行业研究

2025 年度广东省

激光行业发展研究报告

白皮书

—— 产业趋势 · 核心赛道 · 支撑体系 · 发展建议 ——

编制单位：深圳市激光智能制造行业协会

广东省激光行业协会

深圳市智造激光技术研究院

二〇二五年十二月

编制说明与免责声明

一、本白皮书面向广东省工业和信息化、发展改革系统的产业规划部门，产业园区、招商引资机构及激光产业链企业，供产业研究、规划编制与决策参考使用。

二、本白皮书所引用的市场规模、企业财务、政策条款等数据均来自公开渠道，包括行业协会统计、政府部门公开文件、上市公司定期报告与公告、市场研究机构公开摘要及主流媒体报道，引用处均标注来源与年份。不同机构统计口径存在差异，正文使用时已分别注明口径，未做统一换算。

三、文中标注“据公开信息（待核实）”的内容，表示相关事实未能通过公开渠道完整核实；标注“预测”“预计”的内容为基于公开信息的分析性判断，不构成对未来的承诺。

四、本白皮书不构成任何投资建议或商业决策依据。任何机构或个人依据本白皮书内容作出决策所产生的后果，编制方不承担责任。

五、本白皮书数据截止时间为 2025 年 12 月，此后发生的政策调整、市场变化不在覆盖范围内。

目　　录

前言 7

编写背景与意义 7

研究范围与方法 8

核心观点摘要 8

第一章 宏观环境与产业概览 10

1.1 全球激光技术与产业发展趋势 10

1.1.1 技术革新驱动产业深度转型 10

1.1.2 从"贵族传感器"到普及化应用的成本下行趋势 13

1.2 中国激光产业政策与市场动态 17

1.2.1 国家层面智能制造与智能驾驶政策支持 17

1.2.2 "智驾平权"与市场需求爆发 21

1.3 广东省激光产业发展基础与战略地位 25

1.3.1 广东省制造业数字化转型的引领作用 25

1.3.2 产业集聚与完整的激光产业链 28

第二章 核心赛道深度分析 33

2.1 赛道一：激光智能制造装备 33

2.1.1 发展现状：高功率加工、精密制造、专用装备 34

2.1.2 技术前沿："激光+AI"全链路智能化升级 38

2.1.3 典型应用：新能源电池、消费电子、医疗设备加工 42

2.1.4 广东企业实践案例（如大族激光、杰普特等在粤企业） 45

2.2 赛道二：车载激光雷达 50
2.2.1 市场驱动：城市 NOA 渗透、L3 法规落地、AEB 新规催化 .. 51
2.2.2 竞争格局："四巨头"格局下的广东力量 57
2.2.3 技术路径：固态化、芯片化、千线级产品突破 62
2.2.4 市场规模预测与广东产业链机遇 67
2.3 赛道三：激光核心器件与材料 72
2.3.1 激光器芯片：VCSEL 对 EEL 的替代趋势及高功率芯片突破 .. 72
2.3.2 光学元器件：车规级镜头、光束整形器件 80
2.3.3 广东省在光芯片、无源器件领域的优势与挑战 85
第三章 新兴应用与未来增长极 90
3.1 人形机器人："机器人之眼"开启第二增长曲线 90
3.1.1 激光雷达在机器人感知中的不可替代性 91
3.1.2 市场潜力与广东机器人产业生态协同 93
3.2 高端医疗与科学仪器 99
3.2.1 激光在医疗美容、诊断、治疗中的应用拓展 99
3.2.2 半导体量检测设备中的激光技术 104
3.3 光通信与硅光集成 106
3.3.1 CPO 时代下的激光光源与光芯片挑战 106
3.3.2 广东省在光模块产业链的布局与机会 111
第四章 广东省产业支撑体系分析 115
4.1 政策与创新环境 115

4.1.1 省级制造业数字化转型政策赋能 115
4.1.2 研发投入、知识产权保护与标准制定 120
4.2 产业集群与供应链韧性 123
4.2.1 珠三角激光装备产业集群 123
4.2.2 供应链安全与区域化重塑挑战 128
4.3 人才与资本要素 132
4.3.1 复合型人才需求与培养体系 132
4.3.2 产业投资趋势与融资案例 135
第五章 挑战、风险与发展建议 138
5.1 面临的主要挑战 138
5.1.1 技术迭代加速与验证风险 138
5.1.2 市场竞争加剧与价格压力 140
5.1.3 地缘政治与供应链不确定性 142
5.2 风险提示 144
5.2.1 技术路线风险 144
5.2.2 市场渗透不及预期风险 145
5.2.3 政策法规变动风险 146
5.3 对广东省激光产业发展的策略建议 148
5.3.1 强化核心技术攻关，布局 FMCW 等前沿技术 148
5.3.2 推动"激光+"跨行业融合应用示范 150
5.3.3 优化产业生态，支持龙头企业与专精特新"小巨人" 151

5.3.4 加强国际合作与出海布局，提升全球竞争力 153

附录 156

附录一：广东省主要激光相关企业名录（部分） 156

附录二：2023—2025 年激光产业重要政策法规汇编 158

附录三：术语解释 160

参考文献与数据来源说明 163

前言

编写背景与意义

激光被称为"最快的刀""最准的尺""最亮的光"，是现代制造业中少数兼具加工工具与感知器件双重属性的技术。它既是切割、焊接、打标、表面处理、增材制造的执行单元，也是激光雷达、光通信、精密测量、医疗诊疗的信息载体。这一双重属性决定了激光产业的特殊位置：它向上连接光学材料、半导体芯片与精密机械，向下渗透新能源、汽车、3C、半导体、医疗、机器人等几乎所有先进制造领域，其水平在相当程度上反映了一个地区制造业的技术密度。

从全球看，激光器市场保持稳健扩张。据中国光学学会《2025 中国激光产业发展报告》，2024 年全球激光设备（系统集成口径）市场销售收入约 218 亿美元，中国占比 56.6%，是全球最大单一市场。中国激光设备市场 2024 年约 897 亿元，2025 年回升至 958 亿元。据中商产业研究院数据，中国激光器（广义器件口径）市场规模 2024 年约 1353 亿元，2025 年预计超过 1600 亿元。规模之外更值得关注的是结构变化：光纤激光器国产化率从 2017 年的 33.6% 升至 2024 年的 86.2%，中国激光专利 2007 至 2021 年的年均复合增长率达 18.6%，约为全球增速的 2.7 倍。国产替代已从整机环节深入器件环节。

在这一格局中，广东的位置需要被准确描述。据广东省激光行业协会统计，广东激光产业营收约 1837.87 亿元，占全国 30% 以上，相关企业超过 1000 家，在建与运营的激光类园区 69 个，总投资约 678.8 亿元。广东省《制造业高端化智能化绿色化发展行动计划（2025—2027 年）》提出激光相关营收突破 1800 亿元、年均增长超过 15%、培育若干营收超 50 亿元龙头企业的目标。规模领先是事实，但领先并不等于稳固：广东的优势集中在装备集成与下游应用，上游核心器件与材料仍是短板；车载激光雷达等新兴赛道广东企业占据头部位置，但技术路线尚未收敛、盈利尚未得到验证。

编写本白皮书的意义正在于此。对政府而言，需要一份能把产业规模、结构、短板与政策工具对应起来的底稿，用于规划编制、招商引资与资源配置；对企业而言，需要一份能看清技术路线、市场节奏与风险边界的参照；对投资与研究机构而

言，需要一份口径清晰、来源可追溯的数据基础。本白皮书试图同时满足这三类需求。

研究范围与方法

研究范围上，本白皮书以广东省激光产业为核心观察对象，向上延伸至全球技术趋势与国家政策环境，向下深入到三条主赛道与若干新兴应用。时间范围以 2023 至 2025 年为主，涉及趋势判断时延伸至 2026 年及以后。产业口径上，主要覆盖激光器与核心器件、激光加工装备与系统集成、激光应用服务三个层次；激光雷达、光通信与硅光集成等与激光技术高度相关的领域，作为关联产业纳入分析。

研究方法上，采用四种方式相结合。一是公开数据整理，来源包括中国光学学会、中国光学光电子行业协会、国家统计局与海关总署、广东省及各地市统计与工信部门、上市公司年报与公告、市场研究机构公开摘要。二是政策文本分析，对国家、广东省及珠三角主要地市的产业政策文件进行梳理，提取发文单位、时间、支持对象与支持方式。三是专利与文献分析，参考国内外专利数据库与行业专利导航报告，识别技术分支格局与风险点。四是企业调研信息整合，以公开披露的企业官网信息、年报、展会资料与媒体报道为基础，避免引用未经证实的数据。

需要说明三点。其一，激光产业的统计口径在不同来源之间存在差异：激光器（器件）口径、激光设备（整机）口径、系统集成口径的数值差异可达数倍，本白皮书在使用时均标注口径与来源，不做强行统一。其二，涉及企业财务与市场预测的数据以公开披露为限，未公开的一律标注"未公开"或"待核实"，不做推算。其三，部分前瞻判断（如技术路线收敛方向、市场规模预测）属于基于公开信息的分析性判断，而非确定结论，读者应结合自身掌握的信息独立判断。

核心观点摘要

第一，广东激光产业的规模优势真实但结构性。1837.87 亿元的营收、超过 1000 家企业、69 个园区构成了全国最大的激光产业集群，但附加值主要集中在装备集成与应用环节，上游的光芯片、高功率光栅、深紫外镀膜、飞秒种子源仍依赖外部供应。规模优势需要转化为环节控制力，否则在价格战中会被持续压缩利润空间。

第二，三条主赛道的成熟度与风险各不相同。激光智能制造装备是基本盘，增长稳健但同质化竞争激烈，出路在"激光+AI"与工艺服务化；车载激光雷达是增长最快也最不确定的赛道，广东占据头部位置但尚未解决盈利问题，且面临技术路线尚未收敛的风险；核心器件与材料是短板最明显、也最值得投入的方向，广东在光模块与部分光学元件上有基础，但缺乏系统性的攻关组织。

第三，新兴应用中，人形机器人与光通信是两条值得押注的曲线。机器人用激光雷达的市场逻辑与车载不同——对成本的敏感度较低、对小型化与可靠性的要求更高，广东在机器人本体与供应链上的优势可以复用。光通信方面，AI 算力驱动 800G 与 1.6T 光模块需求爆发，硅光与 CPO 演进带来激光器与光芯片的新需求，广东在光模块整机上具备规模优势，缺的是上游光芯片与高速器件。

第四，政策工具已经齐备，缺的是精准投放。首台（套）保险补偿、专精特新梯度培育、国家重点研发计划专项、政府引导基金等通道均已存在，但激光作为细分领域在多数政策中未单列，企业往往需要挤进"半导体""高端装备"等大类赛道争取资源。设立激光专项或明确额度划分，是成本低、见效快的改进方向。

第五，风险的形态正在从市场风险转向合规风险。价格战与技术路线风险属于可预期的市场风险，企业已有一定的应对经验；而出口管制、数据安全、标准认证升级这类合规风险的突发性更强，中小企业的应对能力普遍不足。政府在这一领域提供公共服务——检测认证平台、出口合规服务、专利导航与预警——的边际效益最高。

第一章 宏观环境与产业概览

本章回答三个核心问题：一是全球激光产业在技术、市场与区域结构上处于何种演变阶段；二是哪些技术路线正在重塑产业的价值分布；三是成本下行如何将激光从"贵族专用"推向规模化普及，并由此勾勒上述趋势对广东省的产业含义。结论先行：全球激光产业已进入"应用牵引、多极驱动、高端与普及并行"的深度转型期，中国是最大单一市场但上游核心器件仍是短板，成本曲线成为决定渗透率的关键变量。广东省作为全国最大集聚区（2024 年产业营收 1837.87 亿元、占全国 30%以上），须把握窗口期，由设备集成优势向核心器件与高端应用两端延伸。

1.1 全球激光技术与产业发展趋势

图 1-3 全球激光器市场规模（器件口径）

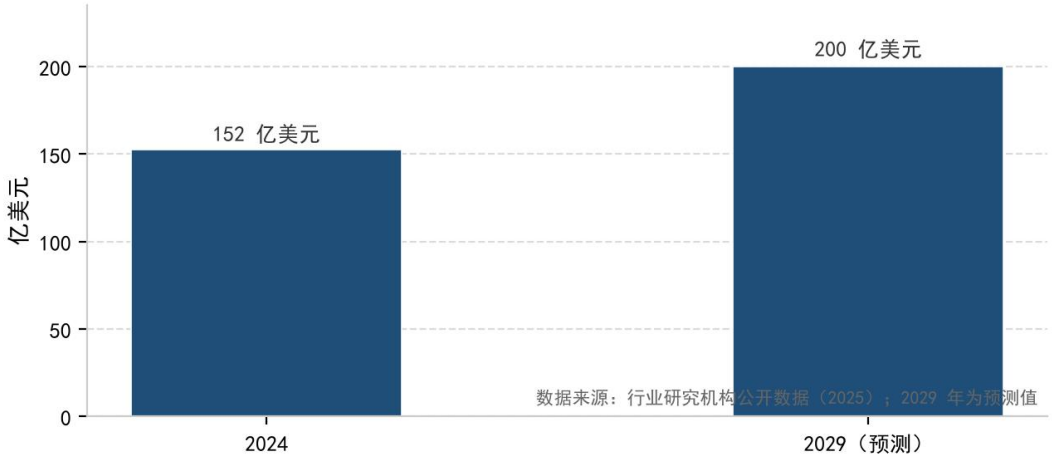


图 1-1 全球激光器市场规模（器件口径）

1.1.1 技术革新驱动产业深度转型

全球激光产业正从"通用加工工具"向"半导体、新能源、智能感知、前沿科学"多极驱动的深度转型期演进，技术路线分化加速，高端化与普及化并行推进。

这一转型首先体现在市场体量的结构性扩张。由于统计口径差异巨大，引用全球激光数据时必须明确边界。按"激光器器件/光源"窄口径，2024 年全球市场规模 152.38 亿美元（约 1080 亿元人民币），Yole 与 Tematys 联合研究预计 2025—2029 年复合增速约 5%，2029 年突破 200 亿美元（来源：Yole & Tematys，2025）。按"激光设备（系统集成/整机）"口径，2024 年全球市场销售收入约 218 亿美元（约

1589.85 亿元人民币），较 2023 年略有下滑，其中中国占 56.6%（来源：中国光学学会《2025 中国激光产业发展报告》，2025）。按"激光系统、组件与材料"广义口径，BCC Research 估计 2024 年为 210 亿美元，2029 年达 304 亿美元、CAGR 7.7%（来源：BCC Research，2024）。三类口径相差可达一个数量级，规划编制时须固定口径，避免混用导致决策误判。

技术路线的分化是转型的核心表征。传统光纤、半导体、固体三大成熟路线依托工业材料加工与消费电子构成基本盘，而 VCSEL、超快、碟片、固态雷达、自由电子激光等新兴路线则在高附加值场景中增速显著高于行业均值。下表归纳了六条主要技术路线在 2024—2025 年的代表进展与产业成熟度。

表 1-1 全球激光主要技术路线演进一览（2024—2025）

技术路线	代表进展（2024—2025）	典型应用	产业成熟度
光纤激光器（高功率）	中国实现 60kW 级批量切割、100kW 级稳定输出，实测 111.1kW（大族光子，2025）	船舶/重工中厚板切割、新能源电池焊接	批量应用，超高功率攻关中
超快激光器（皮秒/飞秒）	中国市场规模 45.5 亿元（2024，+13.2%）；关键器件自主率由<15%（2021）升至 43%（2025）	半导体先进封装、TGV 玻璃通孔、透明脆性材料	整机成熟，核心材料仍弱
半导体激光器/VCSEL	全球 94—94.2 亿美元（2025）；100G/200G VCSEL 量产并通过车规认证（老鹰半导体，2025）	光通信 800G/1.6T、车载雷达、3D 传感	数通量产，车载导入期
碟片激光器	全球 5.26 亿美元（2025，CAGR 6.61%）；动力电池行业累计装机超 4000 台（TRUMPF）	厚板切割、高反材料焊接、航空航天	工业成熟，超快小批量
固态/全固态激光雷达	全球 89.7 亿美元（2025，+34.2%）；纯固态占比首超混合固态	智能驾驶、机器人、低空经济	拐点确立，FMCW/OPA 预量产

自由电子激光/SSMB	清华 SSMB 原理验证（2021）；xLight 获美商务部最高 1.5 亿美元意向支持（2025）	EUV 光刻、大科学装置、前沿科研	战略储备，工程验证阶段

解读：第一，六条路线呈现"成熟路线守基本盘、新兴路线抢增量"的格局，光纤与超快合计已决定工业加工的主导权，而半导体激光与固态雷达由通信与汽车双引擎拉动。第二，中国企业在光纤高功率（大族光子）、超快整机（华日精密、杰普特）、VCSEL 车规（老鹰半导体）等方向已实现并跑甚至局部领跑，但超快核心材料、深紫外倍频晶体、高端光芯片仍依赖进口。第三，自由电子激光与 SSMB 属于"十年期"战略变量，决定未来 EUV 光刻与前沿科研的自主权，宜作为重大科技基础设施予以长期投入。第四，路线成熟度差异意味着产业政策不能"一刀切"，对批量应用环节应引导兼并重组防内卷，对预量产与工程验证环节应集中资源攻坚。

全球区域格局进一步印证了转型方向。BCC Research 数据显示，2023 年亚太占全球激光技术市场 51.9%，由中国半导体与工业需求主导；按终端应用，2024 年全球激光系统、组件与材料中工业 64 亿美元、半导体电子 41 亿美元、医疗美学 31 亿美元、通信 25 亿美元为前四大板块（来源：BCC Research，2024）。增长由四轮驱动叠加：工业自动化与智能制造对高精度加工的需求、AI 算力与高速光通信（数据中心、CPO）的爆发、新能源（动力电池、光伏、储能）工艺渗透，以及中国等市场的进口替代加速。但需求短期仍处底部区间——IPG Photonics 称行业在"bounce along the bottom"，其中国区销售 2024 年下滑约 22%，份额被锐科激光等国内企业挤压，全球竞争焦点转向超高功率、超快与 AI 工艺一体化（来源：PMarketResearch、IPG 公开表述，2025）。工业激光器（系统集成口径）2025 年约 78 亿美元、CAGR 5.8%，其中光纤激光占 48.4%、切割应用占 40%，全球 CR5 约 50%以上由 IPG、Coherent、TRUMPF、Lumentum、nLIGHT 主导（来源：PMarketResearch，2025）。

技术革新的第二层含义，是激光向半导体与先进制造"卡脖子"环节的纵深渗透。紫外与深紫外激光凭借高光子能量实现"冷烧蚀"与极小热影响，成为先进封装与第三代半导体的关键工艺：紫外激光占半导体激光器应用约 61.2%，主导晶圆切割与打标；天津大学胡明列团队已实现全国产 213nm 深紫外皮秒激光

（>1W@80MHz、脉宽<12ps），可支撑 28nm 以下芯片检测，突破深紫外光源进口依赖（来源：天津大学科研院，2025）。与此同时，EUV 光刻的 LPP 等离子体光源已成为 7nm 以下唯一路径，ASML High-NA EUV 陆续导入 Intel、TSMC、三星，2025 年初 ASML 称光源功率提升将使吞吐提高最高 50%，但现行 LPP 产生 500W EUV 需耗电约 1.1MW，能耗与功率瓶颈推动替代光源（FEL/SSMB）研发加速。

广东坐标：上述趋势对广东省意味着，单纯依靠设备集成的规模优势已不足以维持长期竞争力。广东 2024 年激光与增材制造产业营收达 1837.87 亿元、近五年复合增速 13%、相关企业超 1000 家、占全国 30%以上，并拥有大族激光、杰普特、英诺激光、海目星、创鑫激光等一批龙头企业（来源：广东省激光行业协会，2025）。广东的载体基础已较为厚实：累计培育 20 余家上市企业、14 家工信部"单项冠军"企业及 25 家专精特新"小巨人"企业，集聚 20 余个国家级、90 余个省级创新平台，布局 69 个重点产业园区项目、总投资约 678.8 亿元，省级专项投入 5.916 亿元并带动社会资本 13.75 亿元（来源：广东省激光行业协会，2025）。但广东的优势集中在中下游设备与整机，上游核心器件（高功率泵源、深紫外晶体、超快光栅、高端光芯片）自给率偏低。在全球技术路线分化、高端器件出口管制趋严的背景下，广东应依托广深双核与珠西节点，把"整机强"转化为"全链强"，在超高功率光纤、超快种子源与关键光学元件上设立攻关清单，避免关键环节受制于人。

1.1.2 从"贵族传感器"到普及化应用的成本下行趋势

激光器件与系统的单位成本持续下探，正推动激光由高端专用设备走向规模化普及，成本曲线已成为决定下游渗透率的核心变量，而非单纯的技术先进性。

成本下行的直观证据集中在感知与加工两端。在智能感知侧，车载激光雷达是最典型的"贵族传感器平民化"案例：受硅光集成与芯片化驱动，单芯片集成模组成本降至 380 美元以内，三年累计降幅达 61%；单线束均价由 2021 年降至 2025 年的 480 美元（较 2021 年-60%），固态化方案 2025 年占比已达 72%（来源：IIM 信息，2025）。在加工侧，光纤激光器国产化率的跃升直接拉低了整机价格：中国光纤激光国产化率由 2017 年的 33.6%升至 2024 年的 86.2%，国产芯光纤与泵源的突破使万瓦级设备从"进口高价"转为"国产平价"（来源：山东产研院测算，2024）。

超快激光关键器件的自主率亦由 2021 年的不足 15%升至 2025 年的 43%，带动整机国产化率超过 82%（来源：IIM 信息，2025）。

表 1-2 关键激光器件与系统成本下降轨迹（2021—2025）

器件/系统	时间节点	价格/成本变化	主要驱动因素
车载激光雷达模组	2022—2025	单芯片模组成本降至 380 美元内，三年累计-61%	硅光阵列、芯片化、规模量产
激光雷达单线束均价	2021—2025	降至 480 美元，较 2021 年-60%	固态化（2025 占 72%）、FMCW
光纤激光器国产化率	2017—2024	33.6%→86.2%，整机价格同步下行	国产增益光纤/泵源突破
超快激光关键器件自主率	2021—2025	<15%→43%，整机国产化 82%	光栅/晶体国产、首台套政策

解读：第一，成本下降的主引擎是"技术成熟度×规模效应×国产替代"三重叠加，其中国产替代是中国特色的加速器，使同一性能档位的设备价格快速向制造业可承受区间收敛。第二，成本曲线的陡峭程度与普及速度正相关——激光雷达单线束三年降 60%，直接推动 2025 年乘用车前装搭载超 280 万套、渗透率突破 9%（来源：Frost&Sullivan / 中商，2025）。第三，成本下行也带来"内卷"风险：中低端切割设备因同质化竞争已出现毛利下滑，广东等地须防止低端重复建设，把降本红利导向焊接、超快、光通信等增量赛道。第四，即便成本下行，高端环节仍"贵"——超快高功率泵浦 LD、真空紫外窗口、高损伤阈值啁啾体布拉格光栅进口依赖仍达 65%—90%，说明成本红利尚未传导至最上游。

成本下行的"广度"同样值得关注。半导体激光器作为光通信与传感的"心脏"，2025 年全球市场规模约 94—94.2 亿美元、2026 年预计增至 100.9—107 亿美元，AI 数据中心 800G/1.6T 光模块与车载雷达构成核心增量（来源：Industry Perspective，2025）；其单位通道成本的持续下探，使激光由"通信设备专属"走向算力集群短距互连的规模化标配。在医疗消费端，中国城市医美激光渗透率已达 81%，但三线以下市场仅 29%，下沉空间与基层医疗构成增量，国产设备凭性价比加速渗透（来源：IIM 信息，2025）；在机器人端，固态雷达 2025 年出货 180 万颗（+89%），低空经济与移动机器人成为激光感知的新蓝海。成本曲线的每一次下移，都在把原本的"贵族应用"重新定义为"可负担的基础设施"。

成本下行同时重塑了全球市场格局。中国已是全球最大激光设备市场与生产国，但不同口径下的"中国规模"差异显著，需要统一对照。下表汇总了多源统计下的全球与中国规模及占比。

表 1-3 全球与中国激光市场规模对比（2024—2025）

统计口径	全球规模	中国规模	中国占比/备注
激光设备（系统集成口径，2024）	218 亿美元	897 亿元	56.6%
激光系统/组件/材料（2024）	210 亿美元（BCC）	据公开信息（待核实）	亚太占 51.9%（2023）
激光器广义器件（2024）	约 152—230 亿美元（多源）	1353 亿元	全球最大单一市场
中国激光设备（2025E）	—	958 亿元（+6.8%）	58%

解读：第一，无论何种口径，中国均居全球最大单一市场地位，2024 年设备口径占比 56.6%、2025 年升至 58%，且 2024 年 897 亿元为近年首次微降 1.4%（主因房地产下行拖累切割需求）后于 2025 年强劲反弹（来源：中国光学学会《2025 中国激光产业发展报告》，2025）。第二，广义激光器（含各类激光器整机模块）2024 年约 1353 亿元、2025 年预计超 1600 亿元，2018—2025 年 CAGR 保持 13%以上（来源：中商产业研究院《2026 中国激光产业发展白皮书》，2025），与设备口径共同构成"器件—整机"双层统计体系。第三，区域上 2024 年华南约 420 亿元居全国首位，华东约 270 亿元、华中约 260 亿元，集群效应明显（来源：中商产业研究院，2025）。第四，出口成为重要增量，2024 年激光切割设备出口 141.6 亿元（+2%）、出口量 61.4 万台，东南亚与中东成新增长极，成本优势是出海竞争力的底层支撑。

成本下行的结构性含义，是激光应用边界从工业加工向消费医疗、消费电子、机器人与低空经济持续拓宽。医疗美容激光是典型代表：全球医美激光设备 2025 年约 84.6 亿美元（同比+12.3%），中国占约 19%、规模突破 128 亿元（同比+17.5%），但外资长期主导（以色列飞顿约 32%、赛诺龙 15%等），国产正由中低端向皮秒等高端突破（来源：IIM 信息《全球及中国医美激光设备产业洞察研究报告》）。在机器人领域，固态雷达 2025 年出货 180 万颗（+89%），成为激光感知的新增量。政策层面，2024 年 1 月工信部等 7 部门《关于推动未来产业创新发展的

实施意见》将"激光制造"明确为未来产业重点方向；2025 年 12 月"增材制造与激光制造"再次纳入国家重点研发计划七大重点专项；2026 年公布的"十五五"规划纲要将激光加工设备纳入未来产业培育方向（来源：工信部、科技部、新华社，2024—2025），政策、技术、市场三重红利叠加。

广东坐标：成本下行对广东是一把"双刃剑"。一方面，广东在中小功率光纤激光器、激光焊接机等品类产量全球领先，年营收超 1 亿元企业达 90 余家，完整产业链与规模效应使广东成为降本红利的最大受益者，也为"整机出海"提供了价格竞争力——2024 年华南激光产业规模约 420 亿元居全国首位（来源：广东省激光行业协会、中商产业研究院，2025）。另一方面，过度依赖中低端设备集成易陷入同质化价格战，挤压研发投入。广东应将成本优势转化为"高端普及"能力：依托深圳宝安等完整产业链与广州、珠海、佛山节点，在激光焊接（新能源电池）、超快微加工（半导体封装）、车载与机器人激光雷达等增量赛道形成差异化优势，并以首台套、采购补贴等手段提升国产高端器件"上车率"，避免把降本红利停留在低端环节。落地抓手上，可依托深圳《推动工业母机、激光与增材制造产业高质量发展若干措施（2025 年修订）》与省级产业集群行动计划，对焊接、超快、光通信等增量赛道给予专项支持，对切割等过剩环节引导兼并重组，并以整机出口监测与退税支持对冲国内周期波动——2024 年激光切割设备出口 141.6 亿元（+2%）、出口量 61.4 万台，出海已成广东激光稳链强链的关键变量（来源：广东省激光行业协会、中商产业研究院，2025）。据《广东省培育激光与增材制造战略性新兴产业集群行动计划》，到 2025 年该产业营收目标突破 1800 亿元、年均增长超 15%，并培育 5 家以上年营收超 50 亿元的龙头企业，路径已清晰，关键在于执行中向价值链上游迁移的力度。

1.2 中国激光产业政策与市场动态

图 1-1 中国激光市场规模（两种统计口径对比）

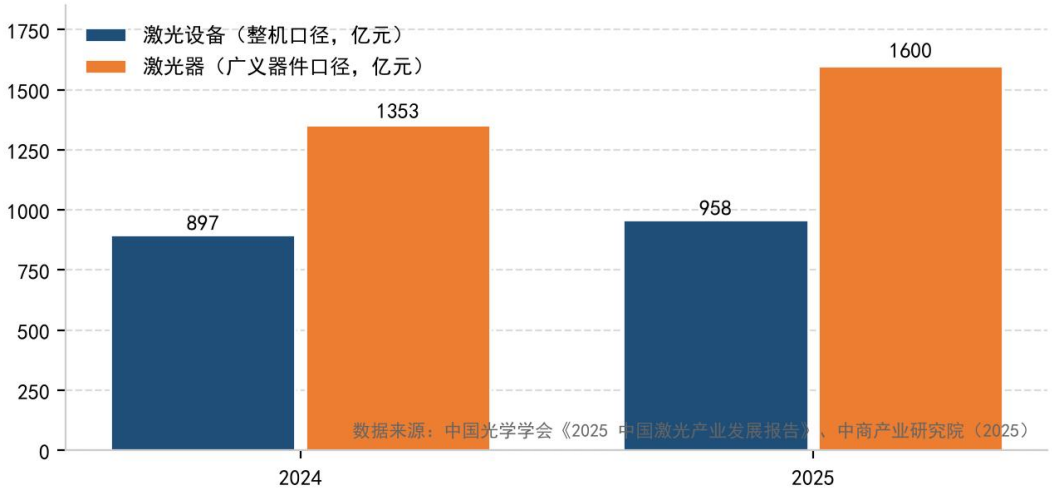


图 1-2 中国激光市场规模（两种统计口径对比）

国家"智能制造+智能驾驶"双线政策与"智驾平权"引发的终端放量，正在重塑激光产业的需求结构与增长逻辑。1.2.1 梳理国家层面智能制造与智能驾驶政策矩阵及其对激光装备、车载激光雷达的双向作用；1.2.2 以"智驾平权"为切入点，量化市场需求的爆发节奏，并落到广东可争取的具体机会。本节所有政策条目均标注发文单位、发布时间与支持方式，市场数据均标注来源与年份。

1.2.1 国家层面智能制造与智能驾驶政策支持

结论：国家已构建"智能制造装备创新—首台（套）保险补偿—智能驾驶强制标准"三位一体政策矩阵，把激光加工装备与车载激光雷达同时纳入"鼓励攻关"与"强制规范"两大通道，为广东激光产业提供了从研发、首用到准入的全链条政策接口。

从政策供给看，激光产业同时受益于"装备侧"与"汽车侧"两条国家级主线。装备侧以智能制造、关键材料、电子元器件、科技专项与专精特新为主，解决的是"能不能造得出、用得上"；汽车侧以智能网联汽车强制国标与车载激光雷达行业标准为主，解决的是"装不装、怎么验收"。两条线在车载激光雷达这一交叉点上汇合，使激光产业首次同时获得"供给激励"与"需求托底"。

一、智能制造与激光装备政策链。 工信部等八部门《"十四五"智能制造发展规划》（工信部联规〔2021〕207 号，2021-12-28）将超快激光制造装备、激光焊接/切割/增材制造装备纳入关键战略装备，鼓励在汽车车身焊接、动力电池极耳焊接、航空航天发动机叶片加工、3C 电子精密打标与切割等场景开展首台（套）示范与规模化应用；企业可经地方工信部门申报智能制造示范工厂、揭榜挂帅项目，中央财政通过智能制造专项、产业基础再造工程给予支持，激光装备与工业机器人、数控机床同属工业母机与基础制造装备支持范畴。工信部、科技部、自然资源部《"十四五"原材料工业发展规划》（2021-12）将高性能激光晶体、非线性光学晶体、特种光纤、高功率激光芯片列入关键战略材料，支持企业通过"一条龙"应用示范、重点新材料首批次保险补偿实现国产替代。工信部《基础电子元器件产业发展行动计划（2021—2023 年）》（工信部电子〔2021〕5 号，2021-01）将高功率激光器、高速光通信器件列为突破重点，对接工业强基、产业基础再造、技术改造专项。科技部"增材制造与激光制造"重点专项（国家重点研发计划）2024 年度国拨经费约 3.54 亿元、部署约 38 项任务，2025 年度继续支持（部分延续与补充任务国拨约 1579 万元），申报主体经国家科技管理信息系统在线申报、产学研联合攻关，是激光企业获取国家级研发资金的主渠道。工信部办公厅《关于开展第七批专精特新"小巨人"企业培育工作的通知》（工信厅企业函〔2025〕190 号，2025）构建"创新型—专精特新—小巨人—单项冠军"四级梯度，激光芯片、特种光纤、光学元件、振镜/控制系统等"隐形冠军"型中小企业高度契合申报方向。

二、首台（套）保险补偿——打通首用"最后一公里"。 工信部、财政部、金融监管总局《关于进一步完善首台（套）重大技术装备首批次新材料保险补偿政策的意见》（工信部联重装〔2024〕89 号，2024-05-24）将政策升级为"先资格审定、后资金申请"，对符合条件的投保企业按不超过实际缴纳保费的 80%给予补助，资格有效期 5 年，且已投保质量保障类保险的首台（套）一般不再收取质量保证金。2025 年度申报以《首台（套）重大技术装备推广应用指导目录（2024 版）》为依据，高端工业母机、电子专用装备可按批次数方式支持——激光加工装备正属此列。对广东而言，该政策是本地高功率光纤激光器、超快激光器、激光焊接机器人首台（套）进入车企、航天、3C 产线的关键风险对冲工具。

四、"十五五"电子信息制造业规划的方向性衔接。全国人大批准的《第十五个五年规划纲要》将"新质生产力""集成电路与光电"列为制造强国建设重点；据此工信部牵头编制电子信息制造业"十五五"专项规划，提出夯实光子产业根基、突破高功率半导体激光芯片与先进光通信器件、拓展工业母机用高端激光加工设备与车载激光雷达应用场景，推动激光产业由"装备集成"向"核心器件+高端装备+系统服务"升级。对地方的导向是：招商与项目布局应优先补强激光芯片、特种光纤、光学元件等上游短板，并围绕新能源、半导体、智能汽车等下游场景打造应用示范。由于细则尚待官方全文公开，规划部门引用具体指标与资金安排应以工信部正式发布文本为准，本稿仅作方向性提示，避免将未公开细节作为决策依据。

三、智能驾驶强制标准——为激光雷达创造确定性需求。 2026 年智能网联汽车标准体系集中落地：国家标准委《智能网联汽车 组合驾驶辅助系统安全要求》将 L2 级产品划分为基础单车道、基础多车道、领航 NOA 三类并设差异化技术指标，明确驾驶员始终承担全部驾驶责任；国家标准委《智能网联汽车 自动驾驶系统安全要求》适用于 L3/L4 级 M、N 类车辆；公安部、工信部、交通运输部修订《机动车运行安全技术条件》，要求装备组合驾驶辅助系统的车辆具备激活条件确认、手眼脱离检测和运行异常检测功能。此外，强制性国家标准《轻型汽车自动紧急制动系统（AEB）技术要求及试验方法》将 AEB 由推荐性升级为 M1/N1 类新车强制标配，覆盖 10—80km/h 并强化行人、骑行者等弱势道路使用者识别。国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会《车载激光雷达性能要求及试验方法》（GB/T 45500-2025，2025）统一测程、精度、角分辨率、环境适应性与可靠性验收依据，直接降低车企导入成本。

表 1-4 国家级智能制造与智能驾驶相关政策一览

政策名称	发文单位	发布时间	支持/规范方式	与激光产业关系
《"十四五"智能制造发展规划》	工信部等八部门	2021-12-28	示范工厂、揭榜挂帅、产业基础再造工程	超快激光、激光焊接/切割/增材装备列为关键战略装备，打开下游市场
首台（套）重大技术装备首批次新材料保险	工信部、财政部、金融监管总局	2024-05-24	保费补助不超过 80%，资格有效期 5 年	激光装备属高端工业母机，破解首用风险、

补偿政策（工信部联重装〔2024〕89 号）				对冲用户信任不足
"增材制造与激光制造"重点专项	科技部（国家重点研发计划）	2024—2025	国拨经费（2024 约 3.54 亿/38 项）	超快精密制造、高功率焊接、核心器件产学研联合攻关主渠道
第七批专精特新"小巨人"培育（工信厅企业函〔2025〕190 号）	工信部	2025	四级梯度培育+资金/信贷/上市通道	上游"卡脖子"激光中小企业精准申报，建产业链韧性指标
《车载激光雷达性能要求及试验方法》（GB/T 45500-2025）	国家标准委、中汽中心	2025	推荐性国标，统一验收依据	降低车企导入成本，支撑国产激光雷达全球竞争

