券股份有限公司或其关联机构制作，华泰证券股份有限公司和其关联机构统称为“华泰证券”（华泰证券股份有限公司已具备中国证监会批准的证券投资咨询业务资格）。本报告所载资料是仅供接收人的严格保密资料。本报告仅供华泰证券及其客户和其关联机构使用。华泰证券不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于华泰证券认为可靠的、已公开的信息编制，但华泰证券对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。

本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，华泰证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。同时，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。以往表现并不能指引未来，未来回报并不能得到保证，并存在损失本金的可能。华泰证券不保证本报告所含信息保持在最新状态。华泰证券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。

华泰证券（华泰证券（美国）有限公司除外）不是 FINRA 的注册会员，其研究分析师亦没有注册为 FINRA 的研究分析师/不具有 FINRA 分析师的注册资格。

华泰证券力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成购买或出售所述证券的要约或招揽。该等观点、建议并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。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。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，华泰证券及作者均不承担任何法律责任。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。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现，过往的业绩表现不应作为日后回报的预示。华泰证券不承诺也不保证任何预示的回报会得以实现，分析中所做的预测可能是基于相应的假设，任何假设的变化可能会显著影响所预测的回报。

华泰证券及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，华泰证券可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，为该公司提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务或向该公司招揽业务。

华泰证券的销售人员、交易人员或其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。华泰证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。华泰证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。投资者应当考虑到华泰证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一信赖依据。有关该方面的具体披露请参照本报告尾部。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布的机构或人员，也并非意图发送、发布给因可得到、使用本报告的行为而使华泰证券违反或受制于当地法律或监管规则的机构或人员。

本报告版权仅为华泰证券所有。未经华泰证券书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人（无论整份或部分）等任何形式侵犯华泰证券版权。如征得华泰证券同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并需在使用前获取独立的法律意见，以确定该引用、刊发符合当地适用法规的要求，同时注明出处为“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。华泰证券保留追究相关责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为华泰证券的商标、服务标记及标记。

中国香港

本报告由华泰证券股份有限公司或其关联机构制作，在香港由华泰金融控股（香港）有限公司向符合《证券及期货条例》及其附属法律规定的机构投资者和专业投资者的客户进行分发。华泰金融控股（香港）有限公司受香港证券及期货事务监察委员会监管，是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。在香港获得本报告的人员若有任何有关本报告的问题，请与华泰金融控股（香港）有限公司联系。

香港-重要监管披露

- 华泰金融控股（香港）有限公司的雇员或其关联人士没有担任本报告中提及的公司或发行人的高级人员。
- 凯格精机（301338 CH）：华泰金融控股（香港）有限公司、其子公司和/或其关联公司实益持有标的公司的市场资本价值的 1%或以上。
- 奥特维（688516 CH）：华泰金融控股（香港）有限公司、其子公司和/或其关联公司在本报告发布日担任标的公司证券做市商或者证券流动性提供者。
- 有关重要的披露信息，请参华泰金融控股（香港）有限公司的网页 https://www.htsc.com.hk/stock_disclosure 其他信息请参见下方“美国-重要监管披露”。

美国

在美国本报告由华泰证券（美国）有限公司向符合美国监管规定的机构投资者进行发表与分发。华泰证券（美国）有限公司是美国注册经纪商和美国金融业监管局（FINRA）的注册会员。对于其在美国分发的研究报告，华泰证券（美国）有限公司根据《1934 年证券交易法》（修订版）第 15a-6 条规定以及美国证券交易委员会人员解释，对本研究报告内容负责。华泰证券（美国）有限公司联营公司的分析师不具有美国金融监管（FINRA）分析师的注册资格，可能不属于华泰证券（美国）有限公司的关联人员，因此可能不受 FINRA 关于分析师与标的公司沟通、公开露面和所持交易证券的限制。华泰证券（美国）有限公司是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。任何直接从华泰证券（美国）有限公司收到此报告并希望就本报告所述任何证券进行交易的人士，应通过华泰证券（美国）有限公司进行交易。