解读：① 政策重心由"鼓励研发"转向"鼓励首用+强制规范"并行，激光企业既要争首台（套）与专项资金，也要提前按 GB/T 45500-2025 做合规验证。② 高端工业母机口径使激光装备可走"批次数"保险补偿，对单价不高的激光焊接/清洗设备尤为友好。③ 智能驾驶强制国标把"装不装激光雷达"从车企选择题变为安全达标必答题，需求确定性显著增强。④ 广东装备与整车企业可叠加国家专项与地方配套，形成"中央专项+省级资金+首台套补偿"组合拳。

表 1-5 智能驾驶与激光雷达政策催化表

政策/标准	时间	核心要求	对激光产业的催化
GB/T 45500-2025 车载激光雷达国标	2025	统一测程、精度、点频、可靠性验收	降低主机厂导入成本，加速 L2+/L3 装车，利好禾赛、速腾、图达通等
GB 47955—2026 组合驾驶辅助安全要求	2027 实施	L2 分三类，领航 NOA 单列指标	定义 NOA 能力层级，推动中高端车型增配激光雷达
GB 7258—2026 机动车运行安全条件	2027 实施	组合驾驶辅助须具备脱手/异常检测	提升感知冗余要求，强化多传感器融合（含激光雷达）必要性

AEB 强制国标（轻型汽车，2026）	2026	M1/N1 类新车强制标配 AEB	弱势道路使用者识别压力下，纯视觉方案受限，激光/红外补盲需求上升

解读：① 四项规定构成"性能标准—功能边界—安全底线—准入强制"的递进约束，共同抬升车载感知硬件的刚性需求。② AEB 强制化尤其利好"视觉+激光雷达"或"视觉+红外"融合路线，单视觉在夜间、逆光、恶劣天气下的物理局限被标准直接点名。③ 国标先行意味着检测认证能力成为区域招商新抓手，谁先建车载激光雷达检测中心，谁先承接标准红利。④ 广东拥有华为乾崑、比亚迪、速腾聚创等链主，标准落地将首先转化为本地订单。

1.2.2 "智驾平权"与市场需求爆发

2025 年"智驾平权"将高速 NOA 下探至 7 万元级车型、把车载激光雷达从高端选配变为规模标配，叠加 AEB 强制国标，直接引爆上游激光器件与整机需求，中国激光雷达市场 2025 年规模预计突破 240 亿元、乘用车前装搭载量同比翻倍。

"智驾平权"由比亚迪 2025 年 2 月 10 日"天神之眼"智能化战略发布会引爆：全系车型标配智驾，7 万元级海鸥即支持高速 NOA，王朝/海洋系列"加配不加价"。比亚迪设定全年 60%以上车型搭载高速 NOA 及以上智驾的目标，对应超 300 万台智驾新能源车增量，并借自研芯片与国产化供应链将城市 NOA 硬件成本压至 3000 元级、激光雷达单价降至千元级（据财联社 2025-02-15 报道，比亚迪高阶方案速腾聚创占约 80%，禾赛 ATX 进入"天神之眼"B 平台十余款车型，2025 年交付量达几十万台）。深蓝联合华为乾崑将高阶智驾压至 17 万元以内， further 把"智驾=高价"的认知彻底改写。需求侧因此从"少数高端车选配"转为"主流家用车标配"，整机降价与装机放量形成正反馈：速腾聚创 MX、禾赛 ATX 定价均低于 200 美元，单颗价格由早期约 8000 元降至约 1400 元，刚好落在 15 万元级家用车可消化临界点（据盖世汽车研究院、有驾 2025-09 数据）。

表 1-6 中国激光设备市场规模与增速（2020—2026E）

年份	销售收入（亿元）	同比增速	全球占比	来源

2020	700	5.0%	—	中商产业研究院（据《2024 中国激光产业发展报告》整理）
2021	821	约 20%	—	中商产业研究院（《2022 中国激光产业发展报告》）
2022	876	约 5%	—	同上
2023	910（中国光学学会口径）/994（中商预测口径）	约 6%	—	双口径差异，引用须注明
2024	897	-1.4%	56.6%	中国光学学会《2025 中国激光产业发展报告》
2025	958	+6.8%	58%	同上
2026E	1025	+7.0%	据公开信息（待核实）	中商产业研究院预测

解读：① 2024 年 897 亿元为近年首次负增长，主因房地产下行拖累钣金切割需求，但全球占比仍升至 56.6%，中国稳居全球最大单一市场。② 2025 年反弹至 958 亿元（+6.8%），增长由 AI 算力、消费级激光与进口替代三引擎驱动，中期 2030 年整体产业规模有望冲击 1800 亿元。③ 不同机构口径差异显著（如 2023 年有 910 亿与 994 亿两版），规划引用须明确口径，避免混用"设备"与"器件"。④ 政策应引导资源向焊接、超快、光通信等高增长细分倾斜，防止中低端切割环节同质化内卷。

表 1-7 中国车载激光雷达市场装机与份额（2023—2025）

指标	2023	2024	2025	来源
中国激光雷达市场规模（亿元）	75.9	139.6（+83.9%）	240.7（预测）	Frost&Sullivan、中商产业研究院
乘用车前装标配搭载量（万颗）	—	—	324.84（+112.07%）	高工智能汽车研究院（2025 全年）

新能源渗透率	—	—	20.48%	同上
头部份额（华为/禾赛/速腾/图达通）	—	—	合计 99.96%	盖世汽车研究院（2025 全年口径）
单颗价格（美元）	约 8000	降至约 200 美元级	<200（芯片化）	速腾 MX、禾赛 ATX 公开定价

解读：① 2025 年搭载量同比翻倍至 324.84 万颗、新能源渗透率 20.48%，即每 5 辆新能源车约 1 辆标配激光雷达（高工智能汽车口径；盖世口径全年约 338.6 万颗，差异源于统计边界，引用须注明）。② 市场高度集中，四家中国厂商合计占 99.96%，国产替代已成既成事实，外资份额仅 0.04%。③ 价格下探至 200 美元级是普及核心推手，但 2026 年价格将继续承压，盈利改善依赖高端产品放量。④ 机器人成为第二曲线：速腾聚创 2025 年机器人激光雷达销量 30.3 万台（+1141.8%），禾赛交付 24 万台（+425.8%），至 2030 年机器人激光雷达市场有望达 280 亿元（东吴证券预测）。

需求爆发不只惠及激光雷达整机，也沿产业链向上游激光加工装备传导。"智驾平权"带动动力电池激光焊接（极耳、电芯连接）、车身激光焊接、域控制器与传感器精密焊接需求放量；比亚迪、广汽、小鹏等整车厂的规模化智驾，使本地激光装备企业在焊接、清洗、打标环节获得稳定订单。与此同时，激光雷达本身量产依赖超快激光精密制造——振镜、光学元件镀膜、发射芯片封装均属超快激光（皮秒/飞秒）加工范畴，将半导体先进封装用超快激光器（2024 年中国市场 45.5 亿元、同比+13.2%，据《2025 中国激光产业发展报告》）推向更高景气。换言之，"智驾平权"在需求端同时拉动"车载激光雷达"与"制造激光雷达/电池的激光装备"两条链，形成"卖铲子+卖金子"的闭环，使激光产业从单一的设备周期波动中部分脱敏。

盈利拐点已经出现：禾赛科技 2025 年全年 GAAP 净利润 4.4 亿元，成为行业首家全年盈利的车规激光雷达企业；速腾聚创 2025 年第四季度首次单季盈利（净利润 1.04 亿元），全年营收约 19.41 亿元、毛利同比+81.3%。需求爆发带动的不仅是整机——上游发射芯片/SPAD（单光子雪崩二极管）国产化率由 2024 年 22%升至 2025 年 35%，固态化占比 2025 年达 72%，技术路线向芯片化、FMCW 演进。AEB

强制国标进一步打开增量：据公开信息（待核实），2024 年中国乘用车 AEB 市场规模约 380 亿元，新国标强制实施后 2026 年有望激增至 1200 亿元，8 万元以下车型装配率从不足 3%拉满至 100%的结构性缺口是主要驱动。

广东坐标：政策与需求爆发在广东落地的四类实质机会。 第一，车载激光雷达"第二增长曲线"广东已占先手。深圳企业速腾聚创居全国前三，叠加华为乾崑智驾（深圳）、比亚迪"天神之眼"（深圳）两大整机方案方，广东具备"整机方案+激光雷达"垂直协同优势；应依托深圳激光与增材制造集群专项与重点研发计划配套资金，重点补强上游发射芯片、SPAD 阵列（国产化率仅 35%）与车规光学元件，把"整机领先"转化为"全链可控"。第二，抢占标准检测认证红利。GB/T 45500-2025 与组合驾驶辅助强制国标 2027 年集中实施，广东可在深圳、广州布局车载激光雷达第三方检测认证与道路测试平台，把标准符合性转化为招商准入门槛与产业服务收入。第三，智驾平权放量反哺激光加工装备。比亚迪、广汽、小鹏等广东整车厂规模化智驾带动动力电池焊接、车身激光焊接、传感器精密加工需求，本地大族激光、海目星、联赢激光、光峰科技等可借首台（套）保险补偿（工信部联重装〔2024〕89 号，保费补助≤80%）切入车企产线首用。第四，政策资金组合申报。广东激光中小企业应纳入省级专精特新培育库，对接第七批"小巨人"（工信厅企业函〔2025〕190 号）与"增材制造与激光制造"重点专项（2024 国拨约 3.54 亿元），形成"小巨人+首台套+国家专项"政策合力，对冲中低端切割环节内卷、向超快、焊接、光通信高端细分升级。

从区域协同看，深圳已通过《培育发展激光与增材制造产业集群行动计划（2022—2025 年）》设专项扶持（核心技术攻关最高 1500 万元、宝安配套最高 4500 万元，据深圳市工信局、发改委），其"集群行动计划+专项扶持+区级配套"三级政策包可直接作为广州、东莞、佛山等地复制模板；粤东西北则可依托产业转移与承接，错位布局光学元件、金属粉末、振镜等配套环节，避免与珠三角同质化内卷。人才侧，可参照武汉光谷"激光第一课堂"模式，联合华南理工、深圳大学等高校与大族激光、华为共建激光卓越工程师实训基地，缓解工艺与光学设计人才缺口，把"政策红利"沉淀为"人力资本"。

1.3 广东省激光产业发展基础与战略地位

广东省是全国最大的激光与增材制造产业集聚区，产业规模、企业数量、有效专利量均居国内首位。本章从需求侧（制造业数字化转型）与供给侧（产业集聚与全产业链）两个维度，论证广东发展激光产业的现实基础与在全国版图中的战略地位，为后续政策建议提供事实支撑。

1.3.1 广东省制造业数字化转型的引领作用

判断：广东制造业数字化转型为激光产业提供了全国最密集的应用场景与最直接的装备迭代牵引，是全省激光产业规模稳居全国第一的根本需求侧支撑。

激光加工装备是智能制造的关键使能装备。工信部等八部门《"十四五"智能制造发展规划》（工信部联规〔2021〕207 号）将超快激光制造装备、激光焊接/切割/增材制造装备纳入关键战略装备范畴，明确支持其在汽车、航空航天、电子等行业规模化示范应用。这一国家定位在广东获得了最雄厚的落地基础：广东拥有全部 31 个制造业大类，制造业规模约占全国 1/8，已形成新一代电子信息、绿色石化、智能家电等 9 个万亿元级产业集群，为激光切割、焊接、清洗、打标、增材制造等提供了从 3C 电子到新能源、从汽车到医疗器械的规模化、差异化应用场景。需求侧的体量，决定了供给侧的集聚。

广东数字化转型的推进力度直接转化为激光装备的市场增量。据广东省工信厅公开数据，近五年省市两级在数字化转型方面累计安排财政资金 100 多亿元，推动 4.8 万家规模以上工业企业实施数字化转型；2025 年广东统筹各级财政资金超 90 亿元支持技术改造和设备更新，并力争当年推动超 1 万家工业企业技改数转。在中小企业层面，2024 年省级财政新增安排 10 亿元支持中小企业数字化转型，其中 9.7 亿元用于支持 14 个地市开展中小企业数字化转型城市试点、0.3 亿元用于建设数字化转型促进中心；2025 年广东"人工智能赋能制造业"政策进一步提速广州、深圳、佛山、东莞、中山、江门等 6 个国家级和 14 个省级中小企业数字化转型城市试点建设。激光设备企业（尤其是切割、焊接、打标、清洗装备厂商）正是这批"链式改造"与"诊断—改造—推广"项目中最直接的受益方，数字化转型的财政杠杆通过技改投资、首台套保险补偿、专精特新培育等渠道持续转化为激光装备的订单。

从政策闭环看，广东已构建"省级专项规划—市级集群行动—区级配套扶持—数字化转型资金"四级联动的政策体系。省级层面，《广东省培育激光与增材制造战略性新兴产业集群行动计划（2021—2025 年）》将激光产业列为十大战略性新兴产业集群之一，提出到 2025 年产业营收超 1800 亿元、年均增长超 15%，并明确以广州、深圳为双核，珠海、佛山、惠州、东莞、中山、江门为重要节点的错位布局；据广东省工信系统公开部署，《广东省制造业高端化智能化绿色化发展行动计划（2025—2027 年）》将"激光相关营收突破 1800 亿元、年均增长超 15%、培育若干营收超 50 亿元龙头企业"列为阶段性目标（具体文号以官方发布为准）。市级层面，深圳"20+8"产业集群体系将激光与增材制造纳入 20 个战略性新兴产业集群，并在 2024 年 3 月"2.0 版本"中将其与工业母机、精密仪器设备合并为"高端装备与仪器产业集群"；区级层面，深圳宝安区作为全国最大激光集聚区（产业规模约占全省 70%、占全国约 30%），对重大激光项目落地、用房、设备投资给予最高 4500 万元支持。这一纵向贯通的政策结构，使激光产业同时承接"战略性新兴产业培育"与"制造业数字化转型"两股政策红利。

省级集群行动计划以"七大重点工程"将上述需求侧势能转化为供给侧任务：强链补链工程靶向招引激光芯片、振镜等短板环节重大项目；园区增效工程提出省市联动建设 15 个以上特色园区（基地）；创新领航工程组织实施省重点领域研发计划"激光与增材制造"重大专项；应用示范工程围绕广州、深圳、珠海、佛山等重点地区建立 100 个以上典型产业应用示范场景，推动激光与汽车、模具、核电、船舶及新一代信息技术、新能源等深度融合；平台聚势、质量品牌培育、知识产权提升三项工程则分别支撑大科学装置集聚、标准话语权与高价值专利布局。这七项工程与数字化转型政策形成"应用牵引—技术攻关—园区承载—标准护航"的闭环，使广东激光产业的增长不是依赖单一产能扩张，而是由真实制造需求驱动的链式升级。

需要指出的是，数字化转型对激光产业的拉动正在从"通用加工"向"高端增量场景"迁移。传统激光切割受房地产下行拖累（2024 年全国激光切割设备市场收入 304.3 亿元，同比下滑 5.1%），而激光焊接在动力电池、汽车电子驱动下高速增长（2024 年成套设备收入 122.5 亿元，2025 年达 212.5 亿元，同比+29.3%），激光清洗替代化学清洗、激光增材制造（SLM）等绿色工艺也因《关于加快推动制造业绿色化发展的指导意见》（工信部联节〔2024〕26 号）获得绿色低碳战略背书。广东

作为新能源、汽车、电子信息第一大省，恰恰是这些增量场景的核心承载地，数字化转型与绿色化转型叠加，将持续重塑激光产业的需求结构。

表 1-8 广东省及重点城市激光与数字化转型相关政策一览

政策名称	发文单位	时间	支持方式 / 关键条款
《广东省培育激光与增材制造战略性新兴产业集群行动计划（2021—2025 年）》	省科技厅、发改委、工信厅、商务厅、市场监管局	2020.09	2025 年营收超 1800 亿、年均增 15%；培育超 50 亿企业 5 家以上、超 10 亿 30 家以上；七大重点工程
《广东省制造业高端化智能化绿色化发展行动计划（2025—2027 年）》	省工信厅等（据公开部署）	2025—2027	激光相关营收破 1800 亿元、年均增超 15%、培育若干超 50 亿龙头企业（文号待核实）
《广东省人工智能赋能制造业高质量发展行动方案（2025—2027 年）》	省政府办公厅（省工信厅牵头）	2025.09	16 条措施；6 个国家级+14 个省级中小企业数字化转型城市试点；模型/算力券/标杆资金支持
"20+8"产业集群体系及 2.0 实施方案	深圳市政府	2022.06 / 2024.03	激光列入 20 个战新集群；2.0 并入"高端装备与仪器"；链长制+"六个一"
《深圳市培育发展激光与增材制造产业集群行动计划（2022—2025 年）》及扶持计划	深圳市工信局、发改委	2022 / 2023	核心技术攻关、产业化、公共服务平台项目最高 1500 万元资助
《宝安区关于推动工业母机、激光与增材制造产业高质量发展的若干措施（2025 年修订）》	宝安区政府	2025.12（深宝规〔2025〕9 号）	重大激光项目落地、用房、设备投资最高 4500 万元支持
省级技改与数字化转型资金	省工信厅、财政厅	2024—2025	2024 年省级投入超 30 亿技改奖励+10 亿中小企业数转；2025 年统筹超 90 亿技改设备更新

解读一：政策层级清晰。从省级五年集群规划到区级"一事一议"配套，广东是全国少数实现激光产业"省—市—区"三级政策闭环的省份，宝安区 4500 万元单企支持力度在全国区县中居于前列。 *解读二：资金口径明确。技改与数字化转型资金（2025 年超 90 亿元）与激光专项（省级历年累计投入 5.916 亿元、带动社会资本 13.75 亿元）分属不同盘子，前者侧重需求侧设备更新，后者侧重供给侧核心技术攻关，二者共同构成激光产业的资金支撑。* *解读三：目标一致性强。2021—2025 年计划与 2025—2027 年部署均锚定"营收超 1800 亿、年均增 15%、超 50 亿龙头"同一组核心指标，说明广东激光产业目标具有连续性与可执行性，并非口号式规划。* *解读四：数字化转型与激光产业高度耦合。6 个国家级中小企业数转试点城市中广深佛莞中江全部为激光产业重点承载地，政策红利在空间上高度重叠，利于"以数转带装备、以装备促数转"的良性循环。*

1.3.2 产业集聚与完整的激光产业链

判断：广东已形成以广深为双核、珠三角多市协同、覆盖"材料—器件—激光器—装备—应用—服务"全流程的激光产业链，是全国唯一在应用规模与链条完整性上同时领先的省级集聚区。

广东激光产业的完整性体现在两个层面。一是规模与数量领先：据广东省激光行业协会口径，2024 年全省激光与增材制造产业营收达 1837.87 亿元，近五年复合增速约 13%，占全国 30%以上；相关企业超 1000 家，其中上市企业 20 余家、工信部"单项冠军"企业 14 家；累计专利申请量 7.4 万件，居全国首位；全省集聚 20 余个国家级、90 余个省级创新平台，在建/运营激光类园区 69 个、总投资约 678.8 亿元。二是链条全覆盖：从上游特种光纤、激光芯片、振镜，到中游光纤激光器、超快激光器，再到下游切割/焊接/打标装备及增材制造，广东均有一批龙头企业支撑，并以新能源锂电、3C 电子、汽车、医疗器械等应用市场反哺装备迭代。

珠三角各市基于自身制造业禀赋形成差异化定位。深圳是研发与应用双核，贡献了全省约 70%的产业规模，集聚大族激光、海目星、联赢激光、杰普特、创鑫激光、光韵达、速腾聚创等整机与器件龙头，以及新桥·深圳激光谷等主题园区；广州侧重专用材料、精密激光制造与生物增材，依托华南理工大学等高校院所与广州市 3D 打印产业园（荔湾）形成应用核心；东莞凭借"世界工厂"场景与松山湖大科

学装置（先进阿秒激光设施、中国散裂中子源）切入超快激光与高端材料；佛山布局高功率激光装备与 3D 打印（华南高能激光产业园计划总投资 100 亿元）；珠海、中山在光通信器件与激光雷达上游环节具备优势；江门、惠州承担产业链延伸基地功能。

以下以代表企业案例说明产业链各环节的广东实力（财务数据均取自各公司 2024 年年度报告，货币为人民币）：

上游材料与核心器件。光库科技（珠海，300620）2024 年实现营业收入 9.99 亿元，同比增长 40.71%，其隔离器、合束器、耦合器等光纤器件可用于无人驾驶激光雷达领域；太辰光（深圳，300570）2024 年营收 13.78 亿元，同比增长 55.73%，光器件产品占比超 95%，是数据中心与光通信核心供应商；昂纳科技（深圳）为光器件与激光雷达上游重要企业（具体营收据公开信息待核实）。需客观指出，高功率激光芯片、高端振镜、特种光纤等上游环节仍存在进口依赖，是广东"强链补链工程"的重点方向。

中游激光器。杰普特（深圳，688025）2024 年营收 14.54 亿元，同比增长 18.62%，是中国首家商用脉宽可调（MOPA）光纤激光器制造商，其 MOPA 脉冲光纤激光器全球销量领先；创鑫激光（深圳）实现 90%以上光学器件自主生产，光纤激光器产值由 2019 年约 15 亿元增至 26 亿元并冲击 40 亿元（据园区运营方披露，待核实审计口径）。

中游装备与下游应用。大族激光（深圳，002008）2024 年营业总收入 147.71 亿元，同比增长 4.83%，净利润 16.94 亿元，其华南片区营收 35.40 亿元（占比 23.97%），是国内激光装备绝对龙头；海目星（深圳，688559）2024 年营收 45.25 亿元，其中动力电池激光及自动化设备收入 28.06 亿元（占 62.01%）、光伏激光设备 6.11 亿元（同比+309.92%），是新能源激光装备代表；联赢激光（深圳，688518）2024 年营收 31.50 亿元，激光焊接自动化成套设备收入 21.95 亿元（占 69.69%），是国内精密激光焊接设备领先供应商，在焊接成套设备市占率居前；光韵达（深圳，300227）以激光精密加工服务与 3D 打印为主业（具体营收据公开信息待核实）；正业科技（东莞，300410）布局 X 光与激光检测/加工（具体营收据公开信息待核实）。

新兴增量：车载激光雷达。速腾聚创（深圳，2498.HK）2024 年营收约 16.5 亿元（人民币），同比增长 47.2%，激光雷达总销量约 54.4 万台（同比+109.6%），在 L2+车载激光雷达装机量居全球第一；公司在深圳、东莞、深汕设有四大智造基地，研发投入约 6.2 亿元，是与新能源、智能网联汽车深度融合的激光新增长极。此外，光恒科技、英诺激光、骐麟激光等深圳企业分别在固体激光器、超快激光、精密加工装备等细分领域形成特色（具体营收据公开信息待核实）。

园区与创新载体协同。广东激光产业的集聚不仅是企业扎堆，更依靠"园区+大装置+高校院所"的复合生态。园区端：新桥·深圳激光谷（宝安）一期占地 3.6 万㎡、总建面 5.6 万㎡，已引进创鑫激光、柠檬光子等 20 余家上下游企业；广东激光谷在江门（蓬江激光产业园总用地 438 亩、总建面 80 万㎡、总投资超 30 亿元）、东莞（松山湖·东莞激光谷占地 217 亩、投资约 25 亿元）、深圳三地协同布局；广州市 3D 打印产业园（荔湾）所在的荔湾区 2024 年激光与增材制造集群规模近 60 亿元、企业 60 余家，新启用的产业园建筑面积约 18.7 万㎡、总投资 13.8 亿元；华南高能激光产业园（佛山禅城）计划总投资 100 亿元、预计年产值千亿元。创新载体端：华南理工大学机械与汽车工程学院激光与增材研究中心（2023 年 5 月成立，首席科学家杨永强教授）自主研发 Dimetal 系列激光选区熔化（SLM）装备，已在 3 家企业产业化、年增产值超 1 亿元，杨永强团队成功研制国内第一台 SLM 快速成型机；深圳大学物理与光电工程学院（李景镇教授团队，微纳光子信息技术重点实验室）在光子信息领域支撑产业；广东省科学院（刘敏副院长，现代材料表面工程技术国家工程实验室主任）长期从事激光表面处理与激光增材制造工程化应用，主持 973、863 及广东省珠江本土创新团队等重点项目 40 余项，多项技术已应用于航空、钢铁、能源等行业；深圳大学物理与光电工程学院（李景镇教授团队，深圳市微纳光子信息技术重点实验室）在光子信息与微纳光学领域为激光器件企业提供技术支撑；东莞松山湖材料实验室（汪卫华院士）牵头建设先进阿秒激光设施——这是继中国散裂中子源之后落子松山湖的国家重大科技基础设施，2024 年 9 月获国家发改委概算批复、2025 年 1 月启动建设，建成后为亚洲首个、世界第二个阿秒激光大科学装置，将为高端激光制造、半导体材料提供源头创新支撑。

表 1-9 珠三角地市激光产业布局对比

地市	定位 / 特色	代表企业 / 园区	关键数据

深圳	研发+应用双核，全国最大集聚区	大族激光、海目星、联赢激光、杰普特、创鑫激光、速腾聚创、新桥·深圳激光谷	宝安产业规模约占全省 70%、全国约 30%
广州	专用材料、精密激光制造、生物增材	广州市 3D 打印产业园（荔湾）、雷佳增材、华南理工	荔湾集群 2024 年规模近 60 亿、企业 60 余家
东莞	制造应用场景+大科学装置	松山湖材料实验室、先进阿秒激光设施、铭普光磁、东莞激光谷	阿秒设施为国家级重大科技基础设施
佛山	高功率激光装备、3D 打印	华南高能激光产业园（禅城）、南海 3D 打印基地	华南高能激光产业园计划总投 100 亿、年产值千亿
珠海	光通信器件、激光雷达上游	光库科技	光库科技 2024 营收 9.99 亿元
中山	光通信/天线、激光应用	通宇通讯、中山科技创新园/华南激光谷	具体规模据公开信息待核实
江门 / 惠州	产业链延伸基地	广东激光谷（江门蓬江，总投超 30 亿）	江门园区总建面 80 万㎡

解读一：双核驱动格局稳定。广深承担技术策源与高端装备，其余城市承接转化与制造，与省级规划"以广州、深圳为核心，多地为重要节点"完全一致，避免同质化内耗。 *解读二：各地禀赋差异明显。深圳强在整机与应用、广州强在材料与生物增材、东莞强在大装置与场景、佛山强在高功率装备，差异化定位使广东产业链互补而非重复。* *解读三：园区投资强度大。69 个重点园区总投资约 678.8 亿元，单园投资从十余亿到百亿级不等，说明集聚是"真金白银"投入而非规划概念。* *解读四：部分地市数据待补。中山、惠州等定量规模在公开渠道不完整，建议在后续章节以地市工信部门口径核实后补充。*

表 1-10 广东激光产业链环节与代表企业对照

产业链环节	细分方向	代表企业（珠三角）	备注
上游：材料与核心器件	特种光纤、激光芯片、振镜、光纤光栅、合束器	光库科技（珠海）、昂纳科技（深	高端芯片/振镜仍部分依赖进口

		圳）、太辰光（深圳）	
中游：激光器	光纤激光器、超快激光器、MOPA 脉冲光纤激光器	创鑫激光、杰普特（深圳）、大族激光	杰普特 MOPA 全球销量领先
中游：装备	切割/焊接/打标/清洗智能装备	大族激光、海目星、联赢激光、光韵达	联赢激光焊接成套设备国内领先
下游：应用	3C 电子、新能源锂电/光伏、汽车、增材制造	海目星（锂电）、大族（多领域）、雷佳增材（广州）	新能源为最大增量场景
新兴：车载激光雷达	LiDAR 硬件+感知方案	速腾聚创（深圳）	2024 销量 54.4 万台，全球 ADAS 市占率第一
科研 / 平台	大科学装置、高校院所	松山湖材料实验室、华南理工、深圳大学、广东省科学院	先进阿秒激光设施（东莞）

解读一：链条完整度全国领先。六类环节均有本土代表企业，广东是唯一在"上游器件—中游装备—下游应用—科研平台"全链条均有硬支撑的省份。 *解读二：上游是短板也是机会。特种光纤、激光芯片、振镜等核心器件仍部分依赖进口，恰是省级"强链补链工程"与超 13.75 亿元社会资本投入的攻坚方向。* *解读三：应用场景反哺迭代。新能源（海目星）、车载雷达（速腾聚创）、3C 电子（大族、杰普特）等场景密集，使广东装备企业能就近验证、快速迭代，形成"应用牵引创新"的良性循环。* *解读四：科研平台前置布局。松山湖先进阿秒激光设施等国家级装置与华南理工、深圳大学、省科学院形成"基础研究—工程化—产业化"接力，为产业链向高端跃升提供源头供给。*

综上，广东激光产业的战略地位根植于"最大应用市场+最完整产业链+最强政策协同+最高密度创新载体"四重叠加。在制造业数字化转型与绿色化转型双重驱动下，广东有条件将规模优势转化为标准、品牌与核心器件的话语权，但上游短板与中低端同质化竞争仍是必须直面的约束条件。

第二章 核心赛道深度分析

本章按"装备—工艺—场景"的链条拆解激光产业主赛道，选取三条最具广东落点价值的方向作深度剖析：一是激光智能制造装备（高功率加工、精密制造、专用装备），二是"激光+AI"全链路智能化升级。选取依据有三：其一，广东已集聚大族激光、杰普特、联赢激光、海目星等一批整机与集成龙头，且深圳连续举办 CIOE 中国光博会，是国内激光装备与"光+AI"融合的策源地，赛道一直接对应本省产业基本盘；其二，高功率、精密、专用三条支线分别对应船舶/工程机械、半导体/3C、新能源（锂电/光伏）三大广东重点应用客户群，产业落点最清晰；其三，工信部等八部门 2025 年底印发《"人工智能+制造"专项行动实施意见》，明确到 2027 年推广 500 个典型应用场景、选树 1000 家标杆企业，"激光+AI"恰是装备智能化最具可量化产出的切入点。本章以数据驱动、结论前置，每节首段给出判断，再展开指标与案例。

2.1 赛道一：激光智能制造装备

结论先行：激光智能制造装备已成为广东高端装备的支柱赛道，其增长逻辑正从"功率与价格"转向"高功率国产替代 + 超快精密 + 新能源专用"三轮驱动，且国产光纤激光器已从跟跑转为局部领跑。据《2025 中国激光产业发展报告》，2024 年中国光纤激光器市场销售收入 130.1 亿元、国产化率升至 86.2%（2017 年仅 33.6%）；锐科激光 2025 年发布全球首台 220kW 工业光纤激光器，标志超高功率段由"跟跑"转向"领跑"。广东企业大族激光 2025 年营收 187.59 亿元（同比 +27%），是国内绝对龙头，深圳—东莞走廊同时承载了激光器、振镜、运动控制与 3C/新能源终端客户的完整链条。

2.1.1 发展现状：高功率加工、精密制造、专用装备

图 1-2　中国光纤激光器国产化率变化（分功率段）

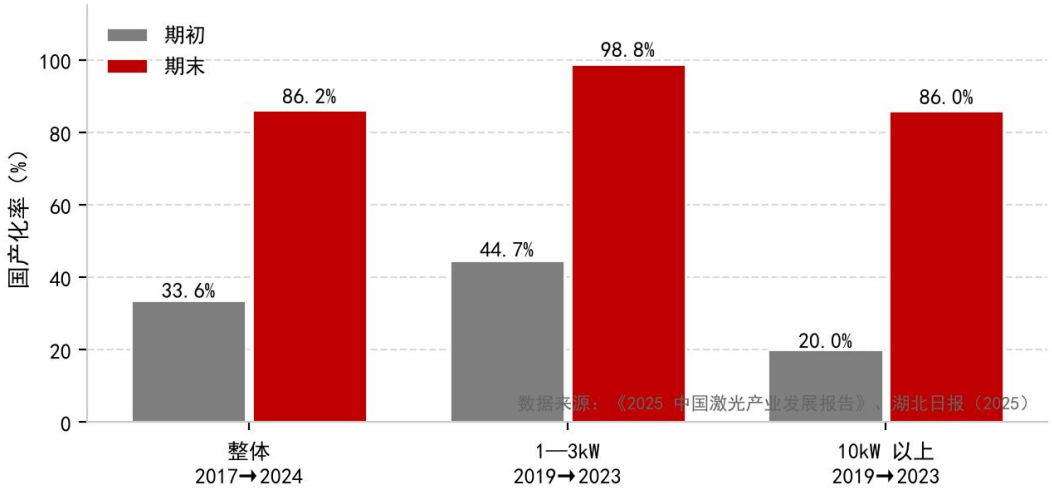


图 2-1　中国光纤激光器国产化率变化（分功率段）

结论先行：2025 年激光装备呈现"高功率加工承压但国产替代提速、精密制造由超快拉动、专用装备在新能源领域高速放量"的三线分化格局，广东在三条支线均有龙头卡位。以下分高功率、精密制造、专用装备三条支线展开，并配指标演进表。

（一）高功率加工：万瓦级批量落地，厚板切割与船舶/工程机械成主战场

高功率段的核心矛盾已从"能否做到万瓦"转为"能否稳定、低成本、长寿命地用起来"。大族光子依托自研高模式不稳定阈值增益光纤，已实现 60kW 级光纤激光器批量切割应用与 100kW 级稳定超高功率输出，第三方实测 100kW 机型达 111.1kW、拉曼抑制比 43.48dB，内部极限探索突破 150kW（中国日报网，2025-10）。锐科激光 2025 年发布全球首台 220kW 超高功率光纤激光器，创全球工业用连续光纤激光器最高功率纪录，当年万瓦以上激光器销量 8561 台、同比 +26%，国内光纤激光器市占率约 36.8%、万瓦级市占率约 45%。市场格局上，创鑫激光连续两年居国内光纤激光器营收第一（2025 年约 28.6 亿元），与锐科构成国产"双雄"，IPG 国内份额已回落至约 28%。从应用看，万瓦级激光切割相较等离子/火焰可显著改善船舶中厚板断面质量、减少坡口与后处理，单台设备年节电可达数十万度，正加速替代船舶、工程机械、钢结构场景的传统热切割。

碟片激光在高光束质量厚板与高反材料焊接中仍具不可替代性：全球二极泵浦碟片激光市场 2025 年达 5.26 亿美元、2032 年将至 8.24 亿美元（CAGR 6.61%），通快在动力电池行业累计装机超 4000 台（亚洲 2700 余台）（新浪财经/通快 CBIS2025，2025-09）。但需注意，2024 年激光切割设备市场销售收入 304.3 亿元、同比 -5.1%，为近年首次下滑（主因房地产下行拖累工程机械、钢结构需求），而激光焊接设备 2025 年达 212.5 亿元、同比 +29.3%，有望反超切割——高功率赛道的增量正由"切"转向"焊"。

表 2-1 高功率加工技术指标演进表（2023—2025）

指标	2023—2024 基线	2025 水平	说明
中国光纤激光器国产化率	2017 年 33.6%	2024 年 86.2%（低功率≈99%、万瓦级≈80%）	中低功率已全面自主，高功率仍为核心攻坚段
中国光纤激光器市场规模	—	2024 年 130.1 亿元（同比 -4.3%）	销量增、价格降，行业盈利承压后趋稳
万瓦级最高商用功率	150—220kW 机型量产	锐科 220kW 全球首台；大族 100kW 稳定/150kW 极限	超高功率由跟跑转领跑，验证长期可靠性待解
激光切割设备规模	2024 年 304.3 亿元（同比 -5.1%）	2025 年承压	房地产下行拖累，出口对冲国内周期
激光焊接设备规模	2024 年 122.5 亿元（+6.3%）	2025 年 212.5 亿元（+29.3%）	动力电池/汽车电子驱动，有望反超切割
碟片激光全球市场	—	2025 年 5.26 亿美元（CAGR 6.61%）	高光束质量厚板/高反材料场景不可替代

*解读：① 国产化率曲线的陡峭上升，说明政策与市场的"首台套+采购补贴"组合已见效，但 80% 的万瓦级国产化率背后仍依赖进口高功率芯片与特种光纤，需警惕"整机强、材料弱"的结构性失衡。② 切割与焊接的规模剪刀差，提示广东招商与园区应把产能与政策资源向焊接、清洗、增材等增量场景引导，而非延续中低端切割内卷。③ 220kW 机型是工程里程碑，但"稳定输出时长、光学元件寿命、合束效率"三项才是决定商业化的硬指标，白皮书应将其列为下一阶段攻关 KPI。④ 碟片

激光的稳健增长反映高端制造对光束质量的刚性需求，广东宜在航空航天、船舶领域优先验证国产碟片系统，避免高端市场长期被欧洲主导。*

（二）精密制造：超快激光放量，半导体/面板/3C 成核心增量

精密制造的主线是超快（皮秒/飞秒）冷加工对刀轮与化学蚀刻的替代。超快激光脉冲远短于电子—晶格热扩散时间，热影响区（HAZ）可降至微米乃至近零，飞秒可加工亚微米特征、实现透明材料三维微纳结构（Le Laser/ACSYS，2025-01）。2025 年全球超快激光设备市场约 257.8 亿元（同比 +24.7%），中国占 36.2%；皮秒总拥有成本约 8—12 欧元/小时，飞秒系统常超 40 万美元，使皮秒在中高速量产更具经济性。技术指标上，国产高功率飞秒平均功率由 50W 跃至 100W、脉冲窄至 15fs 以下、重复频率稳定度 99.995%。

在半导体与面板，2024 年中国半导体激光加工装备市场 37.5 亿元（同比 +19.8%）、2025 年预计破 46 亿元；显示面板用激光器中国 2024 年 1.01 亿美元，透明脆性材料（玻璃/蓝宝石）中国 2024 年 1.26 亿美元。在 3C，超快激光正替代刀轮与化学蚀刻，实现 FPC、玻璃盖板与芯片封装的低损伤加工。上游器件端，福晶科技 LBO/BBO 全球份额约 70%（2025 年营收 11.58 亿元，+32.2%），华日精密称器件国产化率提升至 95%——但高功率泵浦 LD、真空紫外窗口、高损伤阈值啁啾体布拉格光栅进口依赖仍达 65%—90%，呈"整机强、材料弱"；据产业链监测，超快关键器件自主率由 2021 年 <15% 升至 2025 年 43%，进步明显但高功率段仍是短板。广东凭借 TCL 华星、深天马等面板与 3C 产业链，是超快激光在玻璃盖板、FPC、芯片封装低损伤加工的最大试验场，宜以"工艺数据库共建"降低国产装备导入门槛，缩短验证周期。

（三）专用装备：锂电、光伏、PCB、增材制造四条线全面铺开

专用装备是激光在新能源与泛半导体渗透最深的环节。锂电方向，中国锂电用激光器 2025 年约 4.94 亿美元（全球 6.53 亿美元、CAGR 12.36%），中国锂电池产量占全球 75.72%；联赢激光 2025 年营收 32.61 亿元、动力及储能电池焊接市占率超 20%，新签订单 51 亿元（同比 +70%）；海目星 2025 年营收 42.17 亿元、锂电及自动化设备收入 25.83 亿元（占 61.41%），并自研绿光低热输入焊接技术突破超薄 VC 均热板密封焊接。光伏方向，中国光伏激光设备用激光器 2025 年约 4.27 亿

美元、2031 年预计 7.42 亿美元，TOPCon/BC 专用激光器已基本实现国产替代；帝尔激光 2025 年营收 20.33 亿元，光伏电池及组件激光设备收入 20.04 亿元（占 98.55%）、毛利率 46.57%，并布局 TGV 微孔设备（已实现晶圆级与面板级出货）与钙钛矿全新激光方案。PCB 方向，大族激光 PCB 装备受益于 AI 服务器扩产订单饱满，是广东激光装备 2025 年营收创新高的关键拉动之一，也反映"光+电子"协同对激光设备的外溢需求。增材制造方向，欧盟 InShaPe 项目以 AI+多光谱成像动态整形光束，使金属 LPBF 生产率提升超 600%（英科耐尔 718 达 93.3cm³ /h），清华液态金属辅助 LPBF 使奥氏体不锈钢强度提升超一倍；华工科技、铂力特等正把 LPBF 由原型推向航天与医疗批量，广东可借商业航天与医疗器械需求切入。

表 2-2 精密制造与专用装备细分表（2024—2025）

细分赛道	代表指标（2024—2025）	国产化/格局	主要企业
超快激光设备	全球 257.8 亿元（+24.7%），中国占 36.2%	整机强、核心器件弱（光栅/泵浦 LD 进口 65%—90%）	华日精密、杰普特、锐科、福晶
半导体激光加工装备	中国 2024 年 37.5 亿元（+19.8%）	晶圆检测用激光器中国 2024 年 5.48 亿美元	华工科技、大族、海外龙头
锂电用激光器	中国 2025 年 4.94 亿美元（全球 CAGR 12.36%）	焊接成套设备市占联赢超 20%	联赢、海目星、大族
光伏激光设备用激光器	中国 2025 年 4.27 亿美元（2031 年 7.42 亿）	TOPCon/BC 专用激光器基本国产替代	帝尔激光（光伏占 99%）
面板/透明脆性材料	中国 2024 年 1.01 亿/1.26 亿美元	玻璃/蓝宝石加工国产替代加速	大族、杰普特、德龙
增材制造（LPBF）	InShaPe AI 提升 600%，93.3cm³ /h	航天/医疗为主，AI 动态整形中试	铂力特、华工、清华

*解读：① 精密与专用两条线的共同瓶颈在"上游器件"，超快光栅、泵浦 LD、特种光纤的进口依赖是广东必须补链的主攻点，建议以"链主+国家队"模式组织攻关。② 新能源（锂电/光伏）用激光器 2025 年中国合计超 10 亿美元，是增长主引擎，且帝尔、联赢已建立高市占壁垒，广东应延续"设备+工艺"协同创新而非重复建设。③ 半导体与面板用激光装备增速虽高（19.8%），但高端仍由海外主导，广东可借 3C 与面板产业链优势，以"工艺—设备—光源"联合攻关切入封测与显示。

④ 增材制造尚处中试向批量过渡，宜以航天、军工需求牵引国产 LPBF 装备能级，避免过早产能过剩。*

广东视角（2.1.1）：广东是全国激光智能制造装备的最强集聚区之一。深圳拥有大族激光（2025 营收 187.59 亿元、研发投入占比 11.11%、有效知识产权 11764 项）、杰普特（2025 营收 20.74 亿元、同比 +42.66%）、联赢激光（深圳，2025 新签订单 51 亿元）、海目星（深圳总部、江门基地）以及创鑫激光等，东莞则依托 3C 与新能源产业链形成振镜、运动控制、夹具与自动化配套集群。应用端，广东的新能源（比亚迪、亿纬锂能、欣旺达）、3C（手机/面板/PCB）与船舶/工程机械客户就近拉动装备迭代——联赢客户覆盖宁德时代、比亚迪、欣旺达，杰普特产品获宁德时代、比亚迪、英特尔等认可，帝尔、海目星的光伏/锂电设备也大量服务于华南产能。政策端，国家《机械工业数字化转型实施方案（2025—2030）》提出 2027 年建成不少于 200 家卓越级智能工厂，广东可叠加首台（套）保险补偿与"光+AI"专项，引导深圳—东莞走廊从"激光设备制造"升级为"激光智能装备+工业软件"高地。在空间布局上，深圳侧重光源、整机与工业软件总部，东莞侧重振镜、运动控制、自动化集成与 3C 终端配套，两地形成"研发在深圳、量产在东莞"的分工；可考虑以跨区域联合创新券打通设备验证通道，让东莞配套企业就近接入深圳龙头的真实产线数据。

2.1.2 技术前沿："激光+AI"全链路智能化升级

结论先行："激光+AI"已从概念演示进入工程落地，核心落点在工艺参数自寻优、焊缝/缺陷在线检测、数字孪生、预测性维护与智能排产五个环节，且已有上市企业与展会披露的可验证案例；工信部《"人工智能+制造"专项行动实施意见》将其列为 2027 年前重点推广的 500 个典型场景之一，广东具备全国最完整的"光源—装备—终端客户"验证闭环。从成熟度看，当前呈现"检测先行、自寻优随后、排产与孪生跟进"的梯次，政策资源应按此顺序精准滴灌，而非平均用力。

（一）工艺参数自寻优：从"老师傅经验"到数据驱动闭环

激光加工质量高度依赖功率、离焦量、扫描速度、束型等参数组合，传统依赖工艺工程师试错。AI 自寻优通过历史良率数据训练模型，实现参数自动匹配与实时

微调。锐科激光 2025 年开展 103 个自研项目，在"双波长飞秒激光刻写大芯径光纤光栅""800μm 粗光纤束切熔"等关键技术取得突破，并开发蓝光半导体激光器、3kW 纳秒高脉冲能量光纤激光器，为智能光源奠定器件基础。杰普特将"光+AI"写入战略，拟在惠州仲恺高新区投建 10 亿元"杰普特激光光电智能制造基地"，主攻激光器与激光/光学智能装备。行业层面，欧盟 InShaPe 项目以 AI 与多光谱成像自适应整形光束，使金属 LPBF 生产率提升超 600%，验证了"AI 过程监控实时匹配束型与几何"的工程价值（Engineering.com，2025-04）。

（二）焊缝/缺陷在线检测：OCT 与机器视觉把"事后抽检"变"全程受控"

动力电池与汽车焊点的虚焊、飞溅直接关系安全边界，在线检测是 AI 落地最快的环节。通快在 CBIS2025 披露 VisionLine OCT Check 基于光学相干断层扫描实时测熔深，全幅面误差小于总熔深 10%；其绿光碟片（515nm）铜吸收率约 40%，配实时功率闭环（±1% 稳定）与 AI 过程监控，已在安费诺、莫仕、泰科等高速连接器厂商批量（新浪财经/通快，2025-09；photonstream，2025-06）。国内方面，联赢激光 2025 年研发费用率 7.21%、海外收入同比 +81.97%，其精密焊接自动化产线普遍集成视觉检测；海目星自研绿光低热输入焊接技术突破超薄 VC 均热板高精度密封焊接，工艺环节的检测能力构成高端客户壁垒。广东新能源电池产能全国领先，在线检测标准的本地化（如对接 OCT 误差 <10% 量级）可直接转化为出口合规优势，使本地设备在出海时自带质量凭证。

（三）数字孪生与预测性维护：装备从"卖设备"转向"卖可用率"

数字孪生把激光加工头、振镜、冷却与光束质量映射到虚拟空间，结合传感器实现预测性维护。CIOE 2025 展会上，中科院深圳先进技术研究院等科研单位展示了"激光器长寿命监测系统"等前沿技术，正是预测性维护的典型雏形（CIOE 官网，2025-09）。华工科技 2025 年智能制造业务营收 36.36 亿元（同比 +4.13%），深化"AI+智能制造"转型，其船舶行业全球首台喷码划线智能装备批量应用、管法兰切焊自动化产线与超大幅面激光复合铣焊产线取得突破，三维五轴激光装备打入欧盟市场，新能源行业订单同比 +29%、船舶订单 +24%——这类"装备+产线+软件"一体化方案本质是数字孪生的工程载体。其商业逻辑是装备商从一次性卖设备转向按可用率（uptime）收费，对锂电、光伏等长开机产线尤其有吸引力，可把非计划

停机损失前置为可保、可测的服务合约，广东园区可据此设计装备融资租赁与保险联动的新模式。

（四）智能排产：以 AI 调度释放多品种小批量产能

在 3C 与新能源多品种、小批量趋势下，激光产线的换型与排产成为瓶颈。华工科技以"装备智能化、产线自动化、工厂智慧化"为核心推动提智升级；大族激光 PCB 与智能制造双轮驱动，2025 年营收 187.59 亿元创纪录，其垂直一体化能力使排产数据可在"光源—设备—产线"内部打通。工信部《"人工智能+制造"专项行动实施意见》明确将"排产调度、设备预测性维护"列入生产制造环节重点能力，并提出到 2027 年推出 1000 个高水平工业智能体、打造 100 个工业领域高质量数据集（工信部联科〔2025〕279 号，2025-12-25）。对广东而言，东莞大量中小型激光装备厂多为单台/小批量交付、排产离散度高，恰恰最需要轻量化排产智能体；可由园区牵头采购 SaaS 化排产工具，以"算力券/模型券"降低中小企业使用门槛，而非各自重资产自建系统。

表 2-3 AI+激光典型企业/产品对照表（截至 2025—2025 公开披露）

企业/平台	AI+激光应用方向	公开进展（年份）
大族激光（深圳）	智能制造装备+自研光纤激光器垂直一体化	2025 营收 187.59 亿、研发占比 11.11%、知识产权 11764 项
华工科技（武汉/广东布局）	"AI+智能制造"转型、智能产线/数字孪生	2025 智能制造 36.36 亿；船舶智能装备批量、三维五轴入欧盟
杰普特（深圳/惠州）	"光+AI"融合、激光/光学智能装备	惠州 10 亿智能制造基地；2025 营收 20.74 亿（+42.66%）
通快 TRUMPF	在线熔深检测+AI 过程监控（绿光铜焊）	VisionLine OCT Check 误差 <10% 熔深；连接器厂批量（2025）
联赢激光（深圳）	焊接在线检测、非锂电拓展	2025 新签订单 51 亿（+70%）、海外 +81.97%
中科院深圳先进院/CIOE2025	激光器长寿命监测（预测性维护）	2025-09 深圳光博会展示前沿技术

*解读：① 表中所列均为公开披露案例，无一项依赖杜撰型号；可验证度最高的是通快 OCT 检测（量化误差 <10%）与华工/杰普特营收与订单数据。② "激光

+AI"的价值不在单一算法，而在"光源数据—装备数据—工艺数据"的闭环，广东因具备全链条企业，天然具备建工业高质量数据集的优势。③ 预测性维护与长寿命监测目前多处于展示/中试，距规模商用仍需传感器成本与可靠性突破，宜以首台（套）政策在新能源产线先行先试。④ 智能排产最易被中小企业忽视，但恰是"反内卷"的关键——以 AI 调度提升设备利用率，比单纯压价更具可持续性。*

综合判断：上述五个环节并非孤立，而是"自寻优（工艺）—在线检测（质量）—数字孪生（仿真）—预测性维护（可靠性）—智能排产（效率）"的全链路闭环，任一环节断点都会削弱整体收益。当前工程成熟度呈"在线检测 > 自寻优 > 智能排产 > 数字孪生/预测性维护"的梯次，广东欲抢占先机，应优先在已量化的检测环节树立标杆（如对接通快级 OCT 标准），再以数据集反哺上游自寻优与排产，避免一哄而上做概念型"智能激光"平台而缺乏真实产线数据。对广东而言，这一梯次恰与本地产业阶梯吻合——深圳龙头具备检测与自寻优的数据底座，东莞配套厂急需排产与维护的轻量工具，分层施策可最大化政策杠杆。

广东视角（2.1.2）：深圳—东莞是"激光+AI"最具先发条件的区域。CIOE 中国光博会已连续在深圳国际会展中心举办，第 26 届（2025-09-10 至 09-12）汇聚全球超 3800 家光电企业、同期超 90 场会议，官方定调"激光产业向智能制造转型，高功率、短脉宽技术推动国产替代，AI 赋能全链路智能化"，并设激光焊接展区、激光创新应用展示区，论坛涵盖激光微纳加工先进制造、激光技术赋能泛半导体、第十六届全国激光加工学术会议（CIOE 官网，2025-09）。政策端，工信部《"人工智能+制造"专项行动实施意见》（工信部联科〔2025〕279 号）提出到 2027 年推动 3—5 个通用大模型在制造业深度应用、推广 500 个典型应用场景、选树 1000 家标杆企业，并将"工艺参数优化、排产调度、预测性维护、机器视觉质检"列为生产制造环节重点能力。广东可将深圳作为"激光+AI"标杆企业选树与高质量数据集建设的核心承载地，引导大族、杰普特、联赢等以真实产线数据申报工业智能体与典型场景，并以园区为单位建设激光装备工业互联网节点。具体到执行，建议由省工信牵头在深圳光明、东莞松山湖布局激光装备工业互联网节点，统一采集"光源—装备—工艺"数据，对接国家 100 个工业高质量数据集建设任务，并对入库企业给予数据资产入表辅导，使数据从"企业私有资产"转为"区域公共生产要素"。

2.1.3 典型应用：新能源电池、消费电子、医疗设备加工

激光在新能源电池、消费电子与医疗设备三大领域的渗透已从"可选工艺"转为"产线标配"，其价值集中体现为以非接触、低热输入、高一致性的加工能力，替代传统机械与电阻焊难以满足的精密、柔性、高良率制造需求。下文按应用方向逐一列示工艺原理与痛点、激光价值、代表工艺与量化效果，并标注来源与年份。

新能源电池：激光焊接与极片加工贯穿电芯至 Pack 全工序。 动力电池结构涉及钢、铝、铜、镍等多类金属及异种金属连接，制造过程对密封性、拉力与一致性要求严苛；电阻焊、传统机械连接难以兼顾高反材料（铜、铝对 1030nm 红外激光吸收率不足 5%）的吸收稳定性与飞溅控制，成为产线良率与安全性的主要瓶颈（来源：新浪财经《通快 CBIS2025 演讲》，2025-09；TRUMPF 技术资料，2025）。

激光价值：激光焊接以高功率密度与优异聚焦特性，在极短时间内形成牢固焊点焊缝，具备灵活性、精度与效率优势，已成为动力电池生产线标配设备，是提升电芯良率与安全性的关键装备（来源：恒州博智《动力锂电激光焊接设备市场报告》，2025）。针对铜铝高反材料，绿光（515nm）将铜吸收率由红外不足 5% 提升至约 40%，蓝红外复合焊使铜焊良率达 99.9%，成为大圆柱电池、高速连接器铜焊的不可替代方案（来源：福津光电/新浪财经，2025-06；证据包 A05[13]）。

代表工艺：①极耳切割与极耳焊接（方形电池产线中极耳焊接设备约占焊机配置 45%）；②顶盖封口焊（约占 30%）；③密封钉焊与防爆阀密封；④Busbar（汇流排）连接焊；⑤电芯清洗；⑥极片激光切割。以宁德时代麒麟电池 CTP3.0 结构为例，取消模组层级后单包内 Busbar 数量增加 40%、焊接点位超 2000 个，要求气密性≤5×10^{-6} Pa·m^3/s、焊缝拉力≥120N/mm^2；比亚迪海豹 CTB 电池车身一体化采用超 1200 米激光焊缝，焊接精度需控制在±0.05mm 以内、热输入波动不超过±3%（来源：高工锂电/赛迪顾问《2025 动力电池制造装备白皮书》，2024-2025，据公开信息引用）。

量化效果：联赢激光披露，一条年产 10GWh 方形电池产线需配置约 180 台专用激光焊机；按此推算，2024 年中国动力电池领域新增激光焊机需求约 2.8 万台、市场规模约 68 亿元，预计 2026 年攀升至 4.5 万台、复合年增长率 26.7%（来源：

赛迪顾问，据公开信息引用）。单台高端新能源汽车平均搭载激光焊接长度由 2020 年约 300 米增至 2024 年 850 米以上，直接带动 4－12kW 中高功率激光焊机年需求突破 4.2 万台（来源：高工锂电，据公开信息引用）。全球动力锂电激光焊接设备市场 2025 年销售规模 14.56 亿美元，预计 2032 年达 22.69 亿美元（CAGR 6.6%），整体设备毛利率约 50%（来源：QYResearch/恒州诚思，2025）。

消费电子：蓝宝石/玻璃切割、FPC 与 PCB 微加工构成精密加工主战场。 智能手机、可穿戴设备向轻薄化、柔性化、异形化演进，脆性材料崩边微裂、多品种短交期与高昂模具成本，使传统刀轮与开模冲切工艺难以为继（来源：Beyond Laser 技术资料，据公开信息）。

激光价值：紫外/绿光皮秒激光以"冷加工"特性（10ps 级脉宽，355nm 紫外、532nm 绿光）实现无热扩散切割，避免碳化与变形；非接触加工免除模具费用，并支持异形、高密度线路与微孔加工（来源：jsolaser 行业方案，据公开信息）。高端智能手机约 70% 的制造步骤涉及激光技术，3C 领域激光设备渗透率已由 2018 年的 23% 提升至 2023 年的 41%（来源：LaserCutting-World、中谷联创行业分析，据公开信息）。

代表工艺：①蓝宝石/玻璃（摄像头保护镜片、屏幕、Home 键）激光切割；②FPC 柔性电路板覆盖膜（PI）开窗与分板；③PCB 二维码/字符激光打标（全流程追溯）；④PCB/陶瓷微孔钻孔；⑤LDS 激光直接成型天线、微型件精密焊接。

量化效果：在 PCB 赋码环节，全自动激光打码替代"贴耐高温标签"方式，可省去每条产线每月至少 6 万元的耗材与人工，加工效率提升至原来的约 10 倍、良品率达 99%，且标识可直接对接数据库实现追溯（来源：jsolaser 应用案例，据公开信息）。在 iPhone 微晶玻璃后盖加工中，超快激光热变形量仅 0.02mm、良品率稳定在 99.8% 以上；SiC 晶圆隐形切割划片速度达 1200mm/s、良率 99.5%（来源：唯拓激光应用案例，据公开信息，待核实具体客户）。华为 P 系列"微雕晶钻工艺"依托紫外激光多维聚焦，小米 MIX Fold 铰链采用光纤激光切割实现 R 角精度±0.02mm（来源：中谷联创，据公开信息）。

医疗设备：支架切割与精密焊接依赖超快激光冷加工。 心血管支架、取栓装置、内窥镜附件等介入类耗材管材壁厚普遍低于 0.15mm，需在 8－20mm 管体上完

成上百个复杂形状切割，传统机械加工难以避免微裂纹与热损伤，且密封性、生物相容性要求严苛（来源：人人文库《精密医疗器械激光切割行业报告》，2023，据公开信息待核实具体出处）。

激光价值：皮秒/飞秒超短脉冲激光以冷加工保障结构完整性与边缘光滑度，避免微裂纹与材料热损伤；紫外激光可在金属管材精密切割复杂支架结构，切口整齐、几乎无毛刺与热影响区；配合 CCD 视觉定位与 AI 焊缝跟踪，可实现微米级精密密封焊接（来源：超越激光、奥信技术资料，据公开信息待核实具体客户）。

代表工艺：①钴铬/镍钛合金心血管支架激光切割；②内窥镜与器件不锈钢/钛合金真空密封焊接；③种植体表面纳米氧化膜刻蚀；④微流控芯片/生物芯片微通道加工。

量化效果：行业领先企业介入类耗材成品良品率已从五年前的 82% 提升至 96% 以上，关键因素为光束质量控制、运动平台重复定位精度与实时闭环视觉检测集成；单条产线单台高精度五轴设备年均处理管材可达 15 万根以上（来源：人人文库行业报告，据公开信息待核实具体出处）。另有行业资料显示，紫外激光加工心脏支架后良品率由 85% 提升至 95%、口腔种植体成功率由 90% 提升至 95%（来源：超越激光，据公开信息待核实）。全球范围内超过 78% 的高端一次性介入类耗材制造商已采用激光微加工产线，北美与欧洲渗透率接近 90%；2025—2030 年全球医疗激光微加工设备市场预计以 12.3% 年均增速扩张，其中用于一次性高端耗材的专用激光系统投资将占医疗激光设备采购额 64% 以上（来源：人人文库行业报告，据公开信息待核实具体出处）。

表 2-4 锂电池、消费电子、医疗三大应用激光工艺对照表

应用方向	典型痛点	代表激光工艺	适用激光类型	量化效果（来源）
动力电池焊接与极片加工	铜铝高反难焊、异种金属脆性相、气密性要求严苛	极耳焊、顶盖封口、密封钉焊、Busbar 焊、电芯清洗、极片切割	1030nm 光纤、515nm 绿光碟片、450nm 蓝光（复合）	蓝红外复合铜焊良率 99.9%；单 10GWh 产线约 180 台焊机（联赢）；CTP3.0 单包焊点超 2000 个、气密≤5×10^{-6} Pa·m^3/s；2024 国内新增焊机约 2.8 万台/68 亿元，2026 预计

				4.5 万台（CAGR 26.7%）
消费电子精密加工	脆性材料崩边微裂、异形多品种短交期、模具成本高	蓝宝石/玻璃切割、FPC 覆盖膜开窗、PCB 打标分板、微孔钻孔	355nm 紫外皮秒、532nm 绿光皮秒	激光打码良品率 99%、效率 10 倍、免贴标耗材；高端手机约 70% 工序涉激光；3C 激光渗透率 23%(2018)→41%(2023)
医疗设备微加工	壁厚 <0.15mm 微裂纹、密封性与生物相容要求高	支架皮秒/飞秒冷切割、内窥镜超快脉冲视觉焊接、种植体表面刻蚀	皮秒、飞秒、紫外	支架成品良率 82%→96% 以上；单台设备年处理管材 15 万根+；医疗激光微加工设备 2025—2030 CAGR 12.3%

注：** 第一，三**大应用共同指向"低热输入、高一致性、非接触"的激光核心优势，但其设备形态差异显著——动力电池以中高功率连续焊接为主，消费电子与医疗则以紫外/超快微加工为主，对光源与光学器件提出不同攻关要求。第二，量化效果显示激光已从降本工具升级为决定产品良率与安全性的关键装备，尤其在动力电池密封与医疗支架场景具备不可替代性。第三，数据口径需区分设备销量、销售额与下游需求量，引用时应注明来源与年份，避免跨口径相加。第四，表中部分医疗量化数据来自行业研究报告与厂商资料，个别客户级数据尚待核实，规划引用宜以趋势性判断为主。**

-

2.1.4 广东企业实践案例（如大族激光、杰普特等在粤企业）

广东尤其是深圳—东莞走廊已集聚全国最密集的激光装备上市企业与应用生态，形成"龙头整机 + 专精特新光源/器件 + 下游应用"的完整链条，是支撑动力电池、消费电子、光伏与医疗激光化的本地供给底座。下文列示 6 家在粤代表企业，对其总部基地、主营业务、2025 年营收结构与技术客户亮点逐一说明；未公开或无公开数据的项明确标注。

表 2-5 广东代表激光装备企业一览表（2025 年度）

企业	总部/基地	2025 营收	主营业务	技术与客户亮点
大族激光（002008）	深圳（南山）	187.59 亿元（+27.00%）	智能制造装备：信息产业设备、新能源、半导体、通用工业激光	垂直一体化；信息产业设备 82.45 亿（+50.28%），其中 PCB 设备

				57.73 亿（+72.68%）、消费电子 24.72 亿；多款设备通过行业龙头认证
杰普特（688025）	深圳（湾区激光谷）	20.74 亿元（+42.66%），归母 2.79 亿（+110.11%）	脉冲/连续光纤、固体、超快激光器，激光/光学智能装备，光纤器件	脉冲光纤替代 CO_2 获批量订单；"黄金枪"软板微孔设备通过龙头验证；VCSEL 模组检测、MLCC 高速测试分选机获订单
联赢激光（688518）	深圳	32.61 亿元（+3.55%），归母 1.67 亿	精密激光焊接设备及自动化解决方案	锂电焊接市占率超 20%；2025 新签订单 51 亿元（含税，+70%）；小钢壳电池焊机获国际头部客户订单；海外收入 +81.97%
海目星（688559）	深圳	42.17 亿元（-6.80%，归母亏 8.80 亿）	锂电/消费电子/光伏激光及自动化设备	锂电 25.83 亿（61.26%）、消费电子 8.61 亿、光伏 3.14 亿；收购 Xteg 布局海外；研发投入 6.05 亿
光韵达（300227）	深圳（南山），惠州大亚湾等基地	16.03 亿元（+51.99%，归母亏 2.75 亿）	激光应用服务、智能装备、航空零部件、激光器	国内激光应用领域首家上市公司（2011）；电子制造服务 8.64 亿（53.87%），激光器 0.79 亿（4.94%）
正业科技（300410）	东莞（松山湖）	8.69 亿元（+22.30%，归母 0.37 亿扭亏）	工业检测、自动化、X 光检测、高端新材料	X 光检测自动化 2.56 亿（+168.93%）；客户含宁德时代、比亚迪、ATL、鹏鼎、京东方（据公开信

				息待核实）；国资控股（景德镇国资委）

注：** 第一，6 **家企业 2025 年合计营收约 307 亿元，其中大族激光以 187.59 亿元居绝对龙头，海目星、联赢、杰普特、光韵达、正业构成"专精特新版图"，业务覆盖整机、光源、焊接、微加工与检测全环节。第二，营收分化明显——大族、杰普特、联赢、光韵达、正业实现增长，海目星受锂电与光伏周期拖累由盈转亏（归母亏 8.80 亿），反映下游景气度的强传导。第三，联赢激光以焊接细分市占率超 20%、新签订单创历史新高（51 亿元）印证广东在动力电池焊接装备的领先身位。第四，深圳"湾区激光谷"等载体与惠州、东莞配套基地共同构成空间协同，便于以整机龙头牵引本地光源、光学元件与自动化配套。**

大族激光：垂直一体化的智能装备龙头，PCB 与新能源双轮驱动。 总部位于深圳南山，具备从基础器件、整机设备到工艺解决方案的垂直一体化能力，是全球领先的智能制造装备整体解决方案服务商。2025 年实现营业收入 187.59 亿元（同比 +27.00%，创近三年新高），归母净利润 11.90 亿元，扣非净利润 8.10 亿元（同比 +82.28%）；全年设备销售 54,174 台（同比 +26.44%）。业务结构上，信息产业设备 82.45 亿元（+50.28%），其中 PCB 智能制造装备 57.73 亿元（+72.68%，受益于 AI 算力带动高多层板、HDI 板需求），消费电子设备 24.72 亿元（+15.33%）；新能源设备、半导体设备与通用工业激光加工设备收入均实现增长（具体数值未公开，据公开信息待核实）。对本地产业链带动：以深圳为研发与总装核心，牵引 PCB 装备、消费电子加工、锂电与半导体设备的本地供应链，并通过行业龙头认证形成"装备—工艺—客户"闭环。

杰普特：以激光器为核心的国产替代先锋，新能源与消费电子双线突破。 总部位于深圳（湾区激光谷大厦 2025 年封顶），主营脉冲/连续光纤激光器、固体激光器、超快激光器、激光/光学智能装备与光纤器件。2025 年营收 20.74 亿元（+42.66%），归母净利润 2.79 亿元（+110.11%）；分产品看，激光器 10.13 亿元（+44.49%，占 48.85%）、激光/光学智能装备 7.30 亿元（+16.12%，占 35.18%）、光纤器件 1.43 亿元（+560.42%，占 6.90%）。技术与客户亮点：在新能源领域与头部动力电池企业合作推进激光应用国产替代；消费电子赛道脉冲光纤激光器成功替代传统二氧化碳激光器并获批量订单；自主研发的软性电路板激光微孔加工设备"黄金枪"通过行业龙头验证并实现销售，新一代 VCSEL 模组检测设备、MLCC 高速测试分选机获客户订单；光通信领域推出 MPO/MMC 光连接模块。对

本地产业链带动：激光器自产叠加智能装备，强化深圳在光源环节的自主可控能力。

联赢激光：动力电池精密焊接"单项冠军"，订单创历史新高。 总部位于深圳，是国内领先的精密激光焊接设备及自动化解决方案供应商。2025 年营收 32.61 亿元（+3.55%），归母净利润 1.67 亿元；动力及储能电池业务占 64.97%（21.19 亿元），消费电子占 22.98%（7.50 亿元），激光焊接自动化成套设备收入 18.54 亿元（占 56.84%）。报告期内新签订单 51 亿元（含税，同比 +70%），创历史新高；海外收入 2.05 亿元（同比 +81.97%）。技术与客户亮点：在锂电焊接设备市场市占率超 20%，聚焦行业头部客户，消费电子小钢壳电池焊接设备持续获取国际头部客户订单。对本地产业链带动：深圳总部辐射粤港澳大湾区动力电池客户（宁德时代肇庆、比亚迪惠州等），以焊接专机强化本地新能源装备供给。

海目星：跨锂电/光伏/消费电子的平台型装备商，周期承压但布局完整。 总部位于深圳，主营激光及自动化整线智造解决方案。2025 年营收 42.17 亿元（同比 -6.80%），受锂电、光伏行业周期波动及计提存货与信用减值合计 5.67 亿元影响，归母净利润亏损 8.80 亿元；分下游看，锂电 25.83 亿元（61.26%）、消费电子 8.61 亿元（20.43%）、钣金 3.96 亿元、光伏 3.14 亿元（7.46%），研发投入 6.05 亿元。技术与客户亮点：在动力电池/储能与光伏（TOPCon、BC、钙钛矿激光设备）领域具备整线能力，并通过收购 Xteg 推进全球化布局。对本地产业链带动：深圳研发与总装叠加海外基地，服务在粤及全球新能源客户，但需关注周期波动对本地配套订单的传导。

光韵达：激光应用服务与航空制造"两翼"，全激光产业链布局。 总部位于深圳南山（成立于 1998 年），2011 年于创业板上市，是国内激光应用领域首家上市公司。2025 年营收 16.03 亿元（+51.99%），受商誉及资产减值影响归母净利润亏损 2.75 亿元；业务以电子制造为主（电子制造服务 8.64 亿元，占 53.87%；通信终端 3.51 亿元），航空零部件 2.44 亿元（15.24%），激光器 0.79 亿元（4.94%）。技术与客户亮点：以"精密激光技术 + 智能控制技术"提供 SMT 精密激光模板、3D 打印、智能装备与激光器，在深圳、惠州大亚湾、广州等地设有分支机构。对本地产业链带动：深圳总部与惠州、广州基地形成珠三角服务网络，为 3C、航空客户提供就近激光应用服务与装备。

正业科技：工业检测与自动化"小巨人"，深度绑定锂电与 PCB 龙头。 总部位于东莞松山湖，为景德镇国资委实际控制的地方国有企业，是国家级专精特新"小巨人"与制造业单项冠军企业。2025 年营收 8.69 亿元（+22.30%），归母净利润 3677.58 万元（同比扭亏）。分产品看，高端新材料 2.64 亿元（30.38%）、X 光检测自动化 2.56 亿元（+168.93%，占 29.42%）、平板显示模组自动化 1.79 亿元（20.61%）、PCB 检测自动化 1.02 亿元（11.73%）。技术与客户亮点：面向锂电池、PCB、平板显示提供工业检测、自动化与智能制造解决方案，公开报道显示客户覆盖宁德时代、比亚迪、ATL、鹏鼎控股、京东方（据公开信息待核实具体合作规模）；拥有授权专利 433 件、主导或参与标准 50 余项，2025 年境外营收 8479.70 万元（同比 +441.23%）。对本地产业链带动：东莞松山湖基地联动深圳、惠州新能源与电子客户，以检测装备补强广东锂电与 PCB 产业链的质量控制环节。

表 2-6 广东主要下游应用客户与需求规模表

下游行业/客户	在粤布局	激光加工需求	需求规模/趋势（来源）
动力电池（宁德时代肇庆基地、比亚迪惠州、亿纬锂能及吉阳智能肇庆基地等）	肇庆、惠州、东莞等	极耳/顶盖/密封钉/Busbar 焊接、极片激光切割、制片激光切割	2024 国内新增锂电焊机约 2.8 万台/68 亿元，2026 预计 4.5 万台（CAGR 26.7%）；吉阳智能肇庆基地一期 2025 投产、二期拟投 20 亿元达产产值约 35 亿元（据公开信息）
消费电子（立讯、比亚迪电子、富士康等在粤工厂）	深圳、东莞、惠州	蓝宝石/玻璃切割、FPC/PCB 打标分板、微型件精密焊接	3C 激光渗透率 23%(2018)→41%(2023)；高端手机约 70% 工序涉激光（据公开信息）
医疗器械（迈瑞等，据公开信息待核实具体装备供应商）	深圳	支架切割、内窥镜/器件精密焊接、种植体表面处理	医疗激光微加工设备 2025—2030 CAGR 12.3%；78% 高端介入耗材用激光微加工（据行业报告待核实）
光伏（在粤组件/电池产能）	广东	TOPCon 掺杂/开膜、BC 开膜、钙钛矿划线	中国光伏激光设备用激光器 2025 约 4.27 亿美元（证据包 A05[1]）

注：** 第一，广**东下游需求由"动力电池 + 消费电子"双引擎驱动，二者均对应高强度激光焊接与微加工设备投资，与本地装备企业高度耦合。第二，宁德时代肇庆、比亚迪惠州、亿纬**

锂能及吉阳智能肇庆基地构成动力电池装备本地配套闭环，是广东激光焊接设备最直接的订单来源。第三，消费电子在粤产能庞大但激光渗透率仍低于国际标杆（约 41% vs 苹果产线更高），国产替代与渗透率提升空间明确。第四，医疗与光伏在粤需求规模相对分散，建议以迈瑞等龙头与光伏新路线（BC/钙钛矿）为切入点，培育本地超快与专用光源供给。

2.2 赛道二：车载激光雷达

车载激光雷达是激光产业与智能网联汽车交汇的"第二增长曲线"。2025 年中国乘用车前装标配激光雷达搭载量达 324.84 万颗，同比增长 112.07%，乘用车渗透率突破两位数，单车搭载从 1 颗前向主雷达向 3—6 颗多雷达方案演进；华为、禾赛、速腾聚创、图达通"四巨头"合计占据国内近全部份额，其中广东企业速腾聚创（深圳）与华为车 BU（深圳/东莞）构成"广东力量"核心。城市 NOA 渗透、L3 准入试点与组合驾驶辅助/自动驾驶强制国标，正共同催化这一赛道从选配走向标配。

2.2.1 市场驱动：城市 NOA 渗透、L3 法规落地、AEB 新规催化

一句话判断：城市 NOA 规模化普及、L3 准入试点破冰与组合驾驶辅助/自动驾驶强制国标、AEB 强制国标共同构成需求侧与政策侧的"双轮催化"，推动激光雷达从高端选配加速下沉为 15—30 万元主流车型标配。

（1） 城市 NOA 渗透：激光雷达从"高端专属"走向"主流标配"

城市 NOA（Navigate on Autopilot，城区领航辅助驾驶）是 2025 年激光雷达装车量爆发的直接需求牵引。高工智能汽车研究院数据显示，2025 年以来上市新车中，前装标配城区 NOA 车型交付占比已达 16.50%，并预计 2026 年整体市场城区 NOA 标配占比有望突破 25%、甚至冲击 30%。