美国-重要监管披露

- 分析师张婧玮、杨云道、王兴、王自、杨任重、王龙钰、高名焱本人及相关人士并不担任本报告所提及的标的证券或发行人的高级人员、董事或顾问。分析师及相关人士与本报告所提及的标的证券或发行人并无任何相关财务利益。本披露中所提及的“相关人士”包括 FINRA 定义下分析师的家庭成员。分析师根据华泰证券的整体收入和盈利能力获得薪酬，包括源自公司投资银行业务的收入。
- 天准科技（688003 CH）：华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司在本报告发布日之前的 12 个月内担任了标的证券公开发行或 144A 条款发行的经办人或联席经办人。
- 天准科技（688003 CH）：华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司在本报告发布日之前 12 个月内曾向标的公司提供投资银行服务并收取报酬。
- 凯格精机（301338 CH）：华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司实益持有标的公司某一类普通股证券的比例达 1%或以上。
- 奥特维（688516 CH）：华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司在本报告发布日担任标的公司证券做市商或者证券流动性提供者。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或不时会以自身或代理形式向客户出售及购买华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或其高级管理层、董事和雇员可能会持有本报告中所提到的任何证券（或任何相关投资）头寸，并可能不时进行增持或减持该证券（或投资）。因此，投资者应该意识到可能存在利益冲突。

新加坡

华泰证券（新加坡）有限公司持有新加坡金融管理局颁发的资本市场服务许可证，可从事资本市场产品交易，包括证券、集体投资计划中的单位、交易所交易的衍生品合约和场外衍生品合约，并且是《财务顾问法》规定的豁免财务顾问，就投资产品向他人提供建议，包括发布或公布研究分析或研究报告。华泰证券（新加坡）有限公司可能会根据《财务顾问条例》第 32C 条的规定分发其在华泰证券内的外国附属公司各自制作的信息/研究。本报告仅供认可投资者、专家投资者或机构投资者使用，华泰证券（新加坡）有限公司不对本报告内容承担法律责任。如果您是非预期接收者，请您立即通知并直接将本报告返回给华泰证券（新加坡）有限公司。本报告的新加坡接收者应联系您的华泰证券（新加坡）有限公司关系经理或客户主管，了解来自或与所分发的信息相关的事宜。

评级说明

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（含此期间的股息回报）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，台湾市场基准为台湾加权指数，日本市场基准为日经 225 指数，新加坡市场基准为海峡时报指数，韩国市场基准为韩国有价证券指数，英国市场基准为富时 100 指数，德国市场基准为 DAX 指数），具体如下：

行业评级

增持：预计行业股票指数超越基准

中性：预计行业股票指数基本与基准持平

减持：预计行业股票指数明显弱于基准

公司评级

买入：预计股价超越基准 15% 以上

增持：预计股价超越基准 5%~15%

持有：预计股价相对基准波动在-15%~5%之间

卖出：预计股价弱于基准 15% 以上

暂停评级：已暂停评级、目标价及预测，以遵守适用法规及/或公司政策

无评级：股票不在常规研究覆盖范围内。投资者不应期待华泰提供该等证券及/或公司相关的持续或补充信息

法律实体披露

中国：华泰证券股份有限公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格，经营许可证编号为：91320000704041011J

香港：华泰金融控股（香港）有限公司具有香港证监会核准的“就证券提供意见”业务资格，经营许可证编号为：AOK809

美国：华泰证券（美国）有限公司为美国金融业监管局（FINRA）成员，具有在美国开展经纪交易商业业务的资格，经营业务许可编号为：CRD#:298809/SEC#:8-70231

新加坡：华泰证券（新加坡）有限公司具有新加坡金融管理局颁发的资本市场服务许可证，并且是豁免财务顾问，经营许可证编号为：202233398E

华泰证券股份有限公司

南京

南京市建邺区江东中路 228 号华泰证券广场 1 号楼/邮政编码：210019

电话：86 25 83389999/传真：86 25 83387521

电子邮件：ht-rd@htsc.com

深圳

深圳市福田区益田路 5999 号基金大厦 10 楼/邮政编码：518017

电话：86 755 82493932/传真：86 755 82492062

电子邮件：ht-rd@htsc.com

北京

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同 28 号太平洋保险大厦 A 座 18 层/

邮政编码：100032

电话：86 10 63211166/传真：86 10 63211275

电子邮件：ht-rd@htsc.com

上海

上海市浦东新区东方路 18 号保利广场 E 栋 23 楼/邮政编码：200120

电话：86 21 28972098/传真：86 21 28972068

电子邮件：ht-rd@htsc.com

华泰金融控股（香港）有限公司

香港中环皇后大道中 99 号中环中心 53 楼

电话：+852-3658-6000/传真：+852-2567-6123

电子邮件：research@htsc.com

http://www.htsc.com.hk

华泰证券（美国）有限公司

美国纽约公园大道 280 号 21 楼东（纽约 10017）

电话：+212-763-8160/传真：+917-725-9702

电子邮件：Huatai@htsc-us.com

http://www.htsc-us.com

华泰证券（新加坡）有限公司

滨海湾金融中心 1 号大厦，#08-02，新加坡 018981

电话：+65 68603600

传真：+65 65091183

https://www.htsc.com.sg

©版权所有 2026 年华泰证券股份有限公司