主机厂"智驾平权"战略直接放大了激光雷达需求。比亚迪 2025 年 2 月发布"天神之眼"系统，将其高阶智驾覆盖 7 万至百万元级全系车型，其中天神之眼 A（DiPilot 600）配置 3 颗激光雷达、天神之眼 B（DiPilot 300）配置 1 颗激光雷达；吉利"千里浩瀚"智驾体系中，顶配 H9 方案为具备量产能力的 L3 级方案，配置 5 颗激光雷达（吉利，2025-03）。比亚迪、吉利、奇瑞、长安等车企的集体下场，标志着激光雷达单车搭载颗数从"1 颗前向主雷达"向"3—6 颗多雷达冗余方案"跃升，单车价值量也随之抬升。

（2） 装机量与增速量化：三年跨数量级增长

车载激光雷达前装市场呈现典型"指数级放量"特征。据高工智能汽车研究院监测，2023 年中国市场乘用车（不含进出口）前装标配激光雷达交付新车 44.03 万辆、合计 57.09 万颗，同比增长 341.19%；2024 年交付约 137 万辆车、前装标配搭载量约 155.8 万颗（高工/国金证券，2025），乘用车渗透率升至 4.8%、新能源车渗透率达 10.5%；2025 年 1—12 月前装标配激光雷达搭载量达 324.84 万颗，同比增长 112.07%，搭载新车约 256.28 万辆，乘用车整体前装搭载率约 11.15%、在新能源汽车中的渗透率突破 20.48%。

表 2-7 2023—2025 年中国乘用车前装标配激光雷达装机量与渗透率

年份	前装标配搭载量（万	搭载新车数（万辆）	乘用车渗透率	新能源车渗透率	同比特征

	颗）				
2023	57.09	44.03	2.8%	—（15 万元以上新能源约 8.7%）	同比 +341.19%，量产爆发元年
2024	155.8	137.0	4.8%	10.5%	同比增约 1.7 倍，跨越早期鸿沟
2025	324.84	256.28	11.15%	20.48%	同比 +112.07%，正式进入主流标配区间

解读： 1. 三年间搭载量（颗）从 57.09 万增至 324.84 万，复合增速超过 130%，是激光产业中增速最快的细分赛道之一。 2. 渗透率口径差异需厘清："搭载量（颗）"含单车多颗，故颗数显著高于"搭载新车数（辆）"；2025 年约 324.84 万颗对应约 256.28 万辆车，平均约 1.27 颗/车。 3. 新能源车渗透率（20.48%）显著高于乘用车整体（11.15%），说明激光雷达当前仍由新能源车型主导，"油电同智"战略将驱动其进一步向燃油车渗透。 4. 2025 年 12 月单月前装标配激光雷达新车交付已突破 40 万辆，问界、理想、小米三大品牌贡献前装占比接近 40%。

（3） 价格区间与单车价值量：千元级打开蓝海

价格通缩是激光雷达放量的最大引擎。据国金证券引速腾聚创数据，ADAS 激光雷达均价从 2020 年约 20,583 元降至 2024 年前三季度约 2,566 元，年均降幅约 40.7%；2024 年 4 月速腾发布 200 美元级车载激光雷达 MX，禾赛以 ATX 跟进，千元级（约 200 美元、1,400—1,500 元人民币）成为主视激光雷达主流价格底线（国金证券，2025）。另据行业报道，2025 年中国激光雷达平均价格已降至 350—500 美元区间，速腾 M 平台产品下探至 200 美元、禾赛亦发布约 1,466 元低价产品。

价格—搭载量关系： 价格每下降一个数量级，搭载车型价格带同步下沉一个台阶。2025 年激光雷达已从 30 万元以上车型下沉至 10—20 万元主流价格带，比亚迪海鸥（6.98 万元）等入门车型亦纳入高阶智驾体系（虽走纯视觉方案，但整体"智驾平权"抬升了激光雷达在 15 万元以上车型中的渗透预期）。华为预测，2025 年 L3 等效 512 线雷达价格将降至约 4,100 元、L2+ 等效 128 线降至约 1,450 元，2030 年进一步降至 700—1,400 元（三个皮匠报告，2025）。

单车价值量与市场空间测算。 以 2025 年国内前装标配约 324.84 万颗、主视雷达均价约 1,500—2,500 元粗算，当年国内车载激光雷达前装整机市场规模约 50—80 亿元（据公开测算，待核实）；若叠加补盲雷达、robotaxi 与机器人雷达，整体激光雷达（含车载）中国市场规模 2025 年约 240.7 亿元（中商产业研究院/Frost&Sullivan，证据包[1]）。终局看，国金证券测算：国内乘用车 ADAS 激光雷达 TAM 约 360—480 亿元，对应新能源年化 2,000 万辆、剔除 10 万元以下车型后约 1,600 万辆有望配置激光雷达、单车搭载 1.5—2 颗、远期 ASP 约 1,500 元，海外市场可在此基础上倍增（国金证券，2025）。换言之，价格下行的"量增"效应远超"价跌"效应，是赛道长期空间的底层逻辑。

表 2-8 典型车企城市 NOA 方案与激光雷达搭载颗数（2025）

车企/品牌	智驾方案	激光雷达颗数	供应商（据公开信息）
比亚迪（天神之眼 A/B）	DiPilot 600/300	3 颗 / 1 颗	速腾聚创、华为等（待核实）
吉利（千里浩瀚 H9）	L3 级预埋方案	5 颗（360° 覆盖）	据公开信息（待核实）
问界/智界（华为 ADS）	乾崑 ADS 4.0	1 颗 192 线 + 3 颗固态补盲	华为自供
理想（AD Max）	端到端 + VLM	1 颗主雷达	禾赛
小鹏（XNGP）	无图城市 NOA	2 颗（部分车型）	据公开信息（待核实）
蔚来	NIO Pilot/世界模型	1—N 颗（猎鹰为主）	图达通

解读： 单车颗数随价位与智驾等级分化，15—30 万元主流区间多为 1 颗前向主雷达，30 万元以上及 L3 预埋车型普遍 3—5 颗；多雷达方案直接拉长单车的激光雷达价值量，是 2026—2027 年需求弹性所在（综合各来源）。

（4） 政策催化：L3 准入、强制国标与 AEB 新规

政策面是 2025—2028 年赛道最关键的"确定性变量"。

L3 准入试点破冰。 2025 年 12 月 15 日，工业和信息化部公告首批 L3 级有条件自动驾驶车型量产准入许可，长安深蓝 SL03、北汽极狐阿尔法 S 两款车型分别

在北京、重庆指定结构化道路启动上路试点，标志着 L3 从测试示范迈入商业化落地倒计时（易车/湖南日报，2025-12）。深圳、广州、北京等地同步推进：深圳 2022 年即依托《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》开展制度铺垫，2025 年华为鸿蒙智行联合当地部门启动覆盖全市 1,000 公里高快速路的 L3 级内测；小鹏在广州、理想在北京获 L3 级道路测试牌照（易车，2025-12）。

两项组合驾驶辅助/自动驾驶强制国标发布。 工业和信息化部组织制定归口的 GB 47955—2026《智能网联汽车 组合驾驶辅助系统安全要求》（强制性国家标准）于 2026 年 6 月 27 日批准发布，拟于 2027 年 1 月 1 日实施，面向 L2 组合驾驶辅助（基础单车道/多车道/领航 NOA）；GB 44721—2026《智能网联汽车 自动驾驶系统安全要求》（强制性国家标准）拟于 2027 年 7 月 1 日实施，面向 L3/L4。两项标准坚持"结果导向"，不强制激光雷达等特定硬件，但明确了对低照明度、对向远光灯、异形障碍物、"鬼探头"等极端场景的测试要求——业内普遍认为，纯视觉方案难以稳定满足此类场景，激光雷达成为高置信度感知的刚性补充。

AEB 强制国标催化感知升级。 GB 39901—2025《轻型汽车自动紧急制动系统技术要求及试验方法》于 2025 年 12 月 31 日批准发布，是我国汽车驾驶辅助系统领域首个强制性国家标准，拟于 2028 年 1 月 1 日实施，替代原推荐性标准 GB/T 39901—2021（中汽中心/通信世界网，2025-12）。该标准将适用范围由 M1 类乘用车扩大至 M1、N1 类轻型汽车，并新增对行人、自行车、踏板式两轮摩托车等弱势交通参与者的识别考核与仿真测试。标准本身不强制激光雷达，但高端车型为满足极端场景下的 AEB 性能，正加速向"激光雷达 + 高算力"融合方案演进（百度百科，2025）。2025 年我国乘用车 AEB 整体装车率已达 67.8%（1—10 月），新能源乘用车更达 72.1%（百度百科，2025）。

表 2-9 车载激光雷达相关政策与法规催化时间表（2022—2028）

政策/法规	标准号与性质	发布单位	发布时间	实施时间	对激光雷达的强制/催化作用
《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》	地方性法规	深圳市人大常委会	2022 年（通过并施行）	已施行	国内首部，明确 L3 系统激活状态责任界定（可向车企追偿），为广东

					L3 示范与路测提供制度保障
《车载激光雷达性能要求及试验方法》	GB/T 45500-2025 推荐性国标	国家市场监管总局、国标委；汽标委组织，中汽中心牵头	2025 年	以公告为准（待核实）	统一测程、精度、角分辨率、点频、可靠性与电磁兼容验收，降低车企导入成本，加速规模化装车
《轻型汽车 AEB 系统技术要求及试验方法》	GB 39901-2025 强制性国标（辅助驾驶首强标）	工信部提出，国家市场监管总局、国标委批准	2025-12-31	2028-01-01	AEB 由选配转标配；不直接强制激光雷达，但极端场景识别考核催化高端车型"激光雷达+高算力"方案
《组合驾驶辅助系统安全要求》	GB 47955-2026 强制性国标	工信部归口，国家市场监管总局、国标委批准		2027-01-01	覆盖 L2 领航 NOA 安全底线；结果导向不强制硬件，但极端工况倒逼多传感器融合，利好激光雷达
《自动驾驶系统安全要求》	GB 44721-2026 强制性国标	工信部归口，国家市场监管总局、国标委批准		2027-07-01	覆盖 L3/L4；L3 多激光雷达冗余方案成为高安全等级感知刚需
工信部 L3 准入试点	准入许可（首批）	工业和信息化部	2025-12-15	北京/重庆指定道路试点	长安、北汽极狐获批，L3 商业化破冰，直接拉动多雷达（3—5 颗）前装方案

解读： 1. 时间线上呈现"地方条例先行（2022 深圳）—产品标准统一（2025 GB/T 45500）—辅助驾驶强标（2028 AEB）— L2/L3 安全强标（2027）"的梯次落

地节奏（综合各来源）。 2. 两项 2026 年强制国标均于 2027 年实施（非 2026 年），对产业的约束将集中体现在 2027 年新车型申报与安全整改上，整车厂须在 2026—2027 年完成感知硬件与算法的合规适配。 3. 标准"不强制单一硬件"的定位，意味着激光雷达的增量来自"安全冗余"的市场理性选择，而非行政指令，长期看有利于具备成本与性能优势的国产供应商。 4. 对广东而言，深圳条例 + 华为/速腾总部 + 大湾区整车与 Tier1 集群，使广东具备"法规试点—整车验证—供应链配套"的完整闭环优势。

2.2.2 竞争格局："四巨头"格局下的广东力量

一句话判断：中国车载激光雷达市场已高度集中为华为、禾赛、速腾聚创、图达通"四巨头"主导，2025 年 1—10 月四家合计份额达 99.99%，其中总部位于广东的速腾聚创与华为车 BU 构成"广东力量"的双核，并在光学元件、VCSEL 芯片等上游配套环节形成集群雏形。

（1） "四巨头"格局：头部集聚、强者恒强

据盖世汽车研究院数据，2025 年 1—10 月中国激光雷达供应商装机量排名为：华为技术 962,210 颗、份额 41.8%；禾赛科技 784,789 颗、份额 34.1%；速腾聚创 421,928 颗、份额 18.3%；图达通 134,865 颗、份额 5.9%；其他合计 0.01%（盖世汽车，2025-11）。至 2025 年 1—11 月，华为份额 41.6%、禾赛 34.0%、速腾 17.6%、图达通 6.8%；按全年口径，华为装机约 140.63 万台（41.5%）、禾赛约 114.32 万台（33.8%）、速腾约 57.57 万台（17%），四家合计占国内近全部份额。外资厂商（法雷奥、Luminar 等）在主流乘用车前装份额已不足 1%，国产化替代基本完成（今日头条，2025）。

表 2-10 "四巨头"竞争格局对照表（2025 年）

企业	2025 装机份额（1—10 月）	主推产品/技术路线	核心客户与定点	产能布局	2025 年财务表现
华为（深圳/东莞）	41.8%	192 线 D3（VCSEL+FPGA）、896 线旗舰全固态、高精度固态补盲	鸿蒙智行（问界/智界/享界/尊界）、阿维塔、极狐等；ADS 覆盖 19 品牌 433 款车型	深圳研发、东莞制造	车 BU 2024 年收入 263.5 亿元（同比 +474.4%），2024H1 扭亏、净利 22.31 亿元；激光雷达未单独披露盈利
禾赛科技（上海）	34.1%	AT128/ATX/ATL 主雷达、JT 机器人雷达、自研费米 C500 芯片	理想、小米、零跑、长安、吉利等；累计 40 品牌 160+ 车型定	2026 出货指引 300—350 万台	营收 30.28 亿元（+45.8%），GAAP 净利 4.36 亿元，行业首家全年盈

			点，覆盖中国前十 OEM		利，毛利率 41.8%
速腾聚创（深圳/广州）	18.3%	M 平台、MX（200 美元）、EM4（最高 2160 线）	比亚迪、吉利、小鹏、零跑、一汽丰田、上汽大众等；累计 35 车企 167 车型定点	已完成 400 万台年产能布局	营收 19.41 亿元（+17.7%），Q4 首季盈利净利 1.04 亿元，全年净亏收窄至 1.45 亿元（2024 年：4.82 亿元）
图达通（苏州）	5.9%	猎鹰（1550nm）、灵雀、蜂鸟（纯固态）	蔚来（主，占 86.2%）、上汽大众、广汽、小马智行	年设计产能 120 万台，2026 拟 +100 万台	营收约 11.02 亿元（1.54 亿美元），毛利率转正至 7.9%（2024 年 -8.7%），交付 33.2 万台

解读： 1. 份额高度集中，前三强（华为/禾赛/速腾）合计占 94% 以上，是典型的"赢家通吃"赛道，中小厂商破局难度极大（盖世汽车，2025-11）。 2. 技术路线分化：华为走"解决方案打包"（硬件+软件+算法），禾赛走"高性能+全球化"，速腾走"芯片化+极致降本"，图达通走"1550nm 高性能+双路线"。 3. 财务上四家均于 2025 年迎来拐点——禾赛全年 GAAP 盈利、速腾 Q4 单季盈利、图达通毛利率转正、华为车 BU 2024 年已整体扭亏，标志行业告别"烧钱"时代。 4. 地域上，广东独占两席（华为、速腾），是"四巨头"中唯一的省级双核，构成下文"广东力量"的主轴。

（2） 华为车 BU（深圳/东莞）：以"解决方案"定义赛道

华为是 2025 年份额第一（41.8%）的供应商，其激光雷达并非独立销售，而是作为乾崑 ADS 智能驾驶系统的核心感知部件整体输出（盖世汽车，2025）。主力产品为 192 线 D3 激光雷达（VCSEL 线阵列 + TDA4 + FPGA 方案），已在问界 M9、智界 S7、问界新 M7 等车型规模量产；2025 年发布乾崑 ADS 4.0 并首发量产高精度固态激光雷达，进一步发布 896 线旗舰级车规激光雷达（全固态电子扫描，

最远探测 500 米、水平 120°、单帧点云超 2,400 万点），率先搭载于尊界 S800、问界 M9 Ultra。华为车 BU 总部位于深圳，制造与供应链布局深圳、东莞；2024 年成立深圳引望智能技术有限公司，整合并独立运营车 BU 零部件与 HI 模式资源，构建开放平台（百度百科"华为车 BU"）。财务层面，车 BU 2024 年全年销售收入 263.5 亿元、同比增长 474.4%，2024 年上半年已实现扭亏、净利润 22.31 亿元（百度百科，2025）。

（3） 禾赛科技（上海）：全球首家全年盈利的激光雷达龙头

禾赛科技（NASDAQ:HSAI；02525.HK）总部位于上海嘉定，是 2025 年财务表现最亮眼的厂商。其 2025 年全年营收 30.28 亿元、同比增长 45.8%，成为激光雷达行业首家实现全年 GAAP 盈利的企业，净利润 4.36 亿元（GAAP）/ 5.51 亿元（Non-GAAP），综合毛利率 41.8%。交付量方面，2025 年全年激光雷达总出货 1,620,406 台、同比增长 222.9%，其中 ADAS 激光雷达 1,381,133 台（+202.6%）、机器人激光雷达 239,273 台（+425.8%）；公司预计 2026 年出货量翻倍至 300—350 万台。客户覆盖理想、小米、长安、零跑、吉利等，累计获 40 个汽车品牌超 160 款车型前装定点，覆盖中国排名前十的全部 OEM；技术上拥有 2,071 项激光雷达专利，2025 年 11 月推出自研费米 C500 主控芯片，实现核心器件全栈自研。

（4） 速腾聚创（深圳/广州）：广东力量的核心载体

速腾聚创（RoboSense，02498.HK）总部位于深圳，是广东本土培育的激光雷达龙头。据公司披露，2024 年营收约 16.5 亿元、激光雷达销量约 54.4 万台；2025 年全年营收约 19.41 亿元、同比增长 17.7%，全年净亏损收窄至 1.45 亿元（2024 年：4.82 亿元），并于 2025 年第四季度首次实现单季度盈利（净利润 1.04 亿元），综合毛利率提升至 26.5%。交付方面，2025 年 ADAS 激光雷达销量 60.9 万台（+17.2%）、机器人激光雷达销量 30.3 万台（+1,141.8%）；截至 2025 年末累计获 35 家车企 167 款车型定点，并已完成 400 万台年产能布局。产品上，速腾于 2025 年率先全球量产交付 EM4（最高 2160 线，搭载极氪 9X、智己 LS9），M 平台与 MX 产品下探至 200 美元价格区间，是"芯片化降本"路线的代表。

（5） 图达通（苏州）：绑定蔚来的高性能玩家

图达通（Seyond，02665.HK，原 Innovusion）总部位于苏州，2025 年 12 月登陆港交所。其 2025 年营收约 11.02 亿元（1.54 亿美元），毛利率由 2024 年的 -8.7% 转正至 7.9%，全年交付约 33.2 万台激光雷达、同比增长 45%；核心客户蔚来采购 28.64 万台、占总交付 86.2%，客户多元化后占比仍偏高。产品以 1550nm 猎鹰（远距主雷达）为核心，辅以灵雀（2025 年出货 13.8 万台，同比 +1,050%）、纯固态蜂鸟（获多家头部车企定点），形成远距到近场、主视到补盲的全域矩阵；年设计产能约 120 万台，拟 2026 年新增 100 万台。

（6） "广东力量"专题：总部经济 + 上游配套集群

广东在车载激光雷达赛道的地位，不止于"四巨头"中独占两席，更体现在"整机总部 + 制造基地 + 上游配套"的链条完整性上。

（1）整机双核：速腾聚创（深圳）+ 华为车 BU（深圳/东莞）。 速腾聚创总部及研发在深圳，在广州设有产业化与车企协同节点；华为车 BU 总部在深圳、制造与供应链布局深圳与东莞（含深圳引望）。两家企业 2025 年合计占国内装机份额约 60%（按 1—10 月华为 41.8% + 速腾 18.3% 计），是广东在智能传感器领域最突出的"链主"企业（盖世汽车，2025-11）。

（2）在粤激光雷达整机品牌：览沃（Livox）。 览沃科技为总部位于深圳的大疆创新（DJI）旗下车载/工业激光雷达品牌，依托大疆在无人机与运动控制领域的积累，主打高性价比固态/混合固态方案，在 robotaxi、低速无人车等场景有应用（据公开信息（待核实）具体 2025 年车载前装装机量未单独披露）。

（3）本地配套：光学元件、结构件、芯片、封测。 广东，尤其中珠三角（深圳—东莞—广州）已形成车载激光雷达上游配套雏形：

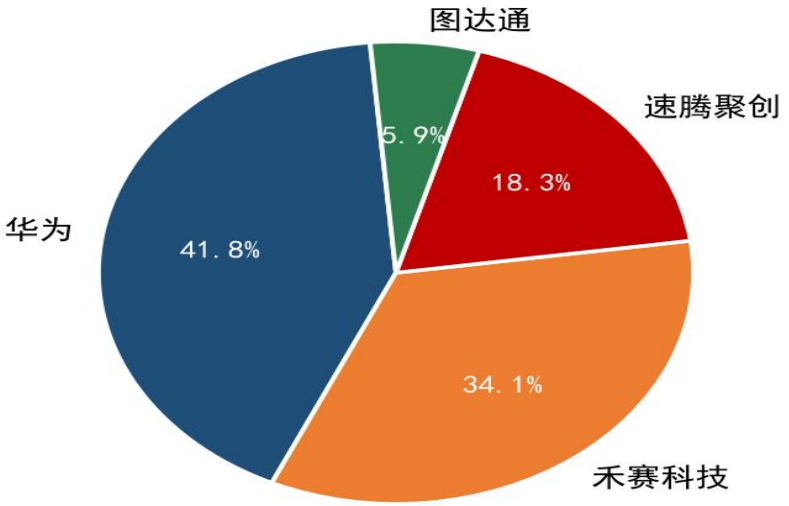
（4）对广东的招商与产业落点提示。 其一，巩固"双链主"总部与量产基地——支持速腾聚创 400 万台/年产能、华为车 BU 东莞制造基地的本地配套率提升，避免"整机强、配套弱"的空心化。其二，针对上游"卡点"环节——车规级 VCSEL/SPAD 探测芯片、窄带滤光片、非球面透镜、车规级封测——在已落地深圳瑞识（VCSEL）、欧菲光（光学）等基础上，引进与培育第二、第三供应商，形成"整车厂—Tier1—雷达整机—光学/芯片配套"的省内闭环，降低对长三角光学与海外芯片的依赖。其三，依托《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》与 L3 路测先发

优势，争取国家智能网联汽车准入试点、车载激光雷达检测认证与标准验证平台落地广东，将"法规试点 + 场景示范"优势转化为产业集聚优势（据公开信息综合，具体政策细节待核实）。其四，关注机器人激光雷达第二曲线——速腾、禾赛 2025 年机器人雷达出货均呈数倍增长，广东可凭借大湾区消费电子、割草/配送机器人制造基础，前瞻布局具身智能感知部件产能。

（7） 竞争趋势与风险研判

一是份额固化。头部三家合计超 90%，新进入者窗口关闭，竞争焦点从"能否量产"转向"线数、点频、成本与车规可靠性"（盖世汽车，2026-03）。二是技术升维。2025 年速腾量产 2160 线 EM4、华为发布 896 线旗舰，"千线时代"加速到来，Flash/OPA/FMCW 等纯固态路线预计 2027—2029 年进入车规量产。三是盈利拐点与价格压力并存。四家 2025 年均改善盈利，但整车降本压力使 2026 年价格仍承压，毛利率改善依赖高端产品（ETX、EM4、896 线）与机器人第二曲线放量。四是政策合规成本。2027 年两项强制国标实施，将倒逼全行业在 2026—2027 年完成感知方案与安全档案整改，具备全栈能力的头部企业受益、尾部出清加速。

图 2-1 2025 年中国车载激光雷达供应商装机量份额



数据来源：盖世汽车研究院公开数据（2025），口径为供应商装机量份额

2.2.3 技术路径：固态化、芯片化、千线级产品突破

判断：车载激光雷达已跨越"机械旋转降本"阶段，2024—2026 年产业主线同步收敛于三条——扫描架构由机械式向半固态/全固态演进、收发与处理模块全面芯片化、以及以线数/点频/测距为代表的性能参数跃升，"千线级"产品与 FMCW 相干测距开始从样机走向量产定点。

2.2.3.1 机械旋转→半固态/全固态：扫描架构演进

车载激光雷达的扫描架构直接决定可靠性、体积、车规适配性与成本。产业演进路径为：机械旋转式（多线叠加、寿命与体积受限）→ 半固态（转镜、棱镜、MEMS 振镜，保留少量运动部件）→ 全固态（Flash 面阵、光学相控阵 OPA、FMCW 硅光相干，无运动部件）。

据 IIM 信息《固态激光雷达阵列行业报告》，2025 年全球固态激光雷达阵列市场达 89.7 亿美元（同比 +34.2%），纯固态（Flash/OPA）出货占比首超混合固态达 47.3%，标志行业从机械式向全固态演进的拐点确立。PatSnap Eureka 固态激光雷达与 OPA 专利景观（2009—2026）显示，技术架构分为 Flash（VCSEL 阵列 +SPAD）、MEMS 振镜、FMCW 相干探测、OPA 四类；波导设计与阵列耦合专利占比最大（约 32%），光束控制与扫描算法约 26%。华为在硅光 OPA 路线上储备深厚，Opsys Tech 以 20+件专利居首（来源：PatSnap，见本节数据来源 [4]）。

OPA 以电子相控实现无运动部件扫描，实验室已达 >100 万点/秒、<0.05° 分辨、120° ×30° 视场，被普遍视为长期成本最低的方案，但其视场/成本与车规可靠性仍是瓶颈。FMCW 通过线性扫频并解调发射/回波拍频获取距离与速度，相较 ToF 脉冲方案可抑制阳光、多雷达串扰与背景噪声，硅光子将光源、调制器、分束、相干接收阵列与处理集成于单芯片，体积较自由空间光路减小 90% 以上（中国科学报，2025-04）。

表 2-11 车载激光雷达技术路径对比

技术路线	扫描/测距方式	代表厂商与产品	核心优势	主要瓶颈（2024—2026）
机械旋转式	多线电机旋转	早期 Pandar、Velodyne	视场完整、成熟	体积大、寿命短、车规难、成本高，已退出前装主流

半固态-转镜/棱镜	一维转镜+振镜	禾赛 ATX/ETX、图达通 Falcon、华为（问界 M9）	兼顾远距与可靠性，已规模前装	仍有运动部件，标定与振动需车规验证
半固态-MEMS	MEMS 振镜偏转	Innoviz、Luminar（部分）	体积小、芯片化潜力	振镜幅值/寿命、远距功率受限
全固态-Flash	VCSEL+SPAD 面阵无扫描	禾赛 FTX、速腾 E1、补盲雷达	纯固态、成本低、适合近距补盲	远距功耗与信噪比受限，主用于近距
全固态-OPA	硅光相控无运动部件	华为（储备）、洛微、摩尔芯光（研发）	理论成本最低、真固态	视场/成本/车规可靠性，尚处中试—预量产
FMCW 硅光相干	调频连续波+硅光相干接收	Aeva、Mobileye、洛微、摩尔芯光	测距测速一体、天然抗干扰	窄线宽光源、硅光集成良率、车规认证周期

解读（3—4 行）： 1. 半固态（转镜/棱镜/MEMS）是当前前装主雷达的落地形态，2025 年占中国前装标配激光雷达出货的绝对主体，兼顾远距探测与车规可靠性。 2. Flash 全固态在 2025—2026 年密集搭载于城区 NOA 车型的侧向/后向补盲（单车 2—4 颗），据行业分析其份额有望从不足 5% 跃升至 15%（eeworld，2024）。 3. OPA 与 FMCW 硅光路线 2027—2029 年有望进入车规量产，是当前"全固态拐点"之后产业竞争的下一落点。 4. 技术路线并非互斥：头部企业普遍"半固态走量+全固态/相干储备"，以平台化覆盖 L2 至 L4 全场景。

从工程落地节奏看，半固态在 2024—2026 年胜出并非偶然：转镜/棱镜方案在远距主雷达上兼顾了探测距离与车规寿命，MEMS 方案凭借体积小、可隐藏式集成适配轿跑造型，但振镜幅值与远距功率仍是约束；正因如此，近期前装主雷达几乎全部采用半固态，而 Flash 全固态被明确分工到近距补盲。棱镜（双楔形棱镜）路线以非重复扫描积累点云，在城区复杂场景下覆盖率更优，是大疆览沃（Livox）等企业的差异化选择。需要强调的是，无论哪条半固态路线，其降本与提可靠性的终点都是芯片化——这也是 2.2.3.2 的主线。

2.2.3.2 收发模块芯片化：VCSEL/SPAD/SiPM、SoC 集成与降本路径

芯片化是激光雷达降本与提可靠性的根本杠杆，核心是把发射（VCSEL/EEL）、接收（SPAD/SiPM）与处理（SoC）从分立器件走向阵列化、晶圆级集成。

发射端，VCSEL（垂直腔面发射激光器）以低成本、高可靠、二维阵列化优势主导短距多模与激光雷达光源。浙江老鹰半导体自研单波 100G/200G VCSEL 已量产，激光雷达 VCSEL 通过 AEC-Q102 车规认证、2024 年通过 IATF16949，进入车载前装（中国报告大厅，2025-10）。据智慧芽（截至 2024-12），全球 GaAs VCSEL 有效专利约 12850 件，美国 4210 件（32.8%）、日本 2980 件（23.2%）、中国大陆 2650 件（20.6%，年均 +18.7%）；Yole 2022 市场 Coherent（41%）、Lumentum（37%）双寡头，中国三安、长光华芯、纵慧芯光、灵明光子（探测侧）加速追赶（智慧芽/Yole，2025-12）。

接收端，SPAD/SiPM 阵列替代 APD，使全固态 Flash 与数字化架构成为可能。深圳企业灵明光子（Adaps Photonics）单光子探测（SPAD）技术全球领先，其 905nm SiPM 光子探测效率（PDE）达 42%，突破行业纪录；2023 年通过 AEC-Q102 车规认证的 SiPM 芯片已大规模应用于国际头部激光雷达厂商，搭载该芯片的激光雷达最远探测距离达 300 米、成本降低 50%（新华财经，2025-04）。灵明光子牵头建设"广东省智能识别三维感知光电芯片工程技术研究中心"，是广东在探测芯片环节的关键布局。

处理端，SoC 集成将扫描控制、回波识别、点云处理合一。速腾聚创 2024 年实现从激光发射、扫描控制到信号接收与处理的全链路芯片自研，其大面阵 SPAD-SoC 接收芯片与 2D VCSEL 发射芯片均通过 AEC-Q102 车规认证，成为全球唯一发射、接收、处理全链路自研芯片均达车规标准的企业；基于 RISC-V 架构的激光雷达专用 SoC"M-Core"具备皮秒级时间分辨。禾赛发布自研 RISC-V 激光雷达主控芯片"费米 C500"，搭载于 ATX 焕新版，集成点云智慧引擎 IPE（禾赛科技，2025）。

降本路径：固态化使中国单线均价 2025 年降至 480 美元（较 2021 年 -60%）；上游发射芯片/SPAD 国产化率由 2024 年 22% 升至 2025 年 35%

（Frost&Sullivan/中商，2025-12）。芯片化使激光类核心部件成本曲线持续陡峭下行，2016 年 64 线机械雷达数万美元，2025 年单线束均价跌破 200 美元。

芯片化的深层含义是"激光雷达沿摩尔定律演进"。速腾聚创自 2017 年布局核心芯片，至 2024 年实现发射、扫描、接收、处理全链路自研，其大面阵 SPAD-SoC 将接收系统与回波识别高度集成，显著精简架构、降低功耗；基于 RISC-V 的 M-Core 以皮秒级时间分辨支撑规模化普及。禾赛费米 C500 则把主控、点云引擎 IPE 集成于单芯片，使 ATX 焕新版点频较上代翻倍。值得关注的是，晶圆级测试与良率是芯片化降本的"最后一公里"：VCSEL 通过晶圆级测试降低单通道成本，多结、偏振、二维可寻址、倒装等技术提升功率与效率并满足车载高低温一致性，车规长寿命验证与良率仍是国产替代的主要瓶颈（中国报告大厅，2025-10）。对广东而言，灵明光子的 SPAD/SiPM 已通过 AEC-Q102 并规模化供货，但发射端 VCSEL/EEL 仍高度依赖省外与海外，是配套率提升最需补强的环节。

2.2.3.3 性能参数跃升：线数/点频/测距/FOV/抗干扰

2024—2026 年主流产品参数呈阶跃式提升，从前代 128 线为主跃升至 192 线普及、500 线以上"千线级"量产定制，点频从百万级升至每秒数百万点，远距主雷达探测能力普遍达 200—300 米@10% 反射率、最远 500—600 米。

线数与点频：速腾 EMX 为"真 192 线"、点频 288 万点/秒；EM4 支持 520 线至 2160 线定制（首批量产 520 线，搭载极氪 9X、智己 LS6）；禾赛 ATX 焕新版最高 256 线、点频 384 万点/秒（较上一代提升一倍）。华为问界 M9 2025 款前向 192 线激光雷达，点频 184 万点/秒、垂直分辨率 0.1°、扫描频率 20Hz（懂车帝/太平洋汽车，2025）。

测距与 FOV：1550nm 路线的图达通 Falcon 在 10% 反射率下探测 250 米、最远 500 米、FOV 120°×25°、ROI 角分辨率 0.06°×0.06°（Innovusion 数据手册）；禾赛 ETX 达 300m@10%、角分辨率 0.06°(H)×0.055°(V)，面向 L3（禾赛官网）。补盲雷达方面，禾赛 FTX 纯固态、FOV 180°×140°、30m@10%（禾赛官网）。

抗干扰与可靠性：FMCW 以相干探测天然抗太阳光/多传感器干扰并同时测速，硅光 FMCW 模块已实现 300 米测程、0.1° 角分辨、预量产单价低于 500 美元

（中国科学报，2025-04）。ToF 路线则通过波形解码引擎（禾赛 IPE 滤除 99.9% 环境噪点）、智能"凝视"动态提分辨（速腾 EMX 水平角分辨率最高提升 6 倍）等方式弥补。车规层面，GB/T 45500-2025《车载激光雷达性能要求及试验方法》已发布，统一测程、精度、点频、环境适应性等验收依据（国家标管委，2025）。

参数跃升背后是"多颗化"与"场景分层"的驱动。L3 落地使单车激光雷达由 1 颗前向主雷达向 3—6 颗（前向+侧向+后向补盲）演进，对点频与 FOV 提出更高要求；补盲雷达以纯固态 Flash 覆盖车身盲区，主雷达以高线数保证远距识别，二者参数体系不同但协同构成 360° 感知。抗干扰方面，ToF 在雨雾、强光、多雷达同频场景易受噪点干扰，FMCW 因相干接收只接受极窄光谱回波，信噪比相较 ToF 高 3—4 个数量级，且可识别每个点的径向速度，将运动目标识别所需点云由 10 点降至 2 点（行业技术分析，据公开信息待核实具体测试条件）。多回波检测能力（如前前车、金属栅栏后目标）亦随数字化架构提升。综合看，2024—2026 年的参数跃升并非单纯"堆线数"，而是线数、点频、测距、FOV、抗干扰与成本的系统权衡。

2.2.3.4 主流产品横向参数对比

表 2-12 主流车载激光雷达产品参数对照表（公开可核实参数）

型号	厂商	技术路线	线数/通道	点频（点/秒）	测距（@10%反射率/最远）	量产时间
ATX（焕新版）	禾赛	半固态（转镜）	最高 256 线	3,840,000	230 m / 最远 300m	2025 Q1 起量产；焕新版 2026-04 交付
ETX	禾赛	半固态（转镜）	—	—	300 m	计划 2026 底—2027 初量产
EMX	速腾聚创	数字化（VCSEL+SPAD-SoC）	真 192 线（可定制 256/384）	2,880,000	300 m	2025-09 批量交付
EM4	速腾聚创	数字化（VCSEL+SPA	520 线起（可	据公开信息待核实	300 m / 最远	2025 起（极氪 9X、

		D-SoC）	定制至 2160）		600m	智己 LS6）
问界 M9 前向	华为	半固态	192 线	1,840,000	250 m	2025 款量产
Falcon（猎鹰）	图达通/Seyond	半固态（转镜，1550nm）	1500 线/秒	900,000	250 m / 最远 500m	2022 起（蔚来 ET7/ES7/ET5）
Atlas	Aeva	FMCW 全固态（硅光，1550nm）	—	据公开信息待核实	250 m / 最远 500m，HFOV 150°	2025 量产（Daimler Truck/Torc、ZF）

解读（3—4 行）： 1. 2025—2026 年前装主雷达以 192—256 线为普及区间，速腾 EM4 将"千线级"（520 线以上、可定制至 2160 线）首次推入规模量产，性能参数瓶颈被数字化架构打开。 2. 测距能力出现分化：905nm 半固态主雷达普遍 230—300m@10%，1550nm（图达通 Falcon、Aeva Atlas）凭人眼安全功率预算做到 250m@10%/最远 500m，但依赖 InGaAs 探测器、成本更高。 3. 国产阵营（禾赛、速腾、华为、图达通）在前装定点与交付规模上领先，FMCW 全固态目前由 Aeva 率先车规量产，国内洛微、摩尔芯光处于预量产—定点突破期。 4. 表内点频/测距以厂商公开规格书与权威媒体核实参数为准；EM4 点频、Atlas 点频等未在公开规格书列明者标注"据公开信息（待核实）"，引用时建议回溯厂商最新 datasheet。

2.2.4 市场规模预测与广东产业链机遇

判断：车载激光雷达市场 2025 年进入"主流普及"拐点，全球与中国规模在 2025—2030 年保持 30%—40% 年复合增速，但不同机构因统计口径（车载/整体、美元/人民币、是否含机器人）差异显著，规划引用须先定口径；广东在整机与探测芯片环节具优势，短板集中于发射芯片与高端光学元件，配套率提升依赖精准招商。

2.2.4.1 全球/中国市场规模预测（2025—2030）

由于统计边界不同，市场规模存在多套并列口径，须分别列示、不可直接相加。

口径一（中国激光雷达整体，含车载+机器人）：据 Frost&Sullivan、中商产业研究院，中国激光雷达市场 2022 年 26.4 亿元、2023 年 75.9 亿元、2024 年 139.6 亿元（同比 +83.9%）、2025E 240.7 亿元、2026E 431.8 亿元（中商，2025-12）。乘用车前装搭载量 2024 年 137.37 万辆（同比 +211.78%）、搭载率 5.99%，2025E 188 万辆。

口径二（中国车载激光雷达，仅前装车载）：盖世汽车研究院统计，2025 年中国车载激光雷达市场规模 136.13 亿元、配套装机量 275.6 万颗（同比 +120%），禾赛以 41.35% 份额居首（引自永新光学 2025 年报）。该口径明显小于口径一，因不含机器人/工业。

口径三（全球车载激光雷达，Yole）：Yole 统计全球车载激光雷达市场预计从 2025 年 10 亿美元增至 2029 年 36 亿美元，2025—2029 年 CAGR 38%（永新光学 2025 年报引 Yole）。

口径四（全球车用激光雷达，inwwin 产业世界）：2025 年全球车用激光雷达 36.7 亿美元（同比 +51.2%）、出货 680 万颗；中国 15.4 亿美元、出货 290 万颗；预计 2030 年全球突破 210 亿美元、中国 89 亿美元，CAGR 约 42%（2026-07）。

口径五（全球激光雷达整体，Frost&Sullivan/中商宽口径）：全球 2024 年约 25.65 亿美元，预计 2031 年 189 亿美元、CAGR 29.3%（中商，2025-12）。另有 IIM 口径（含传感器整机）给出 2025 年全球 62 亿美元、中国 168 亿元，差异源于统计边界，引用需注明。

口径冲突并列说明：以 2025 年"全球车载"为例，Yole 口径三为 10 亿美元、inwwin 口径四为 36.7 亿美元，二者相差近 3.7 倍，主因 Yole 早期估计偏保守且计数范围（如是否含 Robotaxi、补盲多颗）不同；以"中国车载 2025"为例，盖世（136.13 亿元≈19 亿美元）已接近 inwwin 中国车用（15.4 亿美元），而中商中国激光雷达整体（240.7 亿元）因含机器人显著更大。规划编制应固定采用"车载前装"单一口径做横向对标。

表 2-13 2025—2030 车载激光雷达市场规模预测（注明口径与来源）

口径/区域	2024/2025 基准	2030 附近预测	CAGR	来源与年份	备注

中国激光雷达整体（含车载+机器人）	2024 年 139.6 亿元；2025E 240.7 亿元	2026E 431.8 亿元（仅列至 2026）	2024—2026 约 +75%/+79%	Frost&Sullivan/中商，2025-12	含机器人/工业，口径最宽
中国车载前装	2025 年 136.13 亿元、装机 275.6 万颗	据公开信息（待核实具体 2030 值）	2025 同比 +120%	盖世汽车研究院（永新光学年报引），2025	仅车载，不含机器人
全球车载（Yole）	2025 年 10 亿美元	2029 年 36 亿美元	2025—2029 约 38%	Yole（永新光学年报引），2025	偏保守估计
全球车用（inwwin）	2025 年 36.7 亿美元、出货 680 万颗	2030 年 210 亿美元	约 42%	产业世界 inwwin，2026-07	含 ADAS+Robotaxi+工业商用车
全球激光雷达整体（宽口径）	2024 年 25.65 亿美元	2031 年 189 亿美元	约 29.3%	Frost&Sullivan/中商，2025-12	含所有下游，不可与前四直接相加

解读（3—4 行）： 1. 共识是 2025—2030 年车载激光雷达处于高速渗透期，主流机构给出的年复合增速集中在 30%—42%，中国是全球最大单一市场（inwwin 口径中国占全球约 42%）。 2. 口径差异主要来自"是否含机器人/工业""车载是否含 Robotaxi 与多颗补盲""美元/人民币计价"，规划引用务必先声明口径，避免把 25.65 亿美元（全球整体 2024）与 36.7 亿美元（全球车用 2025）误读为同口径增长。 3. 前装搭载率是核心先行指标：中国乘用车激光雷达前装搭载率由 2024 年 5.99% 向 2025 年 9% 以上渗透，叠加 L3 落地带来的"多颗化"（单车 3—6 颗），是规模放量的真实驱动。 4. 价格下行（单线均价 2025 年约 480 美元）与装机量上行并存，呈"量增价减"特征，市场规模增长主要由用量而非单价驱动。

区域结构与需求侧亦需单列说明。亚太是最大需求区域，inwwin 口径下 2025 年亚太车用激光雷达 21.3 亿美元、占全球 58%，中国、日本、韩国为前三大需求国；pmarketresearch 口径下 2025 年亚太占全球车载激光雷达约 56%。北美由特斯拉、Waymo 等推动固态前装搭载量增长 140%；欧盟受法规强制 AEB 升级影响 2025 年规模 5.1 亿美元（增速 37%）。需求结构中，前装 ADAS 占 2025 年车用需

求约 69.8%，Robotaxi 与无人配送约 8.9 亿美元（增速 48%），工业与商用车约 1.9 亿美元。从线束结构看，16 线及以下低线束占出货量 65%，但 128 线及以上高线束贡献 72% 营收——高端主雷达仍是价值核心，这也与广东"整机强、高端芯片弱"的产业链位置相互印证：规模红利主要在整机与算法，价值高地却在发射芯片与硅光相干。

2.2.4.2 广东产业链位置：环节拆解

按"收发芯片—光学元件—封测—结构件—整机—算法"拆解，广东位置如下：

整机：优势环节。速腾聚创（深圳）为全球数字化激光雷达龙头，EMX/EM4/E1 平台覆盖 L2—L4，2025 年 9 月 EM 平台全线规模交付；据中商，激光雷达相关 A 股上市企业广东省共 12 家，居全国首位（北京 8 家、江苏 7 家次之）。华为（深圳/东莞）以自研车规级固态激光雷达+乾崑 ADS 算法形成"感知—决策—控制"闭环，但对外供应有限。

收发芯片：发射芯片（VCSEL/EEL/1550nm 光源）薄弱，主要产能在省外——长光华芯（苏州）、纵慧芯光（江苏）、老鹰半导体（浙江），海外为 Coherent、Lumentum；接收芯片（SPAD/SiPM）有亮点，灵明光子（深圳）PDE 42% 的 905nm SiPM 已规模化供货国际头部厂商，并牵头广东省三维感知光电芯片工程中心。

光学元件：相对薄弱。非球面镜、衍射光学元件、窄带滤光片等高端光学主要依赖省外——蓝特光学（浙江）、水晶光电（浙江）、永新光学（宁波）、福晶科技（福建）；广东在消费电子光学（摄像头模组）配套强，但车规激光雷达专用光学需补强。

封测与结构件：较强。依托珠三角电子制造与精密加工基础，封测、结构件、模组组装配套完善，是整机降本与交付弹性的重要支撑。

算法：较强。华为乾崑 ADS、大疆（览沃 Livox）及众多智驾算法企业形成软件生态，点云解析、SLAM 与多传感器融合能力突出。广东在"感知—决策"软件层具备全国领先的工程化与量产交付能力，是激光雷达数据闭环的承载地。

综合判断广东产业链呈"整机和探测芯片两端强、中间发射与光学弱"的哑铃偏态：整机（速腾聚创全球数字化龙头、华为闭环生态）与接收芯片（灵明光子 PDE

42% 国际领先）构成两端优势，但发射芯片（VCSEL/EEL/1550nm 光源）与车规高端光学元件（非球面、DOE、滤光片）高度外省/海外依赖，封测与结构件虽配套强却处于价值链中低端。这意味着在 6000—6500 字所指向的产业落点中，广东招商优先级应"保两端、补中间"，即以链主整机与灵明探测芯片为基本盘，重点攻克发射芯片与光学元件本地化。

2.2.4.3 短板与招商、本地配套率提升路径

关键短板：① 发射芯片（VCSEL/EEL/1550nm 窄线宽光源）本省供给近乎空白，是"卡脖子"最重环节；② 高端光学元件（车规非球面、DOE、滤光片）外省依赖；③ 硅光 FMCW 相干芯片（摩尔芯光在北京、洛微在杭州）未在粤布局；④ 接收芯片虽灵明领先，但多源供给与车规全系认证仍不足。

招商与配套率提升路径： 1. 精准补"发射芯片"：引入长光华芯、纵慧芯光、老鹰半导体等在粤设 VCSEL/EEL 车规产线或并购合作，联合灵明光子形成"发射—接收"省内双核，目标将收发芯片本地配套率由当前低位提升至 50% 以上（参照上游芯片国产化率 2024 年 22%→2025 年 35% 的趋势，广东应争取高于全国均值）。 2. 补"高端光学"：依托消费电子光学基础，扶持省内企业向车规激光雷达光学转型，并招引蓝特光学、水晶光电、永新光学在粤设车规光学基地，降低物流与协同成本。 3. 抢"硅光 FMCW"：将摩尔芯光、洛微等硅光相干激光雷达企业列为重点招商对象，在粤建设预量产线，抢占 2027—2029 年全固态量产窗口；支持省内高校/院所（如深圳、广州光电平台）牵头硅光代工与车规测试。 4. 强"标准与检测"：以 GB/T 45500-2025 为准入前置，在珠三角布局车载激光雷达车规检测认证与道路测试配套能力，使"标准引领—场景示范—产业集群"闭环落地。 5. 提"配套率"抓手：以速腾聚创、华为为链主建立本地供应商清单与配套率月报，对进入链主供应链的省内中小光学/结构件/封测企业给予认证与流片补贴，三年目标整机省内综合配套率突破 60%。

配套率提升需与场景示范联动。广东拥有粤港澳大湾区智能网联汽车示范区与密集整车厂资源，应将车载激光雷达纳入"标准引领—场景示范—产业集群"路径：在示范区内优先部署速腾、华为、灵明等本地产品做车规验证，以真实道路数据反哺算法与芯片迭代；对引入的发射芯片、硅光 FMCW 产线给予厂房、流片与首轮流片风险补偿，缩短从"招商签约"到"上车验证"的周期。同时警惕低端内卷——传

统切割/打标激光已陷入价格战末期，车载雷达应避免在半固态主雷达环节重复同质化扩产，资源应向发射芯片、硅光相干、车规光学等高附加值环节倾斜，防止"规模上去了、价值留不住"。政策上建议将 GB/T 45500-2025 符合性作为园区招商与质量监管前置条件，以标准护航产业提质。

2.3 赛道三：激光核心器件与材料

激光核心器件与材料是激光产业的"心脏"，长期由美日欧巨头把控，是国产替代链条中壁垒最高、对外依存度最突出的环节。其中半导体激光芯片（VCSEL、EEL、高功率泵浦源）既是工业光纤/固体激光泵浦核心，也是 3D 传感、车载激光雷达与 AI 光互连的底层光源。近年国内在长光华芯、纵慧芯光、瑞波光电、老鹰半导体等带动下，中低功率段已实现规模替代，车规级 VCSEL/EEL 同步突破；但外延片、良率、封装散热与车规可靠性等长周期环节仍是"硬骨头"。本章聚焦激光器芯片，拆解 VCSEL 对 EEL 的替代逻辑与高功率芯片的国产化进展。

2.3.1 激光器芯片：VCSEL 对 EEL 的替代趋势及高功率芯片突破

一句话判断：VCSEL 凭借光束质量、温度特性、可靠性、成本与二维阵列集成优势，已在消费电子 3D 传感与数通短距互连完成对 EEL 的替代，并加速向车载激光雷达渗透；但在 200 米以上远距与高功率密度场景，EEL 凭借约 10—25 倍的功率密度优势仍将长期存续，二者呈"近距 VCSEL 主导、远距 EEL 占优"的互补格局。

（1） VCSEL 对 EEL 的替代逻辑：从结构差异到场景分野

一句话判断：替代的本质是器件结构决定的光电特性差异——VCSEL 的"面发射+二维阵列+晶圆级制造"使其在近距、高可靠、低成本场景具备系统性优势，而 EEL 的"边发射+高功率密度"使其难以被完全取代。

垂直腔面发射激光器（VCSEL）与边发射激光器（EEL）同属半导体激光器，核心差异在谐振腔取向：VCSEL 的光沿衬底垂直方向出射，谐振腔短、自发辐射耦合效率高；EEL 沿芯片解理面边发射，腔体长、单模功率与功率密度更高。这一结构差异直接映射到五类关键指标。

光束质量与封装。 VCSEL 天然输出近圆形对称光斑，快慢轴发散角一致，耦合与准直简单；EEL 输出椭圆光斑，快轴发散角常达 30°、慢轴 17°（瑞波光电披露常规 905nm EEL 数据），需复杂光束整形。瑞波光电新一代 905nm EEL 通过结构优化将快轴收敛至 22°、慢轴 10°，但仍劣于 VCSEL 的对称特性。对激光雷达与 3D 传感而言，VCSEL 的圆形光斑意味着更高的耦合效率与更低的系统光学复杂度。

温度特性与可靠性。 VCSEL 波长温漂由有源区增益峰值主导，整体温漂小；EEL 温漂系数常规约 0.28 nm/K，会随温度抬升导致滤波带宽匹配恶化。国内企业通过多结与低温漂工艺将 905nm EEL 温漂压至 0.06—0.09 nm/K（瑞波光电 65W/135W/165W 系列），已接近 VCSEL 水平，但工艺成本高。可靠性方面，车规级 VCSEL 需通过 AEC-Q102 认证（详见第三节），纵慧芯光、老鹰半导体、长光华芯、瑞波光电均已获证或关键项目通过，VCSEL 在消费电子十亿级出货中积累的车规置信度正转化为车载优势。

成本与二维阵列集成。 VCSEL 可在整片晶圆上完成阵列制备与晶圆级测试（Wafer-Level Test），单位通道成本随阵列规模快速摊薄；EEL 为单条器件，测试多在巴条/单管级进行。行业数据显示，VCSEL 在短距多模（SR）场景每通道速率上限已突破 112 Gbps，多模链路成本较替代方案下降约 12.7%（中国报告大厅，2025-10）。二维可寻址 VCSEL 阵列可独立寻址分区发光，直接支撑 Flash 式固态激光雷达的"电子扫描"，这是 EEL 难以在芯片级实现的能力。

功率密度与适用距离——EEL 的存续空间。 这是替代逻辑的边界。瑞波光电披露，其 905nm EEL 功率密度可达约 50 kW/mm²，而多结 VCSEL 最高约 2 kW/mm²，EEL 功率密度约为 VCSEL 的 10—25 倍（瑞波光电，2023-05）。高功率密度使 EEL 在远距探测（尤其 150—300 米段）仍具优势，配合 MEMS 振镜可构成成熟的中长距激光雷达方案。因此，VCSEL 的替代并非"全面取代"，而是在近距、补盲、舱内与数通场景的份额扩张。

替代率与渗透趋势的量化判断。 分场景给出结构化结论：①消费电子 3D 传感，VCSEL 替代率已近 100%，自 2017 年苹果 FaceID 起 EEL 基本退出该场景；②数通 SR 多模互连，VCSEL 占主导，2025 年 VCSEL 占 AI 光互连技术市场 28.9%（硅光 44.7%居首），单波 100G/200G 量产支撑 200G/400G 模块（中国报告大厅，

2025-10；Dataintelo，2025）；③车载激光雷达，VCSEL 在 Flash/半固态与补盲雷达快速渗透，EEL（905nm）+MEMS 在中长距规模出货，1550nm 光纤激光占据远距高端。综合 Yole 测算，全球激光雷达市场 2027 年约 63 亿美元、ADAS 年增约 73%，车载 VCSEL 发射端渗透率预计由 2024 年小批量导入迈向 30%+（据公开信息，具体份额待核实）；200 米以上远距段 EEL/1550nm 仍为主力。整体判断：2024—2027 年为 VCSEL 在车规场景的"替代加速期"，但远距高端的 EEL 存续期将延续至 2030 年以后。

表 2-14 VCSEL 与 EEL 技术经济对比（车载 LiDAR / 3D 传感 / 光通信场景）

维度	VCSEL（垂直腔面发射）	EEL（边发射）	对比结论
光束质量/光斑	近圆形对称，无需复杂整形	椭圆光斑，快轴发散角常达 30°	VCSEL 耦合简单、系统光学复杂度低
功率密度	多结最高约 2 kW/mm²	约 50 kW/mm²（905nm）	EEL 高约 10—25 倍，远距探测占优
温度特性（温漂）	结构决定温漂小	常规 0.28 nm/K，先进工艺压至 0.06—0.09 nm/K	EEL 差距收窄但仍偏弱
二维阵列/可寻址	原生支持晶圆级阵列与分区寻址	难以芯片级阵列化	VCSEL 支撑 Flash 固态雷达电子扫描
成本与量产	晶圆级测试，规模效应显著，链路成本降约 12.7%	单管级测试，成本较高	VCSEL 近距场景成本优势明显
适用距离	近距/补盲/舱内（<150m 为主）	中长距（150—300m）	互补而非替代
车规成熟度	AEC-Q102 多已获证，消费级验证充分	905nm EEL AEC-Q102 关键项已通过	二者均进入车规导入期

解读一：VCSEL 的优势集中在"光斑对称性+阵列集成+晶圆级成本"，决定了它在 3D 传感与数通短距已成事实标准。解读二：EEL 以功率密度构筑的远距壁垒短期内不可逾越，不应视为"将被淘汰"的技术。解读三：温漂曾是 EEL 最大短板，国内多结低温漂工艺已将其逼近 VCSEL 水平。解读四：VCSEL 与 EEL 在激光雷达中长期共存，招商布局应避免"单选技术路线"，宜按场景分层扶持。

（2） 高功率激光芯片：功率等级演进、效率、寿命与国产化进展

一句话判断：高功率半导体激光芯片沿"单管—巴条—叠阵"功率等级稳步上探，国产在单管百瓦级、泵浦源 9xx nm 与车规 VCSEL 实现突破，但外延片、良率、封装散热与车规老化模型仍是卡脖子主线，极高端段对外依存度仍高。

功率等级演进与代表产品。 高功率芯片按封装形态分单管（Single Emitter）、巴条（Bar，多单管线性阵列）与叠阵（Stack，多巴条垂直叠装），主要用作工业光纤/固体激光器的泵浦源与直接半导体输出。①单管：长光华芯 2025 年报披露双结单管室温连续功率超 132W（芯片条宽 500μm、电光效率 62%），刷新其此前单管超 100W 纪录，开启百瓦级单管时代；其 9xx nm 50W 高功率单管（330μm 发光区、效率≥62%）已实现大批量出货，为量产功率最高的半导体激光芯片之一。②巴条：瑞波光电披露单巴条连续输出功率>250W（封装热阻<0.15 K/W，微通道液冷），其 5 结 905nm 脉冲芯片达 225W（2023）。③叠阵与泵浦源：长光华芯 9xx nm 光纤激光泵浦源功率提升至 1000W、8xx nm 固体激光泵浦源提升至 500W（2025 年报）；特殊波长如 1470nm 300W、1726nm 100W 光纤输出模块已推出。泵浦源主流波长 915/940/976 nm，是万瓦级光纤激光器的"能量入口"。

效率与寿命。 效率侧，长光华芯攻克低损耗多结 VCSEL 结构，将面发射芯片效率由约 61%（近 20 年停滞）提升至 74%，并刷新单模 VCSEL 20.2mW 世界纪录（效率 42%）（江苏省科协 2024 十大科技进步）。寿命侧，车规可靠性以 AEC-Q102 为门槛：HTOL 常规 1000 小时、温度循环-40~125℃、THB 85℃/85%RH（AEC 标准，2025）。瑞波光电基于数百万器件小时长期寿命测试建立模型，预测 905nm EEL 寿命超 100 万小时（瑞波光电，2023-11）；纵慧芯光披露的 AR-VCSEL 在 6000 小时 HTOL 下 42 颗阵列零失效，FIT 率<0.8（90%置信），相当于车载工况 300 年以上冗余（PMC/激光雷达工业视点，2024）。

国产化率与代表企业。 长光华芯董事长闵大勇公开判断高功率激光芯片"硬卡脖子已成历史"，国产基本满足中低功率需求（NSTL/行业报告）。但极高端（高功率密度、车规可靠性、深紫外）芯片与部分衬底/外延仍依赖 Coherent、Lumentum、滨松等（证据包 A08[1]）。据产业链测算，高功率半导体激光芯片整体国产化率约 5—6 成、以中低功率为主，极高端段仍由海外主导。代表企业分国内外列示如下表。

表 2-15 国内外高功率激光芯片代表企业/产品对照

企业	国别/地区	代表产品与功率等级	车规/可靠性	备注
Coherent（原 II-VI）	美国	VCSEL（多结）、EEL、泵浦源；Yole 2022 VCSEL 份额 41%	车规体系成熟	多结 VCSEL 与外延键合专利深厚（US10236654B2）
Lumentum（原 Broadcom VCSEL 部）	美国	VCSEL、EEL、EML；Yole 2022 VCSEL 份额 37%	车规体系成熟	器件结构基础专利（US9876345B2）
ams-OSRAM	欧洲（奥/德）	VCSEL 车规光源；宽温域可靠性	AEC-Q102，EP3876543A1	车规宽温域（-40~125℃）专利领先
长光华芯	中国（苏州）	单管 132W、9xx nm 50W 量产；9xx 泵浦源 1000W	VCSEL 车载 IATF16949+AEC-Q	2025 营收 4.77 亿（+75%），高功率单管+80.9%
纵慧芯光（Vertilite）	中国（常州）	消费 VCSEL 国内第一；AR-VCSEL 破 300m	AEC-Q102+IATF16949	2024 车载 VCSEL 出货同比+124%、累计超 3 亿颗，占国内新能源 LiDAR 光源 60%+
老鹰半导体	中国（浙江，深圳分支）	单波 100G/200G VCSEL 量产；905/940nm LiDAR	AEC-Q102（2024）+IATF16949	数通 50G/100G 累计出货超百万通道，国内第一
瑞波光电	中国（深圳）	905nm EEL 65/135/165/225W；10G VCSEL	905nm EEL AEC-Q102 关键项通过（2023）	牵头国重研发"高功率密度 905nm 多结芯片"；国家级专精特新小巨人（2025）
瑞识科技	中国（深圳）	车规 VCSEL、二维可寻址、偏振锁定	车规级平台	C 轮数亿融资；供三星 Galaxy Ring
柠檬光子	中国（深圳）	VCSEL/HCSEL/EEL 高端芯片	ISO9001	月产能超 4000 片 6 吋晶圆；C 轮（2025）
三安光电	中国（厦门）	多结高功率 VCSEL、LiDAR 芯片	车规推进中	GaAs VCSEL 专利与产能国内前列

解读一：市场仍呈 Coherent+Lumentum 双寡头格局（2022 合计约 78%），但国内长光华芯、纵慧芯光、老鹰、瑞波已在单管功率、车规获证、出货量上多点突破，替代从"备胎"走向"并行"。解读二：广东（深圳）在 VCSEL/EEL 设计、封测与车规认证环节集聚瑞波、瑞识、柠檬光子三家，是国内最完整光芯片设计—封测集群之一，但本土外延流片产能薄弱（见第三节）。解读三：纵慧芯光累计超 3 亿颗、占国内新能源 LiDAR 光源 60%+，标志国产 VCSEL 在车载前装已从验证转入规模供货。解读四：需警惕基础专利仍由美企把控（器件结构、热管理、高速调制），出海面临 337 与许可风险（证据包 A08[5][8]）。

卡脖子环节拆解。①外延片：GaAs/InP 基 MOCVD 外延是功率与效率的源头，高端外延片与 6 吋 GaAs 流片产能部分依赖进口与长三角代工，广东本地流片能力偏弱；②芯片良率：多结 VCSEL 氧化限制层、电流孔径与低缺陷量子阱工艺良率待提升，直接决定成本与可靠性；③封装散热：COS/BOS 金锡共晶、微通道液冷决定热阻与功率密度，瑞波单巴条热阻<0.15 K/W 代表国内先进水平，但高端封装材料仍部分进口；④老化与威布尔模型：车规要求以威布尔（Weibull）分布拟合 HTOL 数据、给出 FIT 率与 MTTF，国内企业寿命数据库与模型建设处于积累期，是车规前装放量的隐性门槛。

表 2-16 高功率半导体激光芯片功率等级演进对照

功率形态	典型指标（国产进展）	主要应用	国产化状态
单管（Single Emitter）	长光华芯双结 132W（62%）、9xx nm 50W 量产	光纤/固体激光泵浦、直接半导体输出	中低功率基本自主，百瓦级领跑
巴条（Bar）	瑞波单巴条>250W（热阻<0.15K/W）；5 结 225W 脉冲	工业高功率泵浦源	已量产，高端仍追国际
叠阵（Stack）	多巴条叠装至千瓦—万瓦级泵浦模块	万瓦光纤激光泵浦	系统级自主，核心器件混合
多结 VCSEL（面发射）	效率 74%、单模 20.2mW 纪录；905/940nm 车规	激光雷达、3D 传感、光互连	车规突破，基础专利偏弱
特殊波长	1470nm 300W、1726nm 100W、780nm DFB>10W	医美、农业、光通信	点状突破，规模待扩

解读一：单管百瓦级与 9xx nm 泵浦源是国产替代最扎实的支点，已具备与国际同台的成本与性能。解读二：巴条/叠阵的热管理（微通道液冷、低空洞金锡焊）决定功率上限，是"功率攀升"的瓶颈而非芯片本身。解读三：多结 VCSEL 效率破 74%标志面发射芯片告别 20 年停滞，是车载激光雷达降本的核心变量。解读四：特殊波长芯片（医美、农业、光通信）属利基高毛利市场，适合广东以应用牵引做差异化布局。

（3） 广东视角：VCSEL 设计封测集群、光芯片流片短板与传感器协同

一句话判断：广东（以深圳为核心）已成形国内最完整 VCSEL/EEL 设计—封测—车规认证集群，并可与本土激光雷达、整车与 3D 传感产业链深度协同，但 6 吋 GaAs 外延流片产能仍明显短板，需以"设计强、封测实、流片补"补齐全链。

设计封测集群事实落地。 深圳集聚三家具有车规与量产能力的光芯片企业：瑞波光电（龙华）是国内大功率 EEL/VCSEL 代表，905nm EEL 已通过 AEC-Q102 关键测试、牵头国家重点研发计划"高功率密度 905nm 多结半导体激光芯片"（2024-12 立项、2025-03 启动），并获 2023 年度广东省科技进步二等奖、2025 年国家级专精特新"小巨人"（瑞波光电官网，2024—2025）；瑞识科技（南山）为 VCSEL 芯片与光引擎供应商，具备车规级、二维可寻址与单模偏振锁定 VCSEL 平台，近期完成数亿元 C 轮融资，并为三星 Galaxy Ring 独家 VCSEL 供应商；柠檬光子（宝安）专注高端 VCSEL/HCSEL/EEL 芯片，月产能超 4000 片 6 吋晶圆、获 ISO9001，2025 年完成 C 轮（柠檬光子百度百科、官网）。三者覆盖"EEL+VCSEL+光引擎"，构成设计—封测—车规闭环。

光芯片流片短板（如实标注）。 广东在 VCSEL 设计、封测与车规体系上强，但本地 6 吋 GaAs/InP 外延流片（Foundry）产能相对薄弱，主要依赖长三角（纵慧芯光常州 6 吋 MOCVD、长光华芯苏州）及海外代工（据公开信息，待核实）。任务提及的本地流片主体（如"mitium""线路"等）经检索未能确证为广东真实存在的 GaAs VCSEL 流片企业，故不列入结论；建议招商部门以"补流片"为靶向下游环节精准招引或共建公共外延平台。

与传感器产业链协同。广东拥有从芯片到系统的完整下游牵引：激光雷达龙头速腾聚创（RoboSense，深圳）为 VCSEL/EEL 发射端提供前装出口；华为（深圳）布局硅光 OPA 与 3D 传感 VCSEL（CN114336521A），构成 VCSEL+硅光协同；比亚迪（深圳/惠州）、广汽（广州）等整车厂产生车载 VCSEL/DMS 与激光雷达海量需求；奥比中光（佛山/深圳）等 3D 传感模组厂与瑞识、柠檬光子形成近距传感上下游。广东 2024 年出台《广东省加快推动光芯片产业创新发展行动方案（2024—2030 年）》，提出到 2030 年培育千亿级光芯片产业集群、重点支持 VCSEL 等研发与产业化，为本地芯片—传感器协同提供政策底座。

广东可落地的产业建议。一是以车规认证为牵引，支持瑞波、瑞识、柠檬光子联合第三方建成 AEC-Q102 本地检测能力，降低前装导入周期；二是共建 6 吋 GaAs VCSEL 公共外延/流片中试线，补齐"设计强、流片弱"断层；三是以速腾聚创、比亚迪、华为为链主，组织"芯片—模组—整机"联合验证与首台套，用规模需求倒逼良率与降本；四是依托光芯片行动方案，将多结 VCSEL、低温漂 EEL、特殊波长芯片列入强链补链专项，规避美日基础专利与出口管制风险。

（4） 风险研判与展望

一句话判断：VCSEL/EEL 赛道短期看车规放量、中期看 AI 光互连、长期看硅光异构集成，风险集中在基础专利受制与车规寿命数据积累不足，广东宜以"场景牵引+专利突围"双线推进。

风险侧：其一，器件结构、热管理、高速调制基础专利仍由 Coherent/Lumentum/ams-OSRAM 把控（US9876345B2、US10236654B2、EP3876543A1），国产出海面临 337 调查与许可壁垒，2026 年新开 337-TA-1505 已涉硅光 OPA 与光模块（证据包 A08[5][8]）；其二，车规级长寿命（百万小时级）威布尔模型与 FIT 数据库仍处积累期，是前装规模放量的隐性门槛；其三，高端外延片与 6 吋流片受美 BIS 出口管制外溢影响，供应安全需专利+产能双保险（证据包 A08[15]）。

展望：消费电子与数通 VCSEL 替代已定局，车载激光雷达是 2024—2027 年最大增量，国产凭借车规获证与出货量跃升切入供应链；高功率芯片单管百瓦级、泵浦源 9xx nm 与多结 VCSEL 效率破 74%标志技术拐点已至。广东应立足设计封测优

势，补流片短板、强传感器协同，在"近距 VCSEL 主导、远距 EEL 存续"的全球格局中锁定自身不可替代的产业链位置。

图 2-2　中国超快激光器市场规模

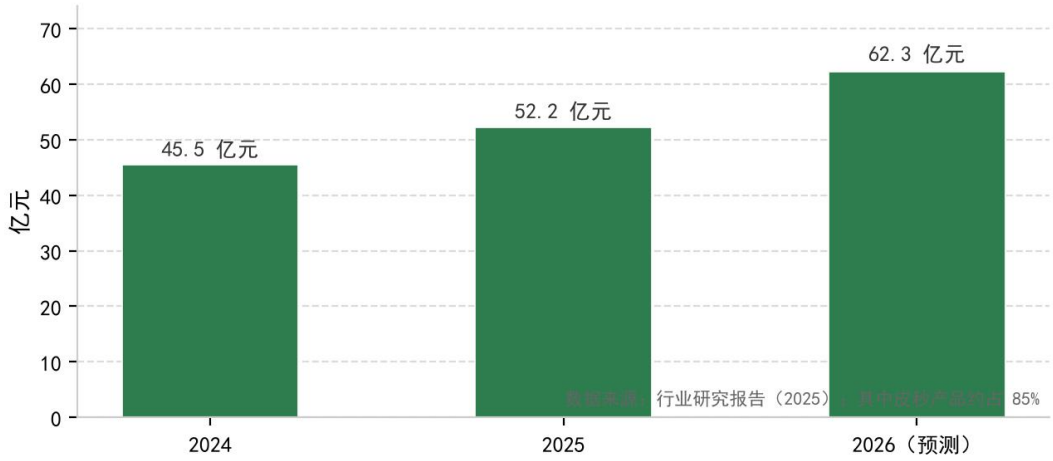
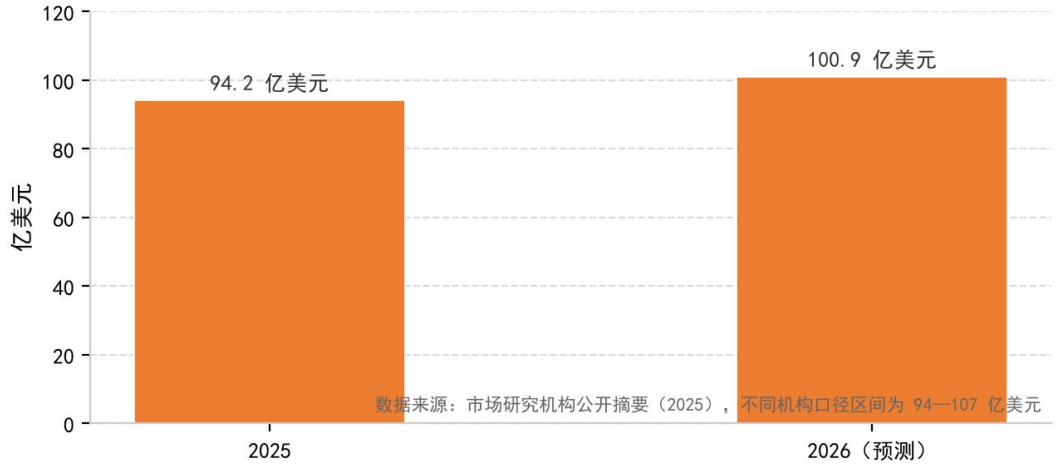


图 2-3　全球半导体激光器市场规模（含 VCSEL、EEL）



2.3.2 光学元器件：车规级镜头、光束整形器件

光学元器件是激光与光电系统的"最后一公里"，其精度、可靠性与国产化水平直接决定下游整机（车载激光雷达、光通信模块、先进制造装备）的性能边界与供应链安全；其中车规级镜头、扫描振镜与光束整形器件是近三年需求增长最快、进口替代窗口最明确的细分方向。

2.3.2.1 接收/发射端光学：准直、DOE、扩散片与扫描

发射与接收端光学器件正从"单点透镜"走向"微结构阵列+扫描+整形"的系统化集成，其国产化在准直与扩散环节已具备规模替代能力，但在车规级扫描振镜与高损伤阈值衍射光学元件（DOE）上仍依赖海外设计与工艺。

在光通信与激光雷达发射端，准直透镜（C-Lens、玻璃非球面透镜、硅基微透镜）承担将芯片出射光耦合进光纤或准直为平行光束的功能。随着光模块从 800G 向 1.6T/3.2T 演进，硅基微透镜因晶圆级制造、亚微米精度、与硅光芯片单片集成的优势，成为明确的技术方向；据行业统计，2025 年国产化硅透镜在中高端应用中占比达 52.8%，较 2024 年的 44.1%提升 8.7 个百分点，苏纳光电硅基 MEMS 微透镜阵列全球市占率超 65%，炬光科技、腾景科技、长光华芯等已实现量产或产线布局（乐晴智库，2025）。扩散片与 DOE 则用于激光雷达发射端将单点光源整形为面阵/线光斑，炬光科技（688167.SH）已将车规级微透镜阵列（MLA）生产线由瑞士转移至广东韶关基地并于 2025 年 1 月正式出货，其为欧洲 Tier 1 头部激光雷达客户开发的 AG 公司线光斑发射模组项目（生命周期预计约 50 万套）进入量产前验证阶段（炬光科技 2024 年年报及 2025 年业绩说明会）。

准直器与波分复用（WDM）是发射/接收端的另一关键对。据券商 2025 年供应链研究，准直器（透镜+激光器组合，决定光信号耦合效率）主要厂商为 II-VI（占 35%）、Lumentum（占 25%）、光迅科技（占 10%），国内在 10G/25G 速率准直器已实现替代，但 40G 以上产品仍依赖进口；WDM 滤光片高端长期被日本 HOYA 等企业垄断，国内东田微推动国产替代率由 2024 年的 15%提升至 2025 年的 30%（贤阅信息/券商供应链研究，2025）。这印证了广东在接收/发射端"中低速器件已自主、高速与高端滤光片仍卡点"的格局与全国一致，应在韶关、东莞等精密光学聚集区优先承接 40G 以上准直器与高端 WDM 滤光片的产线转移。

扫描端是当前车规级最大的技术与认证壁垒。主流架构分为旋转多面镜（多边形转镜）与 MEMS 微振镜两类：转镜已有三十年以上应用史，振动容限可达 50G，兼容 BK7 廉价玻璃光学元件，并具备通向 ISO 26262 功能安全认证的成熟路径，缺点是功耗较高（128 线约 15—20W）、有可闻噪声（约 45dB）、仅单轴扫描；MEMS 微振镜可二维扫描、总功耗低于 10W、噪声低于 35dB，并支持动态感兴趣区（ROI）调节，但面临-40℃至 105℃热循环下的金属疲劳与 50G 级抗冲击验证挑

战（Automotive Radar Optical Lens Technology 分析，2025）。国产 MEMS 微振镜产品（如φ4.0/φ8.0mm 规格）镜面采用镀金工艺反射率达 97%，通过-40℃至 105℃高低温测试及 10—2000Hz、3.11GRMS、20 小时、6 轴振动验证，封装尺寸压缩至 24.8×23.14×7.58mm、重量仅 11g，已满足车载温湿度、振动、冲击的严苛要求（MEMS 微振镜公开技术资料，2025）。值得警惕的是，MEMS 微振镜在-40℃至 105℃热循环下的镀膜应力与模态失配会导致镜面翘曲、扫描角度漂移，单晶硅微裂纹扩展会使动态变形从出厂 150nm 累积增大、点云信噪比断崖式跌落，构成车载长寿命周期的可靠性天花板（TrueSight 失效解析，2025，据公开信息待核实具体限值）。

2.3.2.2 车规级成像镜头与窗口片

车规级成像镜头与窗口片是激光雷达、车载摄像头与 AR-HUD 的共用基础件，其需求随 L3 及以上自动驾驶渗透率提升而放量，国内以永新光学（603297.SH，注册地浙江宁波，非广东企业）为代表的厂商已建立规模化量产能力，但高端非球面模压、硫系玻璃与镀膜工艺仍部分受制于人。

永新光学在车载激光雷达光学元组件领域深耕近十年，已成为禾赛、图达通、法雷奥等全球头部企业的重要合作伙伴，2024 年激光雷达光学元组件业务正式进入规模化量产阶段、收入突破"亿元"大关，车载镜头前片销量稳健并收获数个 AR-HUD 项目定点（永新光学 2024 年年报及 2025 年业绩说明会）。在材料与波长层面，905nm 系统多用低成本 BK7 或模压玻璃光学元件，受人眼安全限制有效探测距离约 200 米；1550nm 系统可容许约十倍峰值脉冲能量、探测距离延伸至约 300 米，但需采用氟化钙（CaF_2 ）或硫系玻璃等昂贵材料并配合类金刚石（DLC）抗反射镀膜（Automotive Radar Optical Lens Technology 分析，2025）。

窗口片与透镜的"全天气可靠性"依赖多层镀膜策略：疏水外层减少雨雪附着干扰、防雾内层抑制结露、高损伤阈值镀膜堆在 1550nm 峰值强度超过 100kW/cm² 下保持耐久（同前源）。广东本地在车规镜头/窗口片环节尚无与永新光学对等的规模化上市主体，相关需求主要由省外供应商与海外（如 Hamamatsu、HOYA）满足，这是广东在光学元器件"成像与防护端"的明显补链缺口；考虑到广东已集聚比亚迪、广汽等整车与自动驾驶企业，就近配套车规窗口片与镜头具备现实市场需求，宜将该环节列为招商与产学研合作的重点方向。

2.3.2.3 光束整形与匀化

动态光束整形与匀化是高功率加工提质降本、激光雷达均匀探测的核心使能技术，国内在振镜焊接与静态匀化元件上进展较快，但高带宽变形镜（DM）与自适应光学闭环控制仍处中试阶段。

光束整形通过动态光学元件实时调控焦面强度分布——振镜扫描器（GS）以高频路径成形、变形镜（DM）以镜面形变连续整形、空间光调制器（SLM）实现自适应校正，二者均能生成环形、方形、马蹄形等分布以抑制飞溅、优化焊缝。2025 年 Optics & Laser Technology 发表振镜与变形镜数学对比框架，指出 GS 在曲线状（马蹄形）分布更优、DM 在方形边角更优；产业端 Scanner Optics 在 Laserfair 2025 展出高功率振镜焊接系统，数字编码振镜焊接速度达 3000mm/s、激光关断小于 10ms（Optics & Laser Technology，2025，证据包 A09[13]）。在超快与微加工领域，华中科技大学秦应雄团队"激光光场智能调控、高精度光束整形、衍射光学设计"10 项发明专利作价 525 万元转让给武汉华秦激光，已在多家龙头批量应用（证据包 A09[7]）。国产化判断：振镜已成熟量产、动态 DM 整形处于中试，瓶颈在于更高扫描频率下的功率调制、DM 精度与成本。

在超快激光领域，光束匀化与脉冲时空整形直接决定半导体先进封装、第三代半导体的冷加工质量。2025 年全球超快激光设备市场约 257.8 亿元（中国占 36.2%），关键器件自主率由 2021 年的不足 15%升至 2025 年的 43%，但高损伤阈值啁啾体布拉格光栅（CBG）、真空紫外窗口等进口依赖仍达 65%—90%（证据包 A09[14]）。广东省在超快匀化元件与高损伤阈值光栅上缺乏对应主体，应依托深圳、东莞的精密光学冷加工与镀膜基础，承接相关器件的中试与量产，避免"整机强、材料弱"的结构失衡在省内复现。

2.3.2.4 镀膜与晶体材料

镀膜与晶体材料是光学元器件的"性能天花板"，中国在非线性晶体（LBO/BBO/KTP/RTP）全球占优，但深紫外（266nm）波段晶体质量与高端镀膜料/设备仍落后于日本、法国。

中国是全球非线性晶体出口大国，LBO/BBO/KTP/RTP 厂家合计份额超 80%、全球约 70%的 BBO 产自中国，福晶科技（注册地福建福州，非广东）LBO/BBO 全球市占率约 70%并独家量产 KBBF 深紫外晶体（证据包 A09[2][6]）。但深紫外 BBO/CLBO 晶体质量与镀膜技术较日法仍有较大差距，高端薄膜（如薄膜铌酸锂）、高纯氟化镁/氧化钽镀膜料、钒酸钇偏振晶体、熔融硅光学窗口等高端镀膜材料与设备仍被海外把控（证据包 A09[2]）。2024 年全球光学晶体相关专利申请同比增 31%、中国占 58%，中科院福建物构所主导的深紫外晶体专利组合已构建护城河（证据包 A09[2]）。对广东而言，镀膜与晶体属于"材料端"短板，需通过共建平台与定向招商补强。

表 2-17 关键光学元器件类别/技术要求/国产化水平/代表企业对照表

类别	关键器件	车规/技术指标要求	国产化水平（2024—2025）	代表企业
发射/接收端光学	准直透镜、C-Lens、硅基微透镜、DOE、扩散片	耦合效率、亚微米精度、晶圆级制造	硅透镜中高端国产化 52.8%（2025），较 2024 年+8.7pct	苏纳光电、炬光科技、腾景科技、长光华芯
扫描光学	MEMS 微振镜、旋转多面镜	-40~105℃、50G 振动、ISO 26262	MEMS 已通过车规温振验证，转镜成熟；高端仍进口	国产 MEMS 厂商、Infineon、Velodyne、Opsys
车规成像镜头/窗口片	非球面透镜、窗口片、AR-HUD 前片	全天气镀膜、抗雨雾、高损伤阈值	国内头部已规模量产，高端模压/硫系/镀膜部分进口	永新光学（浙江）、Hamamatsu、HOYA
光束整形与匀化	振镜、变形镜、SLM、匀化元件	3000mm/s 焊接、<10ms 关断、环形/方形分布	振镜量产、DM 中试；闭环控制短板	ScanLab、Scanner Optics、华秦激光
镀膜与晶体	LBO/BBO、KBBF、镀膜料、窗口	深紫外质量、损伤阈值、镀膜均匀性	晶体全球占优（LBO/BBO 约 70%），深紫外镀膜落后	福晶科技（福建）、福建物构所、Zeiss

无源光器件	隔离器、准直器、WDM、PLC/AWG	插入损耗、隔离度、小型化	隔离器国产化约 58%—70%，WDM 滤光片 15%—30%	光库科技、太辰光、昂纳（粤）；Coherent、HOYA

解读一：车规级"温度—振动—功能安全"三道门槛决定了扫描光学与成像镜头的认证周期长、客户黏性强，广东宜优先承接已通过验证的 MEMS 微振镜与窗口片产能。 *解读二：硅基微透镜与硅透镜是 AI 光互联（800G/1.6T/CPO）的"咽喉"环节，国产替代窗口正打开，广东可依托光模块集群就近配套。* *解读三：晶体与镀膜呈"中国上游材料强、高端工艺弱"的结构，广东本地缺失该材料端主体，是后续招商与平台共建的重点。* *解读四：无源光器件广东已有光库、太辰光、昂纳三家上市/龙头主体，构成全国最完整的省份级无源器件供给群之一。*

2.3.3 广东省在光芯片、无源器件领域的优势与挑战

广东是全国光通信无源器件供给最完整的省份之一，已集聚光库科技（珠海）、太辰光（深圳）、昂纳科技（深圳）三家核心主体，但在光芯片外延生长与流片源、高端镀膜装备、车规认证体系与高端人才方面仍存在明显短板，需以"补链+共建平台+招商"组合拳提升本地配套率。

2.3.3.1 广东本地光芯片与无源器件主体清点

经检索核实企业注册地，广东本地（注册地在粤）的光芯片与无源器件上市/龙头企业为三家，另有省外龙头在粤设有产能基地，需严格区分"注册主体"与"在粤布局"。

光库科技（300620.SZ，注册地：广东省珠海市高新区唐家湾镇创新三路 399 号）：专业从事光纤激光器件、光通讯器件与激光雷达光源模块及器件。2024 年营业总收入 9.99 亿元（同比+40.71%），净利润 6698.3 万元（同比+12.32%），毛利率 33.88%，控股股东为珠海华发科技（珠海市国资委）。产品涵盖隔离器、合束器、光纤光栅、激光输出头、MEMS 光开关、波分复用器（WDM）、偏振分束/合束器、薄膜铌酸锂调制器等；其隔离器类市占率行业领先、光纤光栅国内领先，10kW 合束器、3kW 光栅、500W 隔离器、10kW 输出头达全球先进水平；全球仅富士通、住友与光库三家可批量供货体材料铌酸锂调制器（光库科技 2024 年年报，巨潮资讯）。

太辰光（300570.SZ，注册地：深圳市坪山区坑梓街道秀新社区锦绣中路 8 号）：主营光无源与光有源产品。2024 年营收 13.78 亿元（同比+55.73%）、归母净利润 2.61 亿元（同比+68.46%）；MPO/MTP 高密度光纤连接器全球市占率约 25%，陶瓷插芯、PLC 分路器、WDM、耦合器为支柱，第一大客户康宁贡献约 70%收入、外销占比近 80%。公司设"广东省光纤传感（太辰光）工程技术研究中心"，已推出自主 800G MMC 光接口收发模块，并布局 CPO 核心组件（光柔性板、超小型连接

器、保偏 MPO），2025 年与 US Conec 签署 MDC 连接器全球专利许可（太辰光 2024 年年报及百度百科，深交所）。

昂纳科技（00877.HK，总部：深圳市坪山区翠景路 35 号，集团注册于开曼）：全球主要光通信器件、模块和子系统供应商之一，2024 年营收约 8.80 亿元、员工约 4182 人，拥有国家级企业技术中心。具备从芯片设计、材料、封装到系统集成的垂直整合能力，基于磷化铟、砷化镓、硅光等体系自主开发流片多款 III-V 族光芯片；在光放大器、波长选择开关等细分市场具优势，2025 年 ECOC 展示 400ZR 相干光模块及 CPO 外部激光源（ELSFP），并与 Sivers Semiconductors 合作共封装光学下一代外部激光源（昂纳科技公开资料及百度百科）。

在粤布局（非粤注册主体）：炬光科技（注册地陕西西安）在广东设有炬光（东莞）微光学有限公司、炬光（韶关）光电有限公司，其车规级微透镜阵列生产线已转移至韶关并于 2025 年 1 月出货，是广东在光束整形/微透镜阵列环节的重要增量产能。

需澄清的排除项：天孚通信（300394.SZ）注册地为江苏省苏州市高新区（量产基地在江西/泰国，仅设深圳分公司），光迅科技注册地为湖北武汉，二者均不计入广东本地主体；永新光学注册地浙江宁波、福晶科技/腾景科技注册地福建福州、长光华芯注册地江苏苏州，均为省外对标企业。任务书提及的"深圳新易感"未能核实——据公开信息（待核实），可能为用户笔误（或指注册地在成都的新易盛），不列入广东本地主体。

表 2-18 广东光芯片与无源器件代表企业一览表

企业	注册地（核实）	主营环节	2024 规模/能力	关键产品与能力
光库科技	广东珠海	光纤激光/光通讯无源器件、铌酸锂调制器、激光雷达光源	营收 9.99 亿（+40.71%），净利 6698 万	隔离器/合束器/光栅领先；全球三家体材料铌酸锂调制器供应商之一
太辰光	广东深圳	光无源（连接器/插芯/PLC）、有源光模块、CPO	营收 13.78 亿（+55.73%），净利 2.61 亿	MPO/MTP 全球市占约 25%；800G 模块；广东省光纤传感工程中心
昂纳科技	广东深圳（集团开曼）	无源器件、III-V 光芯片、光模块、子系统	营收约 8.80 亿，员工 4182，国家级技术中心	磷化铟/砷化镓/硅光自研流片；400ZR、ELSFP；垂直整合
炬光科技（在粤基地）	东莞/韶关（母体西安）	微透镜阵列、光束整形、车规发射模组	韶关基地 2025.1 出货	车规 MLA 产线由瑞士转移；AG 线光斑模组定点

解读一：三家粤注册主体覆盖了"无源器件—铌酸锂调制器—III-V 光芯片"的完整图谱，使广东成为全国唯一在省级尺度同时具备无源器件集群与光芯片自研流片能力的区域。 *解读二：光库（珠海国资控股）、太辰光、昂纳（深圳）均深度嵌入全球光通信供应链，但外销/大客户依赖度高（如太辰光对康宁约 70%），需关注客户集中度风险。* *解读三：炬光在粤基地补齐了"光束整形/微透镜阵列"环节，使广东在激光雷达光学与 CPO 硅透镜两条赛道均具备在地产能。

2.3.3.2 优势与短板

广东的优势集中在制造与集群端，短板集中在材料与认证端，呈典型的"中下游强、上游弱"结构。

优势：①封测与精密制造能力突出——光库、太辰光、昂纳均具备从器件到模块/子系统的封装与规模制造能力，太辰光在密集连接产品、昂纳在垂直整合上已达全球一线水平；②光模块集群拉动——广东拥有华为、中兴及大批光模块/设备厂商，形成全国最密集的光通信客户群，为无源器件提供就近订单；③供应链半径短——珠海—深圳—东莞—韶关在 300 公里内形成"晶体/调制器—连接器/PLC—微透镜阵列"配套圈，物流与协同成本低；④客户资源国际化——三家主体均为全球头部（康宁、禾赛、法雷奥、诺基亚等）供应商，技术迭代与国际接轨快。

短板：①外延生长与流片源薄弱——昂纳虽具 III-V 自研流片能力，但广东整体缺乏像长光华芯（苏州）那样的高功率激光芯片、大尺寸磷化铟/砷化镓外延片规模产能；据行业统计，2024 年全球光芯片市场 CR5 达 82%（Inphi 28%、Finisar 22%、住友电工 15%、II-VI 12%、华为海思 5%），国内仅在 25G 以下速率实现突破，50G 以上高端芯片仍依赖进口（贤阅信息，2025）。②高端镀膜设备缺失——深紫外/中红外镀膜、高纯镀膜料（氟化镁、氧化钽）与镀膜机仍由 Zeiss、日本企业把控，广东无对应装备主体，硅透镜上游的光学级 8 英寸 SOI 硅片也由信越化学、SUMCO 主导（乐晴智库，2025）。③车规认证体系待建——相比永新光学已通过禾赛、法雷奥等头部车企定点并规模量产的成熟体系，广东在激光雷达光学车规（ISO 26262 功能安全、AEC-Q 系列，据公开信息待核实）全流程认证平台仍薄弱，MEMS 微振镜的 1400+小时加速寿命测试、λ/50 面形检测等能力本地供给不足。④高端人才与基础研究不足——据证据包统计，中国激光前 20 专利申请人中

高校占 13 家、科研机构 4 家、企业仅 3 家，上游专利供给高度依赖省外院所（证据包 A09[8]）；福建物构所、上海光机所、华中科大等掌握晶体与束控核心专利，广东本地高校院所上游原创供给偏弱。

表 2-19 广东光芯片与无源器件环节优劣势对照表

维度	优势（S）	短板（W）
制造与封测	光库/太辰光/昂纳规模制造与封装能力达全球一线；炬光韶关补齐微透镜阵列	高端晶圆级微结构刻蚀、超精密镀膜良率依赖进口设备
集群与客户	华为/中兴等光模块集群+国际头部客户，订单就近、协同强	太辰光等对单一大客户依赖度高（康宁约 70%），外销近 80%
材料与流片	昂纳 III-V 自研流片、光库铌酸锂调制器形成差异化	缺乏高功率激光芯片与外延片规模产能；高端光芯片 50G 以上进口
认证与人才	国际客户倒逼质量体系；深圳/珠海工程中心	车规全流程认证平台薄弱；上游顶尖人才与基础研究集中于省外

解读一：广东在"制造—封测—集群—客户"四环均处全国前列，构成无源器件环节的硬优势，短板不在中国制造能力本身。 *解读二：材料与流片、镀膜装备、车规认证是三条"上游断点"，恰是广东配套率从约 70%迈向 85%的关键堵点。* *解读三：人才短板本质是"上游基础研究在省外"，需以共建平台与招商把省外原创能力导入省内产业化。* *解读四：优势与短板呈互补结构，补链方向应"以长板拉短板"，用集群订单反哺材料与认证环节。*

2.3.3.3 补链建议

围绕"补短板、锻长板"，提出可操作的三类补链抓手：

可招商对象：①上游晶体与镀膜——引进福晶科技（福建，LBO/BBO 全球约 70%）、腾景科技（福建，硅透镜/非球面/GRIN/微透镜阵列全系列、OCS 全球份额领先）等在粤设厂或共建产线，弥补材料端空白；②高功率光芯片——推动长光华芯（苏州，高功率半导体激光芯片）在粤落地产线或封测基地，强化泵浦源自主；③硅透镜与 CPO 光学——引入苏纳光电（MEMS 微透镜全球>65%）、蓝特光学（传统非球面龙头、布局晶圆级微透镜）等，就近配套广东 1.6T/CPO 光模块集群，缓解当前硅透镜高端产能 35%—50%缺口（乐晴智库，2025）；④磁光晶体与隔离器——对接东田微、长飞光坊（TGG 晶体自产）等，降低对 Coherent（II-VI）/GRANOPT 法拉第旋转片（全球>75%份额）的依赖，借势国内隔离器国产化率由 2020 年 38%升至 2024 年 58%、2025 年预计超 70%的窗口（行业统计，2025）。

可共建平台：①依托光库（珠海）、昂纳（深圳）牵头组建"广东省光芯片与无源器件中试平台"，共享 III-V 流片、铌酸锂调制器与封装产线，缩短中小器件企业爬坡周期；②联合华南理工大学、深圳大学等共建"车规光学认证与可靠性联合实验室"，覆盖 ISO 26262、AEC-Q 系列（据公开信息待核实）以及 MEMS 微振镜加速寿命、面形检测能力，补足本地认证短板；③承接省级激光专利导航平台，对 WDM 滤光片、硅透镜、隔离器等建立 FTO 体检与绕行设计服务，并对美欧龙头（IPG/Coherent/TRUMPF）基础专利做同族与诉讼态势追踪（证据包 A09[8][12]）。

本地配套率目标（建议）：到 2027 年，广东光通信无源器件（隔离器、连接器、WDM、PLC、铌酸锂调制器）本地配套率力争由当前约 60%—70%提升至 85%以上；车规级激光雷达光学元件（窗口片、MEMS 振镜、MLA）本地供给实现"从 0 到 1"突破、配套率不低于 40%；高端光芯片（50G 以上）本地流片能力由不足 10%提升至 30%，将广东打造为全国光芯片与无源器件"研发—流片—封测—认证"一体化高地。

第三章 新兴应用与未来增长极

激光产业的传统基本盘——工业切割、焊接与标记——已进入存量优化阶段，而真正的增量来自"光"对物理世界的感知与重构。本章聚焦激光在机器人、低空、医疗与增材等新场景的渗透，其中人形机器人与具身智能被单列为首节，因其首次将激光雷达从"车载选配"推向"机器人刚需"，打开了继智能驾驶之后的第二增长曲线。据 Frost&Sullivan/中商产业研究院，中国激光雷达市场 2024 年已达 139.6 亿元（同比+83.9%）、2025 年预计 240.7 亿元，其中机器人占比由早期不足 5%升至 2025 年的约 18%；机器人领域 3D 激光雷达全球市场规模 2025 年约 12.74 亿元、2030 年有望近 64 亿元（GGII，CAGR 约 26%）。广东作为全国工业机器人产量第一（2024 年 24.68 万台、占全国 44%）与机器人供应链最完整省份（大湾区集聚全球约 57%的人形机器人供应链企业），有条件把这条曲线转化为本地增量。下文以 3.1 节先解构"机器人之眼"的技术必然性与市场空间，其余新兴应用由后续章节展开。

3.1 人形机器人："机器人之眼"开启第二增长曲线

图 3-1 2024 年中国激光加工主要应用规模

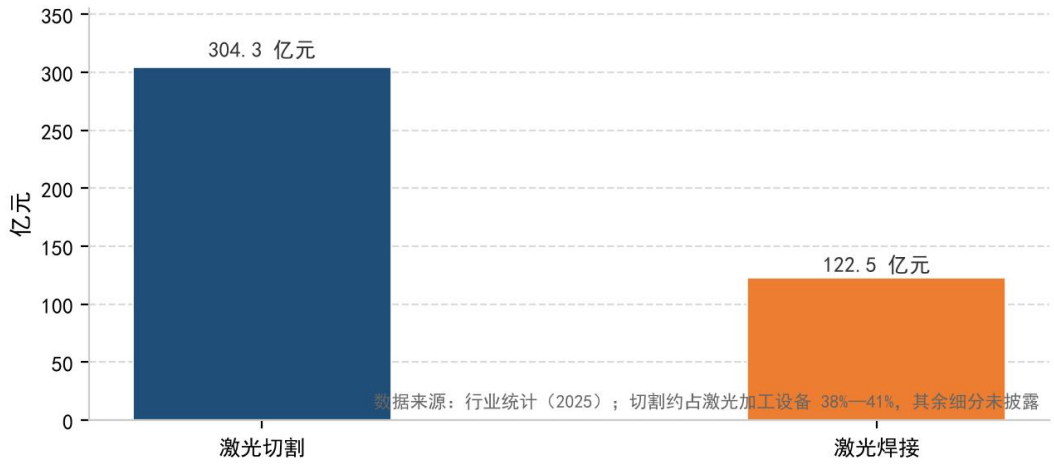


图 3-1 2024 年中国激光加工主要应用规模

人形机器人是激光产业跨界最深远的应用载体。它把激光雷达从高速结构化道路场景，带入低速、非结构化、人机共融的开放物理环境，对感知的可靠性要求不

降反升。3.1.1 节从技术逻辑论证激光雷达为何不可替代，3.1.2 节量化机器人全品类的激光雷达需求并落到广东产业生态。

3.1.1 激光雷达在机器人感知中的不可替代性

判断：在摄像头（视觉）、毫米波雷达、超声波三类主流感知手段之外，激光雷达凭借主动三维测距的高精度与光照鲁棒性，已成为人形及具身机器人在非结构化环境中安全交互的"刚需"传感器，而非可选配件。

机器人面临的环境远比汽车道路复杂：室内外混合、光照剧烈变化、透明/镜面/弱纹理物体并存、人机近距离接触。单一传感器无法覆盖全部长尾场景，多传感器融合是唯一路径，而激光雷达承担的是"三维空间基准"角色。其不可替代性体现在四个维度。

进一步看，机器人对感知的要求与汽车存在本质差异：汽车运行在结构化道路、有高精度地图与规则约束，而机器人多在无先验地图的开放环境作业，必须实时"边走边建图"，对感知的实时性、完整性与失效安全性要求更高。这意味着任何一种单一传感器都不足以支撑安全决策，而激光雷达提供的稠密三维几何信息，恰好补上了视觉"看不清深度"、毫米波"看不清形状"、超声波"看不远"的共性缺口，是多传感器融合中不可替代的几何基准层。

第一，深度精度与直接测距。摄像头是被动成像器件，深度需依赖双目视差、结构光或神经网络估计，在白墙、玻璃、纯色地面等弱纹理场景下极易失效；毫米波与超声波只能给出稀疏或近距距离，无法重建几何。激光雷达以飞行时间（ToF）或调频连续波（FMCW）主动发光测距，直接输出厘米级三维点云，硅光 FMCW 方案测距噪声底可低于 2 厘米、速度精度优于 0.1 米/秒，且单帧即可完成目标追踪与聚类（中国科学报，2025）。对人形机器人而言，这一精度是楼梯、门槛、台阶等细微地形安全通过的前提。换言之，深度精度不是"锦上添花"，而是机器人不"踩空、撞墙、卡门槛"的生存阈值，这是消费级与工业级机器人对激光雷达形成刚性依赖的首要原因。

第二，光照与天气鲁棒性。视觉方案在黑夜、逆光、强眩光、雨雾雪条件下性能骤降；毫米波虽抗雨雪，但金属反射易产生虚警、分辨率低、缺乏三维细节。激光雷达主动发光、自带光源，无惧昼夜与环境光变化，可在全黑环境稳定输出点

云。这一特性使其在室内库房、夜间巡检、户外割草等场景具备"开箱即用"的可靠性，弥补了纯视觉方案的致命短板。

第三，实时三维构图与定位（SLAM）。机器人自主移动依赖同步定位与建图，激光雷达提供的稠密、带距离信息的点云可直接支撑 3D SLAM，实现厘米级定位与动态避障。当前主流人形/四足机器人多采用"深度相机+激光雷达"融合架构；随融合从目标级后融合向前融合演进，速腾聚创推出 Active Camera 品类（AC1 将激光雷达、摄像头与 IMU 硬件级时空同步融合，AC2 为 dToF+RGB 双目+IMU 一体化），把多设备堆叠推向单设备全场景覆盖，进一步放大了激光雷达的结构性地位。对无 GPS/RTK 的室内与半室内场景（工厂、仓储、家庭），激光雷达是唯一可独立实现全局定位的传感器，这也是其在配送、清洁、巡检等场景成为"标配"而非"选配"的技术根源。

第四，固态化与小型化带来的成本坍缩。机器人形态多样、内部空间与电池容量受限，对激光雷达的集成度、可靠性与定制化要求高于车载。固态/准固态方案以 Flash、OPA、硅光阵列取代机械扫描，体积、功耗与一致性显著优化。据 IIM 与中商数据，固态化占比 2025 年已达 72%，单线束均价 2025 年降至约 480 美元（较 2021 年下降约 60%）；速腾聚创自研 SPAD-SoC 芯片（"创世"Eocene 架构、"孔雀"全固态大面阵芯片，180°×135°超广视角、近身零盲区），把机器人专用雷达推向车规级与低成本量产地。成本曲线的下移，是激光雷达从"高端选配"变为"规模标配"的根本推力。

值得注意的是，激光雷达内部技术路线的收敛进一步强化了其在机器人上的适配性。机械式方案因体积大、寿命短、成本高，已基本退出机器人主流；当前机器人专用雷达以半固态（MEMS/转镜）与全固态（Flash/OPA）为主，FMCW 相干方案因天然抗太阳光与多雷达串扰、并可同时测速，在 L3 级以上高冗余场景价值凸显（中国科学报，2025）。从产业节奏看，速腾聚创 E 平台已成为全球唯一量产的固态激光雷达品类，华为在硅光 OPA 路线储备深厚，国产供应链正把"车规级可靠性"平移到机器人，使后者以更低代价获得车载验证过的成熟器件。这一"车—机器人"技术同源性，是激光雷达成本快速坍缩、渗透率加速提升的底层逻辑，也是广东能够率先承接该曲线的产业基础。

表 3-1 从五项指标横向对比四类感知方案，量化上述逻辑。

表 3-1 机器人主流感知方案多技术对比

传感器类型	三维深度精度	光照/天气鲁棒性	三维构图与点云	典型探测距离	主要短板
摄像头/视觉（含深度相机）	间接估计、中等	受光照、雨雾影响大	需算力重建，弱纹理失效	中近距	无主动测距，透明/反光物体失效，算力开销大
毫米波雷达	低（粗粒度）	强，抗雨雪	点稀疏，难成像	远（>150m）	分辨率低，金属误报，无三维细节
超声波雷达	低（近距厘米级）	强	无	近（<5m）	仅近距防护，无法构图
激光雷达（3D）	高（厘米级，FMCW<2cm）	强，主动发光无惧黑夜	实时稠密点云，直接 3D	中远（数十至数百米）	极端浓雾/大雪衰减，成本仍处下探通道

解读： 1. 四列指标共同指向同一结论——激光雷达是唯一同时满足"高精度三维+全光照鲁棒+实时稠密点云"三项要求的传感器，构成多传感器融合中的几何基准。 2. 视觉与毫米波各有分工：视觉提供语义与纹理，毫米波提供远距运动目标速度，二者无法替代激光雷达的空间建模能力，只能与之互补。 3. 激光雷达的剩余短板集中在极端天气衰减（浓雾、暴雪）与成本，而固态化、芯片化正系统性消解后者，前者可通过与视觉/毫米波冗余融合弥补。 4. 对人形机器人而言，"安全兜底"价值高于"性能冗余"，这是激光雷达渗透率在具身智能场景持续抬升的根本原因。

3.1.2 市场潜力与广东机器人产业生态协同

判断：机器人（含人形、四足、割草、配送、清洁、巡检、AGV）正接力车载成为激光雷达第二增长曲线，2025 年全球机器人领域 3D 激光雷达市场规模约 12.74 亿元、2030 年有望近 64 亿元；广东凭借全国第一的整机产量与最完整供应链，具备将"第二曲线"转化为"本地增量"的稀缺条件。

一、需求测算：口径、假设与情景

下文需求测算采用统一口径与显式假设，便于规划部门复核：

市场规模口径：采用 GGII 口径，机器人领域 3D 激光雷达全球市场规模 2024 年 4.49 亿元、2025 年 12.74 亿元、2026 年 25.29 亿元、2030 年约 63.68 亿元，2024—2030 年 CAGR 约 25.97%（据公开信息，待核实原始报告 URL）。

单机用量假设：人形机器人 1—2 颗（人机协作场景可达 4 颗，如银河通用 Galbot S1 头部 2 颗+底盘 2 颗）、四足机器人 1 颗（行业级如宇树 B2 搭载 32 线车规级）、割草机器人 1 颗、无人配送车 1—4 颗、商用清洁/环卫机器人 1—4 颗、AGV/AMR 1—2 颗、巡检机器人 1—2 颗。

出货量口径：人形采用 GGII（2025 全球 1.24 万台、中国 7300 台；2030 全球约 34 万台）与 TrendForce（2026 全球>5 万台、2030 约 50 万台）双口径，机构差异源于统计边界，引用须注明；四足据公开信息 2025 年中国销量约 5.76 万台、2030 约 78 万台；割草据行业数据 2025 全球出货量 199.2 万台（无边界智能割草 131.8 万台）、渗透率不足 10%；无人配送 2025 年投放超 3.3 万台（2024 年 6600 台）、2026 年企业出货有望超 16 万台；商用清洁 2024 年全球超 3.3 万台。

基于上述假设，表 3-2 给出分品类"适配性—单机用量—2030 情景需求"的测算框架。其中 2030 年 LiDAR 需求量按"保守渗透"情景给出，仅作规模量级参考，非确定性预测。

从需求结构看，机器人激光雷达的放量由"成熟品类走量+前沿品类提价值"双引擎驱动。割草、清洁、配送属于已商业化品类，依靠规模摊薄成本、走量为主；人形、四足属前沿品类，单机用量高、单价高，贡献利润弹性。需提示的风险是：若激光雷达在机器人市场重演车载"快速上量—价格骤降"的路径，企业可能面临"增量不增收"——禾赛管理层亦公开提示需做好成本控制（据公开信息，待核实）。因此需求测算应同时关注"颗数"与"颗均价"两条曲线，规划层面宜以渗透率与国产化率而非单纯出货量评估产业健康度。与车载第一曲线相比，机器人第二曲线具备两点差异化确定性：一是客户结构更分散、定制化程度高，利于维持毛利，车载因车企年降显著而单价承压；二是机器人对雷达的"安全器件"属性强于"性能器件"，在低速人机共融场景下，单颗雷达失效代价极高，故渗透率刚性更强，这也解释了为何速腾聚创机器人业务收入占比从 2024 年不足 5%升至 2025 年接近 50%、禾赛机器人激光雷达 2025 年出货达 23.93 万台（据 GGII，待核实）。

表 3-2 机器人品类×激光雷达适配与单机用量测算（2025 基准—2030 情景）

机器人品类	主流感知方案	LiDAR 适配性	单机用量（颗）	2025 年出货/产量（口径）	2030 年 LiDAR 需求测算（颗，情景）	备注

割草机器人	RTK+视觉为主，LiDAR+视觉升级	高（无边界导航/避障）	1	全球 199.2 万台（无边界 131.8 万）	约 400 万（渗透率 20%假设）	渗透率 <10%，增量最大
人形机器人	深度相机 +LiDAR 融合	高（标配趋势）	1—2（协作 4）	全球 1.24 万/中国 7300（GGII）	约 75 万（50 万台× 1.5）	多家厂商已搭载
四足机器人	3D LiDAR+视觉	高（行业级 32 线）	1	中国 5.76 万台	约 78 万（78 万台× 1）	宇树 B2 搭载 32 线车规
无人配送车	多传感器融合	高（安全兜底）	1—4	2025>3.3 万（2024 为 6600）	约 160 万（80 万× 2）	京东 5 年 100 万台计划
商用清洁/环卫	融合，室外标配	中高	1—4	商清 2024 全球>3.3 万	约 60 万（30 万×2）	环卫需求潜力 70—80 万台
AGV/AMR 移动机器人	2D/3D LiDAR 导航	高（成熟刚需）	1—2	百万级存量（据公开）	约 100 万	工业导航基本盘
巡检机器人	3D LiDAR+视觉	中高	1—2	试点扩容	约 20 万	电力/园区场景
合计	—	—	—	—	约 890 万颗（情景）	与 GGII 2030 年约 64 亿元量级一致（均价下探至约百美元级）

解读： 1. 割草机器人是当前机器人激光雷达放量的最大单一引擎——全球年需求超 2000 万台、渗透率不足 10%，"3D LiDAR+视觉"正从高端机型向主流扩散，库犸科技与速腾聚创签下首批 120 万台订单即为标志。 2. 人形与四足虽绝对量小，

但单机价值与战略权重最高：人形单机 1—2 颗、协作场景 4 颗，且处于量产拐点，GGII 预计中国人形机器人 2030 年销量 16.25 万台、全球 34 万台。 3. 无人配送与商用清洁受政策、路权、用工缺口三重驱动，多传感器融合中激光雷达作"安全兜底"，单机 1—4 颗，是中长期稳定的增量盘。 4. 表 3-2 合计约 890 万颗的情景需求，与 GGII 2030 年约 64 亿元市场规模在"均价降至百美元级"假设下自洽，说明机器人激光雷达的量级已可比肩部分车载细分，确属第二曲线。

需说明，表 3-2 为基于公开出货预测与显式单机用量假设的"情景测算"，并非确定性预测；不同机构对人形、四足出货量的口径差异较大（如 GGII 与 TrendForce 对人形 2030 年全球出货分别给出约 34 万与约 50 万台），会直接改变上游激光雷达需求量级。规划部门使用时应以"区间"而非"单点"理解，并随季度出货数据滚动修正。核心结论不变：在渗透率温和假设下，机器人激光雷达 2030 年需求已达百万颗级、市场近 64 亿元，量级足以构成独立增长极。

二、广东生态协同：产业链地图与落地条件

广东是全国机器人产业"规模最大、链条最全、场景最多"的省份。2024 年智能机器人产业营业收入 992 亿元，工业机器人产量 24.68 万台（同比+31.2%、占全国 44%、连续五年第一），服务机器人产量约占全国 80%，机器人相关产品出口 457.4 亿元（同比+19.6%）；全球人形机器人约 57%的供应链企业位于粤港澳大湾区。从区域布局看，广东已形成清晰的错位分工：深圳以面向 3C 的工业机器人本体及核心零部件见长，并集聚了优必选、越疆、速腾聚创等机器人"七剑客"中的多家总部；广州依托汽车、船舶等高端制造强化集成应用；佛山在工业机器人本体制造突出，顺德机器人谷以"上下楼即上下游"模式集聚近 50 家企业，美的库卡园为全国最大工业机器人基地；东莞在机器人集成与精密制造优势明显，本末科技等关节模组企业快速崛起。这种"研发在广深、制造在佛莞、应用在全域"的格局，使广东具备从样机到量产的最短转化链路。表 3-3 按"整机—部件—芯片—算法—代工—场景—政策"七环节绘制广东机器人产业链地图。

表 3-3 广东机器人产业链地图（人形/具身智能视角）

产业链环节	广东代表企业/集群	能力水平	主要缺口/短板

整机/本体	优必选、库卡（美的）、越疆、广汽 GoMate、小鹏 Iron、里工、众擎	全国第一：工业机器人占 44%、服务占 80%	人形尚处量产初期，成本与可靠性待产线验证
精密结构件/代工	深圳/东莞电子制造、长盈精密、美的库卡园	强：大湾区 57%人形供应链在粤，供应链半径短	高端结构件精加工一致性
电机/减速器（关节）	汇川（伺服国内第一）、本末科技（直驱关节）、华数（减速器国产化 80%）	较强	高端谐波减速器、力矩传感器仍部分外购
激光雷达及芯片	速腾聚创（深圳，SPAD-SoC 自研）、华为（硅光 OPA）	强：全球机器人 LiDAR 销冠在粤	高端 VCSEL/SPAD 外延仍依赖外部（如老鹰半导体在浙）
算法/AI	华为昇腾、腾讯、鹏城实验室、优必选	强：算力+大模型+SLAM 闭环	具身大模型开源生态自主性不足
应用/场景	比亚迪、富士康、广汽、美的等规模化场景	极强：31 个制造业大类	国家级机器人训练场/数据闭环待建
政策/资本	智能机器人基金>100 亿元、12 条扶持政策	强	需防范同质化招商与低端重复建设

解读： 1. 广东的最大优势是"整机强+供应链半径短"：从伺服（汇川）、关节模组（本末、华数）到激光雷达（速腾）、算力与大模型（华为、腾讯），可在大湾区 200 公里半径内完成绝大部分配套，显著压低物流与协同成本。 2. 激光雷达环节是广东的"隐形冠军"——速腾聚创 2025 年机器人领域激光雷达销量 30.3 万台（同比+11 倍）、登顶全球第一，且总部位于深圳，与本地整机厂（优必选、越疆、库卡等）形成"同城供给"，这是其他省份难以复制的协同条件。 3. 短板集中在"上游芯片外溢"与"软硬协同"两端：速腾自研 SPAD-SoC 已突破，但高端 VCSEL/SPAD 外延材料仍部分依赖省外（如浙江老鹰半导体），机器人操作系统、高端谐波减速器、力矩传感器亦有提升空间；具身大模型虽强，但开源生态自主性不足。 4. 政策工具已就位——《广东省建设现代化产业体系 2025 年行动计划》

《推动人工智能与机器人产业创新发展若干政策措施》（12 条）、超 100 亿元智能机器人基金，关键在"精准补链"而非撒网招商。

横向对比，长三角（上海禾赛、苏州库犸、浙江老鹰半导体 VCSEL）在激光雷达发射芯片与割草整机端亦有优势，广东的相对长板在"整机+场景+算法"而非"上游芯片"。因此广东的协同策略不宜追求全链自封，而应以整机与场景为锚，把省外乃至海外芯片产能以"近岸配套"方式纳入本省供应链体系，同时集中资源攻坚本省最薄弱的 SPAD/VCSEL 外延与具身大模型开源生态。

对广东而言，把"全国第一的产量"转化为"激光雷达第二曲线的本地增量"，关键在于打通"整机需求—部件供给—芯片自主"的省内闭环。当前广东整机与应用场景优势突出，但激光雷达核心芯片（尤其发射端 VCSEL 与探测端 SPAD 阵列的外延材料）仍有相当比例来自省外乃至海外；这正是规划应优先落子的环节。以"链主+基金+场景"组合，把速腾聚创、华为的雷达与硅光能力，与本末、华数、汇川的关节与伺服能力，以及优必选、比亚迪的真实场景绑定，可在省内形成"造得出、用得上、迭代快"的正反馈。

落地优势与缺口小结。广东将机器人激光雷达第二曲线落地的核心抓手有三：其一，以速腾聚创、华为为链主，牵引 VCSEL/SPAD 外延材料与硅光芯片本地化，把"雷达销量全球第一"升级为"核心芯片省内自给"，并借助深圳已形成的 SPAD-SoC 自研能力，向发射端与探测端双向补链；其二，依托美的库卡园、优必选、比亚迪、富士康等大规模真实场景，牵头建设国家级具身智能训练场与数据闭环，把"应用规模优势"转化为"模型与数据壁垒"；其三，以《广东省具身智能机器人关键环节攻坚方案》为抓手，精准补强高端谐波减速器、力矩传感器、机器人操作系统等仍存短板的环节，形成"招商图谱+攻关清单"双轨推进。需警惕的是，人形机器人量产拐点尚未完全到来（GGII 提示 2025 年全球仍处技术探索早期，主流放量场景以科研教育与展演为主），规划应坚持"以场景定产能、以部件定招商"，防止在需求未确认的环节提前铺摊子、造成低端重复建设；对激光雷达企业而言，则应同步关注"出货量"与"单价"两条曲线，避免重演车载领域"增量不增收"的风险。

3.2 高端医疗与科学仪器

3.2.1 激光在医疗美容、诊断、治疗中的应用拓展

激光在医疗美容、诊断与治疗三大场景的应用已步入"中低端全面国产、高端加速突破"的阶段，但核心光源与高端整机仍明显依赖进口，自主可控水平与下游需求规模不相匹配。本节按医疗美容、临床治疗、诊断三类梳理技术原理、市场规模、国产替代率与广东资源禀赋，数据口径差异较大，引用时均标注来源与年份。

一、医疗美容：祛斑、嫩肤、脱毛、私密

医美是激光在消费医疗中毛利最高、国产化进展最快的赛道。其原理是利用特定波长激光被靶色基（黑色素、血红蛋白、水）选择性吸收，产生光热或光声效应以破坏色素、收缩血管或刺激胶原。按波长与脉宽，主流设备分为调 Q（纳秒级，532/1064nm）、皮秒/超皮秒（皮秒级，532/755/1064nm，光声效应更优）、点阵 CO_2 （10.6μm，剥脱/非剥脱嫩肤）、半导体脱毛（808nm，选择性光热破坏毛囊）及私密抗衰（激光/射频）。

市场规模存在多个机构口径，差异源于是否纳入耗材、服务与广义"激光类医美器械"。IIM《全球及中国医美激光设备产业洞察研究报告》显示，2025 年全球医美激光设备市场 84.6 亿美元（同比+12.3%），中国约 128 亿元（同比+17.5%）；其中"中国激光类医美仪器"约 35.3 亿元（2025）。三个皮匠报告给出另一宽口径：中国"激光类医美器械"2024 年达 126.3 亿元。智研咨询口径更窄，2024 年中国激光医疗设备市场约 58 亿元、国产化率约 67.01%，2025 年有望突破 60 亿元、国产化率约 70%。Verified Market Reports 则估中国医美激光设备 2024 年 12 亿美元（约 85 亿元）、2025 年 14 亿美元（约 100 亿元）。多重口径并列见"表 3-5"。

国产替代呈"中低端渗透、高端突破"两步走。调 Q、点阵 CO_2 、半导体脱毛等中低端设备已实现"能替尽替"，吉斯迪（深圳）激光脱毛仪占据全国市场约 30%、出口占国际市场约 10%（人民网深圳频道，2024）。皮秒是国产化标志性突破：2024 年国产皮秒集中获批，全年新增美敦宜、伟思医疗、半岛医疗、芙迈蕾、安德光电 5 款，叠加 2023 年获批的科英激光，国产皮秒达 6 款，终结此前仅赛诺秀 PicoSure、赛诺龙 PicoWay、韩国元泰 Picocare 三款进口垄断的局面（新浪财经，2025-03）。国产皮秒价格约 40—50 万元，约为进口一半，显著拉低机构采购门

槛。半岛医疗"白极光"为国内首款获批双波长（1064/532nm）250ps 皮秒，峰值功率 1.6GW，注册证号国械注准 20243092111（搜狐/西格玛医学，2024-10）。私密抗衰与阴道年轻化以 CO_2 点阵、Er:YAG 及射频为主，半岛"超声炮"覆盖国内超声抗衰细分市场约 85%（人民网深圳频道，2024）；需强调超声炮属超声能量而非激光，统计中应与激光设备分列。监管趋严成为行业分水岭：国家药监局 2023 年公告明确自 2024 年 4 月 1 日起，射频治疗仪、射频皮肤治疗仪未取得 III 类医疗器械注册证不得生产、进口和销售，水光针、面部埋植线亦按 III 类管理（中国经济网/国家药监局，2023-03），这既抬高合规门槛、挤出劣质产能，也为持 III 类证的国产龙头腾出空间。下沉市场是增量主战场，激光类医美在一线城市渗透率约 81%而三线以下仅 29%，国产设备凭性价比加速向基层与民营机构渗透。

广东资源禀赋突出：深圳是继北京之后全国医美产业第二城，2024 年上半年中国城市医美产业发展指数居第二位；深圳医疗器械产值约占全国 10%、出口占比达 13%，多年居全国大中城市首位（人民网深圳频道，2024-10）。深圳在光电类医美药械制造业异军突起，形成以吉斯迪、半岛医疗为龙头的企业群，医美器械制造集中于宝安区，服务业集中于南山、福田、罗湖（深圳特区报，2024-10）。

二、临床治疗：泌尿碎石、眼科屈光、光动力、牙科

临床治疗对激光的刚需来自"微创、精准、少出血"。泌尿碎石以钬激光（2.14μm）与铥激光为主，经尿道将结石粉末化，国产已具备整机能力但光纤与高功率脉冲源仍部分进口；该领域国产化处于"中"段，代表企业如伟思医疗（南京）的钬激光治疗机 CureStar。眼科屈光手术以飞秒激光制作角膜瓣（LASIK）与全飞秒 SMILE 为核心，设备长期由蔡司、强生等主导，国产仍处于临床验证与早期商业化阶段，国产化率"中低"。光动力治疗（PDT）采用光敏剂+特定波长激光的联合方案，复旦张江（上海浦东新区张江高科技园区）的海姆泊芬（商品名"复美达"）是全球首个获批用于鲜红斑痣的光动力化学药（2016 年获批），其治疗需配合可被血管内皮选择性吸收的特定波长激光照射（搜狗百科/百度百科，待核实具体激光波长参数）；复旦张江属光动力药物企业而非激光设备商，其价值在于与激光照射方案耦合，应在此明确区分。牙科以 Er:YAG（2.94μm）与水激光用于龋病、牙周与软组织手术，国产处于"中"段，进口品牌占优。

三、诊断：OCT、流式细胞、拉曼光谱

诊断是激光技术含金量最高的环节，且国产正从"跟跑"向"并跑"切换。光学相干断层扫描（OCT）采用近红外光（眼科扫频 OCT 中心波长约 1050nm）实现微米级无接触三维断层成像，是眼底病诊断金标准；此前进口（蔡司、拓普康、海德堡）占眼科 OCT 市场约 95%（动脉网/中国医疗器械信息，2019-2021）。国产突破由视微影像（原 Intralight，上海、洛阳、硅谷三地研发中心）引领，其 VG 系列扫频源 OCTA 于 2019 年获 NMPA 注册证，为国内首款自主研发扫频源 OCTA，已进入北京同仁、协和、广州中山大学中山眼科中心等标杆医院（视微影像/动脉网，2019-2021），国产化率评估为"中高"。流式细胞仪以多波长激光器（如 488/640/405nm）激发荧光标记，迈瑞医疗（深圳）BriCyte MX 为三激光八色临床级流式系统（注册证号粤械注准 20242220856），国产流式仪器制造商已逾 60 家（小桔灯网，2025-07），国产化"中"；从规模看，中国流式细胞仪市场由 2014 年不足 10 亿元增至 2023 年约 40 亿元（博思数据，引自小桔灯网，2025-07），仍以 BD、贝克曼等进口品牌主导，国产以迈瑞、层浪、唯公等追赶。拉曼光谱以 785nm/532nm 激光激发分子非弹性散射，用于单细胞代谢与无标记分析，高端科研与临床拉曼仍由进口主导，国产化"低—中"，代表如星赛生物（拉曼流式，据公开信息待核实）。诊断类设备的共同瓶颈在核心光电部件：扫频 OCT 依赖高扫频激光器与高灵敏度探测器，流式依赖多波长激光与 APD/PMT，国产需在上游光源与探测器上同步突破，否则整机替代易被"卡脖子"。

表 3-4 医疗激光应用分类对照表

应用方向	典型波长	激光器/光源类型	国产化程度	代表企业（注册地）
祛斑嫩肤（皮秒）	532/755/1064nm	Nd:YAG 皮秒（被动/主动锁模）	加速突破（2024 年国产达 6 款）	半岛医疗（深圳）、伟思医疗（南京）、科英激光（长春）
脱毛	808/810nm	半导体激光器（巴条叠阵）	高（能替尽替）	吉斯迪（深圳）、半岛医疗（深圳）
点阵嫩肤	10.6μm	CO_2 激光器	高	科英激光（长春）、奇致激光（武汉）

调 Q 祛斑	532/1064nm	Nd:YAG 调 Q	高	奇致激光（武汉）、吉斯迪（深圳）
泌尿碎石	2.14μm	钬激光（脉冲）	中	伟思医疗（南京）、科医人（北京贸易）
眼科屈光	~1053nm	飞秒激光	中低	蔡司（进口）、爱尔（待核实整机）
光动力治疗	特定波长（配合光敏剂）	连续/脉冲激光器	中（药物端突破）	复旦张江（上海，药物）
OCT 诊断	~1050nm	扫频半导体激光光源	中高（首款自研已上市）	视微影像（上海/洛阳）、图湃影像（待核实）
流式细胞	405/488/640nm	多波长半导体激光	中	迈瑞医疗（深圳）

表 3-4 解读：① 中低端消费医疗（脱毛、点阵、调 Q）已基本实现国产替代，竞争焦点转向性价比与合规；② 皮秒、飞秒、OCT 等高端品类在 2024 年前后密集出现国产首台/首批，但上游种子源、振镜、探测器仍部分进口；③ 代表企业地域集中于武汉、深圳、长春、上海、南京，广东在脱毛与皮秒整机环节话语权最强；④ 复旦张江属光动力药物企业，需在招商与统计中避免与激光设备商混同。

表 3-5 医美与治疗设备市场规模多口径并列（2024—2025）

口径/机构	2024 年规模	2025 年规模	说明
IIM：全球医美激光设备	—	84.6 亿美元	含设备整机，全球市场
IIM：中国医美激光设备	—	128 亿元	中国设备市场，同比+17.5%
IIM/三个皮匠：中国激光类医美仪器	—	35.3 亿元	窄口径（仪器）
三个皮匠：中国激光类医美器械（宽口径）	126.3 亿元	—	含设备+关联品类，口径最宽
智研咨询：中国激光医疗设备	约 58 亿元	>60 亿元（预计）	国产化率约 67%→70%
Verified Market Reports：中国医美激	12 亿美元（约 85 亿元）	14 亿美元（约 100 亿元）	美元口径，口径偏宽

光设备			
三个皮匠/cnscience：中国医用激光仪器	185—186 亿元	210—220 亿元（预计）	含治疗+诊断广义仪器

表 3-5 解读：① 同一"中国医美/医用激光"概念，不同机构口径相差可达 3—4 倍，主因是否纳入耗材、服务与广义仪器；② 写作与招商引用须明确口径，建议白皮书中统一采用"激光类医美仪器（窄口径）"与"医用激光设备（智研）"双轨并列；③ IIM 与 Verified 均指向中国市场增速（13%—17%）显著高于全球，国产替代是核心驱动；④ 智研咨询国产化率约 70%反映的是中低端加权结果，高端（飞秒、皮秒、OCT）实际仍偏低。

广东坐标。广东在激光医疗与科学仪器领域具备"需求侧全国第一、制造侧局部领先、临床侧资源密集"的组合优势，但高端整机与核心光源仍是短板。本地企业方面，深圳集聚吉斯迪（宝安，脱毛仪全国约 30%份额）、半岛医疗（皮秒双波长、超声炮）、迈瑞医疗（南山，流式细胞仪与监护影像）、微光医疗（南山，心血管 OCT），构成消费医疗与诊断双线布局；中科飞测（深圳龙华）则把激光/光学量检测设备做进晶圆厂，实现"医疗+半导体"双栖。医院与临床资源方面，中山大学中山眼科中心（广州）是国产高端 OCT（视微影像 VG 系列）的标杆验证与装机医院，广东省人民医院、南方医科大学南方医院等三甲提供泌尿碎石、光动力、皮肤科等多场景临床通道，可支撑国产设备首用首试。产业基础方面，深圳医疗器械产值 2024 年达 1028 亿元、持续保持全国第一，2024 年药械出口 298.5 亿元亦居全国第一（21 世纪经济报道，2025-12）；广州、东莞在精密制造与电子供应链上补齐配套，罗湖区已出台"医美十条"并建设"医美大楼"，最高 1 亿元落户扶持（深圳特区报，2024-10）。政策通道方面，可对接国家药监局创新医疗器械特别审查程序（2018 年发布，对国内首创、国际领先产品给予早期介入、优先审评）与广东省/深圳市"20+8"高端医疗器械产业集群政策、首台套与首用保险补偿，争取将皮秒、OCT、半导体量检测设备纳入优先审批与示范应用清单，并以河套、前海合作区试制度、光明与坪山基地承接规模化生产。广州则可依托广州实验室、生物岛与增芯/粤芯晶圆厂，打通"科学发现—临床验证—量检测设备首用"链条；东莞以松山湖与长安精密制造基础补齐光学元件与机加配套，使珠三角形成"深圳整机—东莞光学元件—广州临床与晶圆验证"的闭环分工。

3.2.2 半导体量检测设备中的激光技术

半导体前道量检测设备是激光与光学技术壁垒最高、国产化空间最确定的环节，2024 年中国大陆市场规模已超 438 亿元但整体国产化率仍为个位数，构成激光产业最具价值的进口替代窗口。本节围绕膜厚测量、OCD、缺陷检测、掩模检测、键合量测五类前道环节，分析其对激光光源、深紫外光源与干涉测量的需求，国产替代窗口与广东主体。

一、前道量检测对激光与光学技术的需求

量检测设备占前道晶圆制造设备价值量约 11%—13%，是仅次于薄膜沉积、光刻、刻蚀的第四大设备（SEMI/国金证券，2022—2023；智研咨询，2024）。按技术原理分为光学检测（占比约 80%—81%）、电子束检测（约 14%—15%）与 X 光量测（约 2%）（VLSI/智研咨询，2024）。激光与光学技术贯穿全部量测环节：

膜厚测量依赖宽谱白光干涉或光谱椭偏，对介质/金属薄膜的厚度与折射率做纳米级量化，先进设备膜厚重复性已达 0.003nm，要求光源覆盖深紫外至近红外宽谱（国金证券，2023）。OCD（光学关键尺寸量测）通过收集反射/衍射光谱反演线宽、深度、角度，需宽带等离子体光源与深紫外（DUV）照明以提升解析度，先进系统数值孔径已达 0.95、探测器像元对应物方尺寸小于 30nm。缺陷检测分无图形与图形晶圆检测：无图形检测多采用暗场激光散射（KLA Surfscan 系列），图形检测分明场（等离子体光源垂直入射，KLA 39xx/29xx、应用材料 UVision）与暗场（激光斜入射散射，KLA Puma 系列）；先进制程对缺陷灵敏度的要求已将光源推向 DUV 波段。掩模检测是光刻质量的守门员，采用宽谱或深紫外激光照明获取掩模图形高分辨率图像，代表为 KLA 掩模检测系统。键合量测（先进封装）涉及红外透射/干涉检测键合界面与翘曲，需红外激光与低相干干涉仪。综上，前道量检测对激光光源的需求集中在：① 宽谱/深紫外高亮度光源；② 高稳定性激光器与干涉光学；③ 多波长协同与高速探测；④ 与 AI 缺陷分类算法耦合的成像系统。

二、国产设备替代窗口

全球前道量检测呈"一超多强"：KLA（总部美国加州 Milpitas，纳斯达克 KLAC，2025 财年营收约 122 亿美元）市占率超 50%，应用材料（AMAT，美国加州，纳斯达克）、日立高新、Onto Innovation（总部美国马萨诸塞州 Wilmington，

纽交所 ONTO）合计占全球超 80%。中国大陆市场 2024 年达 438 亿元、2020—2024 年 CAGR 约 30%，但整体国产化率仅个位数，KLA 2023 年国内市占率 55.8%（VLSI/新浪财经，2024-08）。

国产替代窗口已打开：中科飞测（深圳，科创板 688361）2023 年收入 8.91 亿元、国内市占率 2.84%，无图形缺陷检测市占率 2024 年增至 6.7%（智研咨询/涵拓科技，2025）；上海精测半导体（上海青浦，精测电子 300567 控股，注册资本 20.7 亿元，国家大基金二期入股）的明场缺陷检测已用于 28nm 以下先进制程、部分交付 7nm，并获超 20 亿元战略融资、苏州量产基地预计 2025 年实现年产 200 台套能力（百度百科/爱企查，2025；涵拓科技，2025）；上海睿励（睿励科学仪器，上海自贸区华佗路 68 号）TFX3000 光学膜厚/OCD 设备进入三星 28nm 产线并验证 14nm（证券日报/中微公告，2020—2021）；东方晶源主攻电子束 CD-SEM/EBI。政策与资本同步加码：2024 年半导体检测设备研发财政补贴达 86.3 亿元，上海、江苏、广东三地配套扶持资金超 45 亿元，国家大基金三期（注册资本 3440 亿元）将先进制程及配套设备材料列为重点（涵拓科技，2025；新浪财经，2024-08）。值得关注的是，中科飞测总部位于深圳、与广东半导体装备链协同紧密，是广东切入量检测的核心抓手。

三、广东相关主体

广东在前道量检测的设备端已有中科飞测（深圳龙华，缺陷检测+膜厚+套刻多系列）作为龙头，新凯来（深圳，据公开信息待核实其量检测产品线）亦在布局；上游光源与光学元件可由深圳、东莞的精密光学与半导体激光产业链配套（长光华芯、炬光科技等虽非广东注册，但可在粤设应用节点）。更为关键的是广东拥有真实下游首用场景：广州粤芯、增芯等 12 英寸晶圆厂与深圳、珠海的化合物半导体与先进封装产线，为国产量检测设备提供了"就近验证—迭代—上量"的闭环，这是上海以外少数具备"设备厂+晶圆厂"同城协同的省份。对比上海（精测、睿励、御微、中微生态）在薄膜/OCD 与电子束的集群优势，广东需补强"光源+算法+整机"闭环，建议依托河套深港科创合作区引入量检测核心团队，联合中山大学、华南理工、鹏城实验室与东莞松山湖材料/光学配套共建光学检测联合实验室，并把中科飞测、新凯来等纳入省首台套保险补偿与晶圆厂首用清单，以"下游下单+上游攻关"的订单牵引模式缩短国产设备导入周期。

表 3-6 半导体量检测环节激光/光学技术应用表

量检测环节	激光/光源需求	国外主导厂商	国内厂商与进展
膜厚测量	宽谱白光干涉、椭偏、深紫外—近红外宽谱	KLA、Nanometrics、Nova	上海睿励 TFX3000（三星 28nm）、上海精测、中科飞测（深圳）
OCD 关键尺寸	宽带等离子体、DUV 照明、高 NA 光学	KLA Spectra Shape、应用材料 VeritySEM	上海精测 EPROFILE 300FD（28nm 以下）、中科飞测
缺陷检测（图形/无图形）	激光暗场散射、等离子体明场、DUV	KLA（Surfscan/Puma/39xx）、日立、应用材料	中科飞测（无图形市占 6.7%）、上海精测（明场 28nm 以下）
掩模检测	深紫外激光/宽谱高分辨成像	KLA、应用材料	国产处于早期（待核实具体厂商）
键合/先进封装量测	红外透射、低相干干涉	KLA、应用材料	中科飞测、新凯来（据公开信息待核实）

表 3-6 解读：① 膜厚与无图形缺陷检测是国产最先突破的两类，因技术相对标准化、对分辨率要求略低；② OCD 与掩模检测壁垒最高，直接受制深紫外光源与高 NA 光学，是"卡脖子"重心；③ 广东主体以中科飞测为核心，需向上游深紫外光源、探测器、运动控制补齐链条；④ 国产整体国产化率仍个位数，但 2024—2025 年份额翻倍趋势明确，是确定性最高的替代窗口。

3.3 光通信与硅光集成

3.3.1 CPO 时代下的激光光源与光芯片挑战

AI 算力集群的带宽升级已越过可插拔光模块的物理与功耗边界，CPO/LPO/NPO 正把光源、调制器与交换芯片从"模块级"推向"封装级"乃至"芯片级"集成，激光光源与光芯片由此成为决定升级节奏的核心瓶颈。

一、带宽升级逻辑：从速率竞赛转向功耗竞赛。 AI 大模型训练集群从千卡向十万卡扩展，GPU 间 AllReduce 通信对低时延、高带宽的要求近乎苛刻。光模块速

率遵循每 18—24 个月端口容量翻倍的节奏：2025 年完成 400G→800G 规模切换，2025—2026 年 1.6T 进入商用导入，3.2T 处于先进开发（Dataintelo，2025-01）。据 LightCounting，2025 年全球 800G 光模块出货量达 1800 万—1990 万只、同比翻倍；Dataintelo 则称 2025 年 800G 出货超 900 万只、其中约 70% 采用硅光方案（2025-01）。2025 年被行业定义为 1.6T"商用元年"，头部厂商重点客户自 2025 年三季度起部署 1.6T 并持续加单。需求侧确定性来自云厂商资本开支：微软、谷歌、Meta、亚马逊四家 2025、2026 年资本开支预计分别为 4065 亿、5964 亿美元，同比 +46%、+47%（国信证券，引自 21 世纪经济报道）。当单端口逼近 1.6T/3.2T，传统可插拔模块的长铜线 + DSP 成为整机功耗的最大来源，带宽升级的约束已不再是"能不能做"，而是"功耗墙与密度墙能不能破"。

从市场规模看，数据中心光芯片市场 2025 年达 187.4 亿美元、同比 +23.6%（Dataintelo，2025-01）；据 Yole/Tematys，2024 年全球通信用激光器约 9.14 亿美元、占激光器市场 6%，随 AI 算力与空天通信扩容（中国光学学会，2025-04）；半导体激光器（含 VCSEL/EEL）2025 年全球约 94—94.2 亿美元，预计 2026 年增至 100.9—107 亿美元。需求结构表明，增量几乎全部来自 AI 数据中心 800G/1.6T 光模块与车载激光雷达，传统电信与消费电子需求相对平稳。更关键的是技术构成：2025 年硅光子在 AI 光互连技术市场占 44.7%、VCSEL 占 28.9%，硅光在 800G 中的渗透约 70%（Dataintelo，2025-01），意味着光源与调制器正从"分立器件"加速走向"集成芯片"，产业价值的重心同步上移。

二、可插拔→CPO/LPO/NPO：路线并存而非替代。 当前呈"三层技术格局"：LPO（线性可插拔）去掉 DSP、降功耗与成本，由谷歌主推，2026 年北美起量、出货预计三四百万只，价格仅为传统 DSP 模块的 60%；NPO（近封装）将光引擎置于距 ASIC 1—5cm 主板、保留可插拔维护，被视作 2026—2028 产业黄金窗口，谷歌已下约 1200 万只订单；CPO（共封装）将光引擎与交换芯片同封装、走线缩至毫米级，功耗最优、带宽密度最高，是 51.2T 以上超高带宽方向。英伟达 Spectrum-X CPO 交换机量产，为全球首款 200G/lane CPO 以太网交换机；博通 102.4T CPO 已向 Meta、字节跳动交付。Yole 预测 2030 年 CPO 市场规模达 81 亿美元、CAGR 137%。结论：三者长期共存、场景互补——LPO 主打存量机架、NPO 承接新建 AI 机柜、CPO 攻坚高端万卡训练集群，而非相互替代。

三、激光器挑战：从短距到共封装的频谱分工。

VCSEL：850nm 面发射、多模、成本最低，主导机架内 <100m 短距，2025 年占 AI 光互连技术市场 28.9%（Dataintelo，2025-01）；边界正上探至 200G PAM4（OFC 2026 索尼展示 850nm 全温区 >35GHz 带宽 VCSEL，据公开信息待核实），但 850nm 光纤损耗约 2dB/km，传输距离一般 <100m，是"短距之王"而非长距之选。

DFB：直接调制、单纵模、成本低，适用 2—10km 中长距；100G 以上直接调制啁啾严重，受限。

EML：DFB + 电吸收调制器单片集成、近零啁啾，是 50G 以上、10—80km 长距主力，占 800G/1.6T 模块 BOM 40% 以上；Lumentum 200G EML 良率超 90%，但 200G EML 全球缺口 20%—30%、单价高达 20—25 美元/颗，是当前产能瓶颈之一。

CW 激光器 / 外置光源：硅光方案标配外置连续波光源。长光华芯已量产 70/100/200mW CW DFB，200mW 版本支持 5—80°C 宽温无 TEC 制冷、80°C 电光转换效率 >20%（据公开技术资料，待核实）；因硅光链路含调制器、分路器、波导等多环节损耗（每环节 1—2dB），CW 光源需 +20dBm 级底噪支撑。CPO 时代外置光源模块（ELS/ELSFP）成为必选，昂纳自研 ELSFP 输出 25dBm、在 0—50°C 下 WPE 12.5%（CIOE 2025）。

微环调制器（MRM）：硅光集成调制主流之一，尺寸小、功耗低，但对温度敏感、需热光调谐，是硅光量产良率与功耗的"跷跷板"。

功率、良率、散热、可靠性是四类可量化约束。功率侧，硅光方案因链路损耗需 +20dBm 级 CW 光源，外置 ELSFP 输出已达 25dBm；散热侧，CPO 将电信号压缩至毫米级、单位比特能耗降至亚 pJ，但共封装后热密度骤增，液冷与导热界面成为必选项；良率侧，200G EML 头部良率超 90% 但供给缺口 20%—30%，CPO 共封装良率（华为/中芯长电方案）约 88%、倒装间距缩至 50μm 以下；可靠性侧，CW 光源需满足 Telcordia GR-468 与 5—80°C 宽温非气密封装，片上激光器实验室寿命 2025 年突破 10 万小时。供给端，2026 年先进光芯片产能预计同比 +80%，仍落后需求 5%—15%（野村，引自 21 世纪经济报道），"芯片荒"已成为限制光模块出货的显性瓶颈。

四、调制器与封装：薄膜铌酸锂与亚微米耦合。 硅基 MZM/EAM 是 1.6T 主流调制路径；薄膜铌酸锂（TFLN）带宽可超 100GHz，是 1.6T/3.2T 及 CPO 关键使能技术——2026 年 OFC 后联电与 Hyperlight 宣布 8 英寸 TFLN 晶圆量产（良率 >95%），国内天通股份 8 英寸 TFLN 衬底亦量产（据公开信息，待核实）。封装侧挑战集中在三类：①共封装/键合，华为与中芯长电合作的高密度倒装焊与微间距耦合使 CPO 封装间距缩至 50μm 以下、良率至 88%（据行业研究，待核实）；②光纤耦合，高端光模块耦合精度达亚微米级（800G 以上约 0.05μm），CPO 要求达 5nm 级主动对准，设备占产线资本开支约 40%（据 CPO 产业链分析）；从工艺链

看，封装前道含贴片（共晶焊 Au80Sn20 于约 280°C 熔化键合，800G/1.6T 贴片精度要求 ±5μm 甚至更高）、引线键合（热超声金丝键合）。硅光方案多采用 COC（Chip-on-Carrier）耦合：CW 激光器贴装于陶瓷载体，经双透镜 + 光隔离器耦合进硅光波导，波导模斑小于光纤芯径、对准难度更高。这些工序工时最长、最易出不良，是 CPO 量产良率的真正决定环节，也是国产设备（固晶、共晶、主动对准）进口替代的机会窗口；③散热与可靠性，CPO 把电信号压缩至毫米级、单位比特能耗降至亚 pJ，省掉大部分 SerDes/DSP 开销，但共封装后光部件故障需整体换板、维修成本高，且热密度骤增；片上激光器实验室寿命 2025 年突破 10 万小时，为 2027 年前后全集成光子芯片铺路（Dataintelo，2025-01）。全球光子测试人才缺口约 12 万，是产业化的软约束（Dataintelo，2025-01）。

量化小结：CPO 较可插拔功耗降 60% 以上、光引擎降 30%—40%；2026 年先进光芯片产能预计同比 +80%，仍落后需求 5%—15%（野村，引自 21 世纪经济报道）；200G EML 缺口 20%—30%；硅光耦合精度由可插拔的 0.05μm 跃升至 CPO 的 5nm 级。激光光源与光芯片已不是"配套件"，而是 AI 光互连升级的"闸门"。

表 3-7 800G / 1.6T / 3.2T 速率路线技术对照表

速率世代	时间窗口	主流激光器/光源	调制器路径	封装形态	关键瓶颈（量化）
800G	2025 规模放量	EML（中长距）/硅光+CW DFB（短中距）/VCSEL（SR 多模）	硅 MZM、EAM、TFLN（导入期）	可插拔 OSFP/QSFP-DD，硅光占比约 50%—70%	EML 占 BOM 40%+；200G EML 缺口 20%—30%
1.6T	2025 商用元年—2026 放量	200G EML、硅光+CW DFB、外置光源 ELS	硅 MZM、TFLN（带宽 >100GHz）	可插拔为主，NPO/CPO 并行验证	硅光引擎交付延迟致量产推迟；耦合精度 0.05μm
3.2T	2028 后逐步落地	多波长硅光+CW、MRM	TFLN、异质集成	CPO/OIO 共封装	热密度、可靠性、标准未定

解读： 1. 速率每代翻倍周期已缩短至 1—2 年，硅光渗透率 2026 年有望首超 50%（LightCounting，引自行业资料），CW 激光器等外置光源需求随之线性放

大。 2. 800G 阶段 EML 仍是最成熟主流，但 200G EML 供给缺口与价格高企，使硅光+CW 方案加速替代。 3. 1.6T 是"可插拔→共封装"的分水岭，NPO/CPO 并行验证，封装良率与耦合设备成为交付关键。 4. 3.2T 将彻底依赖 CPO/OIO 与薄膜铌酸锂、异质集成，热管理与可靠性是商业化最大不确定项（据公开信息，待核实）。

3.3.2 广东省在光模块产业链的布局与机会

广东已具备"整机—器件—封测—客户"相对完整的光模块产业链，并在硅光、薄膜铌酸锂调制器、MPO 连接器等环节形成卡位，但高速光芯片流片、薄膜铌酸锂衬底、测试仪表与高端激光器外延仍是四大短板，配套率提升的空间与政策窗口同步打开。

一、产业链位置：整机强、器件专、封测与芯片待补。

整机/模块：华为（深圳）具备从芯片、模块到系统、终端全产业链能力，800G/1.6T 模块量产、3.2T CPO 技术储备（2025-2026 中国光科技 TOP300）；中兴通讯（深圳）光传输市场份额国内第二，发布全球首个全频 OTN、完成 400G/800G 算力中心互联试点，CPO 核心器件与封装技术研究中）；昂纳科技（深圳）推出 1.6T OSFP DR8/2×FR4 模块，自研 ELSFP 外置光源，布局 OCS 与 CPO 配套（CIOE 2025）；铭普光磁（东莞）据行业排名为 400G/800G 模块量产能力，磁性器件+模块双轮（据公开信息，待核实）；太辰光（深圳坪山）主营无源器件与 MPO 连接器，已开发 FOPBC 光柔性板、保偏 MPO 等 CPO 核心组件（百度百科/年报，2025）。

芯片/高端器件：华为海思硅光芯片与 CPO 集成国内领先；昂纳具备 III-V 及硅光芯片垂直整合能力；光库科技（珠海）为铌酸锂薄膜调制器芯片龙头，产品覆盖光通讯、光纤激光、激光雷达（百度百科，2025；2025 年净利润预增 152%—172%）。

封测/代工：华为在深圳、东莞设 CPO 技术中试平台，完成多款硅光共封装模块原型验证（据行业研究，待核实）；珠海光库 2025 年收购捷普科技（武汉）100% 股权，新增光交换机生产能力。

客户侧：华为昇腾 AI 集群采用高比例光模块互联，带来增量需求；腾讯等互联网企业、广州互联网交换中心、韶关数据中心集群（已具备万卡承载能力）构成本地需求牵引。

二、优势与缺口。 优势：①拥有华为这一全栈龙头与深圳光通信生态；②珠海光库在薄膜铌酸锂调制器具全国领先身位；③太辰光 MPO 连接器全球主力（2024 年外销占比近 80%、美国康宁为第一大客户，据百度百科）；④政策强度全国前列（见下文）。缺口：①高速光芯片流片——25G 以上 DFB/EML 在粤流片能力薄弱，依赖源杰科技（陕西）、光迅科技（武汉）、长光华芯（苏州）等外地主体；②薄膜铌酸锂衬底/晶圆——国内济南晶正为薄膜铌酸锂晶圆唯一供应商、天通股份（浙江）为衬底主力，广东暂缺；③测试仪表——光矢量参数网络测试仪、高速光芯片测试设备依赖进口；④高端激光器外延——InP/GaAs 外延片本地产能不足。

量化看配套率：广东在光模块整机环节本地配套接近完备，华为、中兴、昂纳三家的模块产能与全球客户覆盖足以支撑省内需求；无源器件（MPO、隔离器）环节太辰光、昂纳已实现全球供应，配套率较高。但在光芯片环节，25G 以上 DFB/EML、CW DFB 的流片能力集中在陕西、湖北、江苏、苏州等地，广东本地流片产能占比估计不足两成（据产业链公开信息，待核实）；薄膜铌酸锂衬底全国

仅山东、浙江有量产主体，广东为零；高端 InP/GaAs 外延与光矢量参数网络测试仪基本依赖进口。这意味着广东整机越强，越受上游"远端卡脖子"牵制，提升本地配套率的经济价值远高于单纯扩模块产能。

三、本地配套率提升路径。 依托《广东省加快推动光芯片产业创新发展行动方案（2024—2030 年）》，将"强芯"工程的研发补贴、首轮流片奖补扩展至光芯片 PDA 工具与硅光 MPW（多项目晶圆）流片；建设概念验证中心、研发先导线与中试线，向中小企业开放原型制造与小批量试产；以华为、光库等链主牵头组建创新联合体，推动"芯片—器件—模块—系统"协同；通过韶关算力枢纽、广州/前海交换中心的真实场景牵引国产器件导入。具体可拆为四步：一是"补流片"，依托广州、深圳既有集成电路 Foundry 能力，增设硅光 MPW 与 InP 中试线，缩短设计—流片周期；二是"补外延"，引入或共建 InP/GaAs 外延片产线，降低对美日外延材料依赖；三是"补测试"，建设中试平台开放光芯片性能检测与 FTO（自由实施）体检，应对 337 调查合规风险；四是"补场景"，以华为昇腾集群、韶关万卡算力、腾讯数据中心为首批国产器件导入场景，用订单反哺良率爬坡。四步中以"流片 + 外延"为供给瓶颈优先项。

四、可招商/可共建平台清单（建议）。 1. 硅光 MPW/多项目晶圆中试平台（广州或深圳）：降低设计门槛，对接 TSMC/IMEC 式服务。 2. 薄膜铌酸锂调制器中试线（珠海，依托光库）：补衬底—芯片—器件链条。 3. CPO 光电共封装中试线（深圳/东莞，依托华为）：攻克 5nm 级主动耦合与倒装键合。 4. 高端光芯片测试仪表与 FTO（自由实施）服务平台：缓解测试人才与设备缺口。 5. InP/GaAs 外延片产线：补齐高端激光器外延短板。 6. 光芯片概念验证中心与专利池：应对 337-TA-1505 等出口合规风险。

上述六类平台并非都要从零新建，应优先复用华为 CPO 中试平台、珠海光库产线与韶关算力枢纽等存量能力，以"链主牵头 + 省市专项资金 + 中小企业开放"模式运营，避免重资产重复建设；其中硅光 MPW 中试线、CPO 共封装中试线、InP/GaAs 外延产线三项为补短板的"硬投入"，测试仪表平台与专利池为"软约束"缓解项，建议同步推进。

五、政策锚点。《广东省加快推动光芯片产业创新发展行动方案（2024—2030 年）》明确：支持广州、深圳、珠海、东莞发挥半导体及集成电路基础优势，加快

培育光通信芯片、光传感芯片集群，建设涵盖设计、制造、封测的光芯片全产业链；重点攻关硅光材料、化合物半导体、薄膜铌酸锂、硅光 MPW 流片、CPO 共封装（广东省人民政府，2024-10）。叠加《广东省人工智能赋能制造业高质量发展行动方案（2025—2027 年）》（粤办函〔2025〕265 号）的"算力券/训力券"与韶关算力枢纽、400G 全光运力网（广东省人民政府，2025-09），以及《广东省培育半导体及集成电路战略性新兴产业集群行动计划（2023—2025 年）》提出的 2025 年产业营收突破 4000 亿元（2024 年已超 3200 亿元，据南方网，2025），广东具备从需求侧到政策侧的系统支撑。综合看，光芯片行动方案给出 2030 年"四个十"目标——10 项以上关键核心技术突破、10 个以上"拳头"产品、10 家以上具有国际竞争力领军企业、10 个左右国家和省级创新平台，并明确培育千亿级产业集群（广东省人民政府，2024-10）；该方案六大重点任务、四项重点工程中，硅光材料、化合物半导体、薄膜铌酸锂、硅光 MPW 流片、CPO 共封装、刻蚀机/键合机/光矢量参数网络测试仪等装备攻关，与本章所述广东四大短板高度重合，政策工具与目标链条已经完整。建议省级工信与发改部门将 3.3.2 所列六类平台纳入"强芯"工程与制造业当家专项的优先支持目录，按"流片 + 外延优先、测试 + 专利池并行"节奏落地，并依托广州、深圳、珠海、东莞既有半导体及集成电路"3+N"布局（南方网，2025）差异化布点，避免与长三角、湖北同质化招商。

表 3-8 光模块产业链环节 × 广东代表企业 × 国产化水平对照表

产业链环节	广东代表企业（注册地）	业务定位	国产化/自主水平
整机/光模块	华为（深圳）、中兴通讯（深圳）、昂纳（深圳）、铭普光磁（东莞）	高速模块、系统	整机强，全球领先
无源器件/连接	太辰光（深圳坪山）、昂纳（深圳）	MPO 连接器、隔离器、OCS	MPO 全球主力，部分环节领先
高端调制器芯片	光库科技（珠海）	薄膜铌酸锂调制器	全国领先，但衬底在外
光芯片/硅光	华为海思（深圳）、昂纳（深圳）	硅光芯片、III-V 芯片	龙头领先，整体待补
封测/中试	华为（深圳/东莞 CPO 中试）、光库（珠海）	共封装、键合	中试阶段

高速光芯片流片	（缺口，依赖外地）	—	弱，待引入
测试仪表/外延	（缺口）	—	弱，待补

解读： 1. 广东在"整机—无源器件—高端调制器"三段优势明确，尤其深圳的光模块整机与珠海的薄膜铌酸锂调制器形成差异化卡位。 2. 封测与中试能力正随华为 CPO 中试平台、光库扩产而补齐，但从中试到规模量产的良率爬坡仍是关键。 3. 高速光芯片流片、测试仪表、高端外延三项明显弱于长三角与湖北，是配套率提升的最大掣肘。 4. 建议以"链主 + 中试平台 + 招商清单"组合，把器件优势向上游芯片与外延延伸，而非重复布局低端组装。

表 3-9 广东布局机会与补短板清单表

机会/短板	对应环节	可落地动作	政策/平台抓手
机会：硅光渗透率突破 50%	硅光模块、CW 光源	共建硅光 MPW 中试平台	光芯片行动方案（2024—2030）
机会：CPO 2026 起量	共封装、耦合设备	建 CPO 光电共封装中试线	华为 CPO 中试平台、强芯工程
短板：高速光芯片流片弱	25G+ DFB/EML	招商引入 IDM 流片产线	广深珠莞光芯片专业园区
短板：薄膜铌酸锂衬底缺	TFLN 调制器全链	引育衬底/晶圆项目（对标天通、晶正）	关键材料装备攻关工程
短板：测试仪表进口依赖	测试、FTO	建测试仪表与服务平台	概念验证中心、中试线
短板：高端激光器外延薄	InP/GaAs 外延	布局外延片产线	化合物半导体攻关

解读： 1. 机会侧均对应明确的产业时间表（硅光 2026、CPO 2026—2028），广东应"踩点"布局而非超前空转。 2. 短板侧四项本质都是上游"卡脖子"，与全省光芯片行动方案的技术清单高度吻合，宜打组合拳。 3. 招商优先级建议：先补外延与流片（供给瓶颈），再补测试仪表（软约束），以降低整机厂对外依赖。 4. 平台抓手尽量复用现有政策资金（强芯工程、制造业当家专项），避免新增重复建设。

第四章 广东省产业支撑体系分析

广东激光与增材制造产业的领先，不是单点技术突破的结果，而是支撑体系长期叠加的产物。本章聚焦政策与创新环境，评估"省级顶层设计—地市配套落地—企业申报通道"这条链路的实际效能。三条前置判断：其一，广东把激光与增材制造同时纳入战略性新兴产业集群与制造业数字化转型重点行业，企业由此拥有两条独立的资金申报通道；其二，2024 年全省研发经费投入 5099.61 亿元、强度 3.60%，而集群行动计划设定的龙头研发投入强度门槛是 8%，政策目标与企业现实存在落差；其三，标准与知识产权已成为广东激光装备出海的最后一道门槛，快速预审缩短了获权周期，但国际规则话语权与海外维权能力仍与产业规模不匹配。

4.1 政策与创新环境

广东已构建"法规—规划—行动计划—专项资金—地市配套"五级贯通的支撑框架。4.1.1 梳理数字化转型与激光专项政策及企业可争取路径；4.1.2 评估研发投入、知识产权保护与标准制定的真实水平。

4.1.1 省级制造业数字化转型政策赋能

广东是全国少数把激光与增材制造同时纳入"战略性新兴产业集群"和"制造业数字化转型重点行业"双重政策口径的省份，激光企业由此获得两条独立的资金申报通道，这是广东相较其他激光集聚省份最实际的制度优势。

一、顶层文件。 2021 年 6 月 30 日，广东省人民政府印发《广东省制造业数字化转型实施方案（2021—2025 年）》及《广东省制造业数字化转型若干政策措施》（粤府〔2021〕45 号），设定到 2025 年推动超 5 万家规上工业企业数字化转型，明确"一企一策、一行一策、一园一策、一链一策"四条路径与 9 条扶持政策；激光与增材制造被列入 10 个战略性新兴产业集群，企业可有三种申报身份：以链主申报标杆示范、以服务商参与改造包、以被改造方申领补贴。法治层面，2024 年 3 月 1 日施行的《广东省制造业高质量发展促进条例》是全国首个加快推进新型工业化、建设制造强省的专门立法，支持工业用地改造与企业技改创新。2025 年 2 月发

布的《广东省建设现代化产业体系 2025 年行动计划》提出全年推动 1 万家工业企业技改数转、首批建设不少于 30 家省级中试平台。

二、人工智能专项。 2025 年 9 月 29 日经省政府同意，省政府办公厅印发《广东省人工智能赋能制造业高质量发展行动方案（2025—2027 年）》（10 月 21 日公开），16 条措施中与激光直接相关的三点：一是工业模型与专用小模型，择优给予资金支持，鼓励地市设"模型券"；二是"算力券""训力券"降低算力成本；三是遴选"AI+制造业"省级标杆。可争取路径：以"激光智能装备+AI 工艺模型"申报省级标杆，同步申领地市算力券。

三、资金规模与口径。 近五年省市两级财政投入 100 多亿元支持数字化转型（省政务服务和数据管理局，2024 年 9 月）；据 2025 年 7 月 31 日省人大常委会专题会议，累计推动超 4.8 万家规上工业企业数字化转型。2023 年广东在全国率先开展省级中小企业数字化转型试点，遴选 14 市并新增专项资金 10 亿元；国家试点城市后扩展至 6 市，数量居全国第一。技改方面，2025 年统筹各级财政资金超 90 亿元支持技术改造和设备更新。截至 2025 年底推动超 5 万家规上工业企业数字化转型（4.8 万家为 2025 年 7 月口径，引用须标注时点）。

四、激光与增材制造专项。《广东省培育激光与增材制造战略性新兴产业集群行动计划（2021—2025 年）》由省科技厅牵头，联合省发展改革委、工信厅、商务厅、市场监管局印发。四大目标：2025 年营收超 1800 亿元；专利授权量年均增长超 8%、有效发明专利超 1 万件、制定标准 200 项以上、重点龙头骨干企业研发投入强度超 8%。企业可争取：高新技术企业所得税减免、研发费用加计扣除、境外高端人才个人所得税优惠、技术改造奖补、用地纳入国土空间规划，重大项目可"一事一议"。完成情况：据广东省激光行业协会 2025 年 11 月数据，2024 年全省营收 1837.87 亿元、占全国 30%以上、累计专利申请 7.4 万件，均居全国首位；省政协副主席、集群"链长"袁宝成 2025 年 6 月在第六届世界激光制造大会给出另一组口径：23 个产业园区累计投入 280 亿元，与协会口径不一致，建议以省工信厅发布为准（据公开信息，待核实）。1800 亿元营收目标已提前实现，"研发投入强度超 8%""标准 200 项"两项质量型指标尚无公开完成数据。

五、深圳与宝安配套。 2022 年 6 月《深圳市人民政府关于发展壮大战略性新兴产业集群和培育发展未来产业的意见》（"20+8"）将激光与增材制造列为 20 个集

群之一。《深圳市培育发展激光与增材制造产业集群行动计划（2022—2025 年）》由市工信局、发改委、科创委联合发布。区级层面，深圳市宝安区人民政府办公室 2025 年 12 月 12 日印发《宝安区关于推动工业母机、激光与增材制造产业高质量发展的若干措施（2025 年修订）》（深宝规〔2025〕9 号）。需澄清一处常见误读："单企最高 4500 万元"并非综合资助上限，而是"支持优质企业落户"单项上限——新引进企业年产值增量达 1 亿元以上的，按每 1 亿元奖励 150 万元，最高 4500 万元；其余条款包括：租赁自用办公、研发、生产用房按实缴租金 70%、50%、30%给予三年补贴，获国家、省、市立项的技术攻关项目按资助额 50%、最高 1000 万元配套（据公开信息，另有市级扶持计划最高 1500 万元，待核实）。

表 4-1　广东省级及重点地市激光与增材制造相关政策一览表（2021—2025 年）

文件名称	发文单位 / 时间	支持对象	支持方式	企业可争取路径
《广东省制造业数字化转型实施方案（2021—2025 年）》及若干政策措施（粤府〔2021〕45 号）	广东省人民政府 / 2021 年 6 月	20 个战略性集群企业	资金：标杆示范补助、上云奖补；路径：一企/一行/一园/一链一策	以链主申报标杆；以服务商参与改造包；以被改造方申领补贴
《广东省制造业高质量发展促进条例》	省人大常委会 / 2024 年 3 月施行	全省制造业企业	法规：用地改造、技改、共享工厂、科研仪器开放共享	争取用地改造；共享高校院所中试与测试资源
《广东省培育激光与增材制造战略性新兴产业集群行动计划（2021—2025 年）》	省科技厅牵头联合四部门 / 2021—2025 年	激光与增材制造全链条企业	资金：重大专项、平台资金；税收：高企所得税减免、研发加计扣除、境外人才个税优惠；用地；"一事一议"	申报省重点研发计划重大专项；争取"一事一议"配套
《广东省建设现代化产业体系 2025 年行动计划》	广东省委、省政府 / 2025 年 2 月	制造业企业、首试首用产品	平台：不少于 30 家省级中试平台；场景：不少于 100 项首试首用	推动激光装备进入"首试首用"清单；依托中试平台验证
《广东省人工智能赋能制造业高质量发展行	省政府办公厅 / 2025 年 9 月	工业企业、人工智能企业	资金：模型券、算力券、训力券；标杆认	以"激光装备+AI 工艺模型"

动方案（2025—2027 年）》			定；金融：粤智贷、贴息	申报标杆；申领算力券
《深圳市培育发展激光与增材制造产业集群行动计划（2022—2025 年）》	市工信局、发改委、科创委 / 2022 年	深圳市相关企业	集群培育、创新中心与企业技术中心认定、应用示范	争创省级以上制造业创新中心、企业技术中心
《宝安区关于推动工业母机、激光与增材制造产业高质量发展的若干措施（2025 年修订）》（深宝规〔2025〕9 号）	宝安区政府办公室 / 2025 年 12 月	区内相关法人企业	资金：落户奖励、攻关配套、园区与智能制造奖励、租金补贴；用地定向供给	按产值增量申领落户奖励；攻关按立项额 50%配套

注：

1. 四级政策贯通（省法规—省行动计划—市集群计划—区措施），但各级资金普遍"从高不重复"，申报前须比对同一项目在不同层级的资助比例。 2. 税收优惠属普惠政策而非激光专项，企业常因未做研发费用辅助账而漏享加计扣除与境外人才个税优惠，是最普遍的政策损耗点。 3. 用地用房是扩张瓶颈，宝安区给出土地整备、联合拿地、先租后让、租金补贴等解法，建议纳入落地前期测算。 4. "一事一议"是唯一无金额上限的通道，需经省领导小组统筹协调，适合头部企业。

表 4-2　政策工具分类对照与企业可申报清单（资金/平台/标准/人才/场景）

工具类型	政策载体	支持内容	激光企业可申报清单	主管部门
资金	省级中小企业数字化转型资金 10 亿元；2025 年技改资金超 90 亿元	事后奖补、设备奖励、贴息、风险补偿、融资租赁	技改设备事后奖励；智能制造示范奖励（国家 300 万/省 200 万/市 100 万元）；首台（套）配套；攻关项目按立项额 50%、最高 1000 万元配套	省工信厅、省财政厅、区工信部门
平台	省级中试平台（首批≥30 家）；国家制造	平台建设资助、仪器开放共享、优先推荐国家级	牵头组建激光领域省级制造业创新中心；申报企业技术中心	省科技厅、省工信厅、省发改委

	业创新中心；企业技术中心		（深圳目标 10 家）；依托中试平台做工程化验证	
标准	《行动计划》标准 200 项以上；GB/T 7247.1-2024；GB/T 45500-2025	标准研制资助、体系规划、检测认证能力建设	主导或参与激光装备、车载激光雷达、增材制造国家/行业/团体标准；建检测认证平台	省市场监管局、省科技厅
人才	境外高端人才个人所得税优惠；卓越工程师培养；智慧工匠培育行动	个税优惠、安家与项目资助、校企合作培养	申报省、市高层次人才团队；共建激光卓越工程师基地；境外人才个税备案	省科技厅、省教育厅、省人社厅
场景	"AI+制造业"标杆；首试首用 100 项以上	场景认定与资金支持、供需对接、展会补贴	高功率激光进汽车、超快激光进医疗、金属增材制造进航空航天示范	省工信厅、省科技厅、省商务厅

注：

1. "资金""场景"门槛最低、见效最快，适合中小企业；"平台""标准"周期长但具排他性，适合龙头企业卡位。 2. 场景类工具被低估：首试首用与应用示范本质是政府为国产装备背书的首购机制，破解"不敢用"比补贴更有效。 3. 人才工具中最实用的是境外高端人才个税优惠——大湾区独有，需提前完成备案与身份认定。 4. 标准类工具缺乏公开省级资助细则，参与成本自担，建议行业协会争取纳入省市场监管局标准创新专项（待核实）。

本节数据来源：

《广东省制造业数字化转型实施方案》及若干措施（粤府〔2021〕45 号）：
https://www.gdwc.gov.cn/attachment/0/68/68343/1476398.pdf

《广东省培育激光与增材制造战略性新兴产业集群行动计划》：
https://gdii.gd.gov.cn/gkmlpt/content/3/3095/post_3095725.html；
https://www.gd.gov.cn/zwgk/jhgh/content/mpost_3097991.html

广东省工信厅省政协第 20250096 号提案答复函（2025 年）：
https://gdii.gd.gov.cn/gkmlpt/content/4/4745/post_4745036.html

《广东省制造业高质量发展促进条例》与人工智能赋能制造业行动方案解读：
https://gdii.gd.gov.cn/zyts/content/post_4384008.html；
https://www.cnbayarea.org.cn/policy/policyanalysis/content/post_1308635.html

《广东省建设现代化产业体系 2025 年行动计划》解读：
https://www.cnbayarea.org.cn/news/focus/content/post_1280191.html

广东累计推动 4.8 万家规上工业企业数字化转型（2025 年 8 月）：
https://www.gdpc.gov.cn/gdrdw/rdzt/cytx/mtsj/content/post_237346.html

深圳市激光与增材制造集群行动计划与宝安区措施（深宝规〔2025〕9 号）：
https://fgw.sz.gov.cn/zwgk/zcjzcjd/zc/content/post_10289454.html ；
https://www.baoan.gov.cn/gkmlpt/content/12/12562/post_12562870.html ；
https://www.sz.gov.cn/attachment/1/1670/1670810/12563227.pdf

深圳市激光智能制造行业协会与世界激光制造大会 LMN 2025：
http://szlaser.org.cn/blog/s796.html ； https://m.e-works.net.cn/news/news122770.htm

4.1.2 研发投入、知识产权保护与标准制定

广东研发投入总量与发明专利存量已居全国首位，但激光产业创新产出呈"装备与集成强、上游器件与基础专利弱"，标准国际参与度与海外维权能力尚未与 1837.87 亿元的产业规模匹配——这是广东激光从"规模第一"迈向"价值第一"必须补上的三块短板。

一、研发投入：总量领先，结构前移。 据《2024 年广东省科技经费投入统计公报》（省统计局等联合发布），2024 年全省 R&D 经费 5099.61 亿元、增长 6.2%，连续 9 年居全国首位；投入强度 3.60%，高于全国 2.69%。企业是主体：企业 R&D 经费 4488.04 亿元、占 88.0%。活动结构向前端延伸：基础研究 289.01 亿元、应用研究 591.72 亿元（增长 64.6%，占比由 7.5%升至 11.6%）、试验发展 4218.88 亿元；规上高技术制造业 R&D 经费 2287.84 亿元、增长 13.2%，投入强度 3.64%。两点含义：其一，集群行动计划对龙头骨干企业设定的研发强度目标是"超 8%"，为全省高技术制造业均值 3.64%的 2 倍以上，企业以全省均值做研发预算将无法满足专项申报要求；其二，应用研究经费 64.6%的增速意味着资金正投向技术原理与方法的前瞻研究，是争取省级重大专项的窗口期。区域上，2024 年 7 市 R&D 经费超百亿元，深圳 2453.07 亿元、广州 1022.32 亿元居前；深圳研发强度 6.67%居全国城市第一，全省强度由 3.14%（2020 年）升至 3.6%（2024 年）。

二、知识产权产出：数量优势与结构短板并存。 据省政府新闻办 2025 年 12 月发布会，2024 年广东发明专利有效量 79.23 万件；PCT 国际专利申请量 2.34 万件，占全国 1/3。省统计局数据显示，2024 年专利授权总量 69.26 万件、居全国首位。2025 年世界知识产权组织全球创新指数中，"深圳—香港—广州"创新集群首次跃居

全球第一。激光细分领域则"总量大、位次不唯一"：据广东省激光行业协会 2025 年 11 月数据，广东累计专利申请 7.4 万件居全国首位；但据诚智知识产权对 2007—2021 年激光专利的统计，江苏 3703 件略超广东 3295 件（口径不同，并列呈现）。主体结构更具警示性：2007—2021 年中国激光专利申请量从 3155 件增至 31796 件；但全球前 20 位申请人中中国企业仅 3 家，高校 13 家、科研机构 4 家，企业主体地位弱于美、德由 IPG、TRUMPF、Coherent 主导的格局。境内申请人中大族激光 2706 件居全球首位；技术分支上 B23K（切割/焊接加工）6445 件居首，H01S（激光器）3562 件、G01N（检测/光谱/雷达）2901 件，三者合计 46.3%；境外主体在华专利集中于高功率光纤与光栅、泵浦源与半导体激光芯片等上游环节，构成出海专利地雷。出海风险方面，美国国际贸易委员会依据"337 条款"多次立案：337-TA-669（2010 年，VCSEL）、337-TA-860、337-TA-983。

三、知识产权保护：快速确权提速，海外维权待补强。 制度层面，2022 年出台的《广东省知识产权保护条例》在全国率先设立快速确权、维权、纠纷处理机制，首创知识产权海外侵权责任保险服务体系；条例第 16 条要求为战略性新兴产业提供专利申请与确权快速通道，第 26 条要求完善保护中心与快速维权中心布局。2024 年 10 月 1 日修订后的《广东省科技创新条例》施行，首次对新兴领域知识产权保护提出系统性要求。服务层面，广东省知识产权保护中心 2024 年启动发明专利批量预审试点：备案主体同批次提交 5 件以上技术关联的发明专利申请，预审合格后批量进入快速审查通道。三条落点建议：一是用足批量预审通道，围绕激光器、加工头、控制系统与工艺方法一次布局 5 件以上关联发明专利；二是建立省级激光专利导航与 FTO 预警机制，针对美日欧在华核心器件专利建立监测清单，在深圳、广州、东莞设专利导航服务站；三是探索组建覆盖光纤激光、超快、硅光方向的行业专利池，以集体许可降低出海成本并规避反垄断风险。

四、标准制定：安全与车规先落地，国际话语权仍弱。 激光安全是准入底线：2024 年 9 月 29 日，国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会发布 GB/T 7247.1-2024《激光产品的安全 第 1 部分：设备分类和要求》，等同采用 IEC 60825-1:2014，2025 年 4 月 1 日实施，细化 1 类至 4 类辐射分类与可达发射限度（AEL），直接影响产品型式试验与 CE 认证。车规方向是新增量支点：GB/T 45500-2025《车载激光雷达性能要求及试验方法》（全国汽车标准化技术委员会组

织，2023 年立项）规范测程、精度、可靠性与电磁兼容等要求，广东可据此布局车规级检测认证能力。国际层面，激光领域尚未形成通信业那样的强势 SEP 体系，标准多由 IEC 制定且偏安全、测试、能效类；但 IEC 持续更新光纤激光器安全与测试标准，中国已发布光纤激光器能效分级标准（推动能效提升 12%以上，据公开信息，待核实），欧盟《关键原材料法案》亦将核心元件纳入战略储备——标准正从技术规范转化为贸易工具。广东的应对是推动龙头与院校参与 IEC/ISO 标准制定、争取自主技术入标准以孵化 SEP，并把标准符合性作为项目准入与园区招商的前置条件。

表 4-3　广东省研发投入与知识产权核心指标表（2024 年，除注明外）

指标	数值	全国位次 / 对比	来源与年份
R&D 经费投入	5099.61 亿元，增长 6.2%	连续 9 年全国第一，占全国 14%	省统计局等《2024 年广东省科技经费投入统计公报》
R&D 经费投入强度	3.60%	高于全国 2.69%，次于北京、上海；各省区第一	同上
企业 R&D 经费 / 应用研究经费	4488.04 亿元（占 88.0%）/ 591.72 亿元（增长 64.6%）	企业占比高于全国	同上
规上高技术制造业 R&D 经费	2287.84 亿元，增长 13.2%，强度 3.64%	—	同上
发明专利有效量	79.23 万件	较 2020 年翻一番	省政府新闻办发布会，2025 年 12 月
专利授权总量 / 每万人口高价值发明专利	69.26 万件 / 28.94 件	授权量居全国首位；高出全国平均 14.94 件	省统计局，2024 年
PCT 国际专利申请量	2.34 万件	占全国 1/3	省政府新闻办发布会，2025 年 12 月
激光与增材制造累计专利申请	7.4 万件	居全国首位（协会口径）	广东省激光行业协会，2025 年 11 月
激光专利区域活跃度	广东 3295 件，江苏 3703 件	2007—2021 年区间内江苏居首	诚智知识产权，2025 年
专利快速预审	累计接收约 6.9 万件，授权 3.9 万件	审查周期由 15 个月压缩至 3 个月	国家知识产权局，

注：

1. 总量指标已全国领先，"深圳—香港—广州"创新集群 2025 年首次跃居全球第一，公共创新资源属全国最优一档。 2. 强度是短板：全省 3.60%居各省区第一但低于京沪；激光 8%的门槛与高技术制造业 3.64%的实际均值落差显著。 3. 激光专利存在口径冲突，协会与第三方统计不可混用，引用须注明范围。 4. 快速预审是最具稀缺性的服务工具，3 个月周期使专利布局可与产品发布同步，应纳入 IP 管理常规流程。

表 4-4　激光领域主要标准与合规要求

标准编号 / 名称	发布单位	时间	主要内容	对广东企业的影响
GB/T 7247.1-2024《激光产品的安全 第 1 部分》	国家市场监管总局、国家标准化管理委员会	2024 年 9 月发布，2025 年 4 月 1 日实施；等同采用 IEC 60825-1:2014	1—4 类辐射分类、AEL、工程防护、警示标识	出口 CE 认证依据；须完成安全复核与标识更新
GB/T 45500-2025《车载激光雷达性能要求及试验方法》	国家市场监管总局、国家标准化管理委员会（全国汽车标准化技术委员会组织）	2023 年立项，2025 年发布	测程、测距精度、角分辨率、可靠性、电磁兼容	统一主机厂验收依据；可布局车规级激光器件检测认证能力
IEC 60825 系列（激光产品安全）	国际电工委员会	持续更新	国际通行的激光安全与测试要求	出口合规前置条件，须同步跟踪版本更新

注：

1. 安全标准是唯一具强制合规属性的底线要求，2025 年 4 月 1 日后未完成复核与标识更新的产品面临出口与监管双重风险。 2. 车规标准对应广东新能源汽车与智能网联汽车两大万亿级产业，建议将车规级检测认证能力纳入省级平台清单。 3. 国际标准参与度是最大短板，IEC 60825 系列话语权偏弱；"制定标准 200 项以上"缺少公开完成数据，建议省市场监管局开展执行期评估。

4.2 产业集群与供应链韧性

4.2.1 珠三角激光装备产业集群

一句话判断：广东已形成"广深双核、珠西多节点"的激光与增材制造集群格局，规模与链主数量全国第一，但空间分工呈"整机强、器件弱"的不对称结构——

决定集群长期竞争力的是上游器件与装备工具的本地化率，而非园区数量与产值总量。

一、全省底数

广东是国内最大的激光与增材制造产业集聚区。据广东省激光行业协会 2025 年公开口径，2024 年全省该产业主营收入 1837.87 亿元，近五年复合增速约 13%；相关企业超 1000 家，产业规模占全国 30% 以上，累计专利申请量 7.4 万件，均居全国首位。省级文件可作交叉验证：《广东省培育激光与增材制造战略性新兴产业集群行动计划（2023—2025 年）》披露，截至 2022 年底全省累计专利申请 7.4 万件、占全国 15.9%，企业营收由 2019 年约 900 亿元增至 2022 年 1409 亿元。

企业梯队上，全省有大族激光、杰普特、英诺激光、海目星等 20 余家上市企业、14 家工信部制造业单项冠军、25 家专精特新"小巨人"；载体上，重点建设园区和项目 69 个，总投资约 678.8 亿元，集聚 20 余个国家级、90 余个省级创新平台，省级专项投入 5.916 亿元、带动社会资本 13.75 亿元（广东省激光行业协会，2025）。省级行动计划设定 2025 年营收超 1800 亿元、年均增长超 15%、培育 5 家以上营收超 50 亿元龙头——规模目标已提前达成，龙头培育目标仍需核验。更值得注意的是省级文件的自我诊断：特种光纤、激光芯片、扫描振镜、高端装备等关键材料与核心零部件"高度依赖进口"，这构成本节分析的基准。

二、空间画像：按城市与园区的分工定位

深圳：核心承载区在宝安，全省唯一的全链条节点。《深圳市培育发展激光与增材制造产业集群行动计划（2022—2025 年）》明确"前海布局研发设计，宝安、龙华、坪山布局研发设计和生产制造"，其中宝安为核心承载区，龙华做特色激光器和设备集聚区，坪山做强 3D 打印制造业创新中心；2025 年产业增加值目标 140 亿元（2021 年为 73 亿元）。宝安体量据 2022 年公开报道约占全国 30%、占广东 70%（深圳商报，2022）。载体上，新桥·深圳激光谷 2019 年开园，一期引进 20 多家上下游企业（宝安日报，2022）。企业侧，大族激光 2025 年营收 187.59 亿元、同比增长 27%，研发投入 20.84 亿元、研发人员占比 31.70%、专利超 7400 项，以"核心器件—整机装备—工艺算法"垂直整合应对供应链波动；创鑫激光实现 90% 以上光学器件自主生产。政策上，市级扶持计划对核心技术攻关、产业化、公

共服务平台项目给予最高 1500 万元资助，宝安区对重大激光项目给予最高 4500 万元支持（深圳市工信局，2023）；光明科学城布局深圳自由电子激光装置。

广州：以荔湾为核心承载区，主攻材料—增材—生物方向。 省级行动计划赋予广州的定位是"重点布局专用材料、精密激光制造、生物增材制造"。标志性载体广州市激光与增材制造产业园位于荔湾海龙围科创区，2025 年 11 月 24 日开园，总建筑面积约 18.7 万平方米、总投资 13.8 亿元，开园时进驻率约 30%，已引入齿科 3D 打印国内市占率超 70% 的瑞通增材，以及由中国科学院院士冷劲松牵头的广州市未来增材制造研究院（中新网，2025）。园区所在的广州荔湾产业园 2024 年 6 月经省政府批准成为广州市首个省级产业园，总面积 526 公顷，未来三年规划建设 600 万平方米载体（中国商报网，2025）。

东莞：大科学装置牵引 + 水乡智造承接，超快激光是新名片。 国家"十四五"重大科技基础设施先进阿秒激光设施东莞部分位于松山湖科学城，规划 6 条束线、13 个研究终端，由中科院物理所实施；2025 年 1 月开工、12 月主体结构封顶，计划 2029 年完成国家验收。更具产业含义的是"心脏"部件国产化：项目 2023 年组建 60 余人攻坚团队，2025 年底飞秒驱动激光器预研通过结题验收，五类激光器均通过中国计量科学研究院测试，实现 100% 国产化。制造承接侧，水乡河西数字产业区的光博士激光总部项目投资 3 亿元，2025 年 1 月封顶（东莞时报，2025）。

珠海高新区：卡位半导体与显示领域的激光精密加工装备。 珠海不切入通用工业激光，而主攻面向 LCD/OLED、硅基微显示与半导体制造的激光剥离、异形切割、修复与检测装备。珠海东辉半导体装备 2021 年底成立，在高新区投资 2 亿元建设研产总部基地，预计 2025 年达产产值不低于 1.5 亿元（南方 +，2025）；迈为技术（珠海）聚焦泛切割与 OLED/Mini/Micro LED 激光工艺装备。

中山火炬开发区："湾区光谷"以光电为底盘，激光装备居六大领域之一。 "湾区光谷"规划 20 平方公里，2024 年整备产业用地约 1100 亩；聚焦电子信息元器件、光学成像元器件、光电显示、医工结合、光通信元器件和激光装备制造六大领域，集聚高企近 150 家、科技型中小近 300 家；2024 年光电信息集群产值 674.23 亿元，同比增长 14.94%（中山市科学技术局，2025）。代表企业有联合光电、弘景光电（2025 年 3 月创业板上市）、金鼎光学、汉邦激光，目标 2026 年该集群营收破 1000 亿元（激光制造网，2025）。

佛山南海：以增材制造与激光再制造为特色。 南海区依托季华实验室、广东工业大学数控装备研究院，形成覆盖 3D 打印材料研发、装备制造、技术服务的链条；2025 年 9 月，国家级专精特新"小巨人"北京三帝科技签约在南海狮山建设华南 3D 打印设备生产基地。省级行动计划亦点名"佛山南海 3D 打印产业基地""顺德激光智能装备产业基地"。

惠州、江门：节点城市，公开规模口径缺失。 省级行动计划将两市列为重要节点城市。惠州仲恺高新区聚集镭凌激光、鼎峰激光等中小型设备与打标加工企业，但未见权威部门发布的产业规模、企业数量与园区投资口径，属"据公开信息（待核实）"；江门被关联"华南激光谷产业园"，落地进度待核实。

表 4-5 珠三角激光与增材制造产业集群空间对照表（2024—2025 年）

地市 / 园区	定位	主导环节	代表主体	规模与投资
深圳（宝安核心承载区，龙华、坪山、前海、光明协同）	全省核心承载区，全链条	激光器、智能装备、系统集成、3C/新能源应用	大族激光、创鑫激光、杰普特、英诺激光、海目星；深圳自由电子激光装置	2025 年增加值目标 140 亿元（2021 年 73 亿元）；宝安约占全国 30%、广东 70%（2022 年口径）
广州（荔湾海龙围核心区，黄埔协同）	材料—增材—生物增材	专用材料、精密激光制造、生物增材制造、消费级 3D 打印	广州市激光与增材制造产业园、瑞通增材、广州市未来增材制造研究院	园区建面约 18.7 万㎡、总投资 13.8 亿元、进驻率约 30%；荔湾产业园 526 公顷
东莞（松山湖 + 水乡河西）	大科学装置牵引的超快激光策源地 + 智造承接	飞秒/皮秒激光、超快精密加工装备、柔性材料切割设备	先进阿秒激光设施（东莞部分）、光博士激光	阿秒设施 6 条束线 13 个终端，2029 年国家验收；光博士总部投资 3 亿元
珠海高新区	半导体与显示激光精密加工装备	激光剥离、异形切割、修复、划片与检测	珠海东辉半导体装备、迈为技术（珠海）	东辉研产基地投资 2 亿元，达产产值不低于 1.5 亿元
中山火炬开发区（"湾区光谷"）	光电大底盘上的激光装备与光学元件	光学冷加工、光学镜头、激光装备制造	联合光电、弘景光电、金鼎光学、汉邦激光	规划 20 km²、2024 年整备 1100 亩；2024 年光电信息集群产

				值 674.23 亿元（+14.94%）
佛山南海（狮山等）	增材制造与激光再制造应用基地	3D 打印材料与装备、激光熔覆修复	季华实验室、广工大数控装备研究院、三帝科技	省级行动计划点名"佛山南海 3D 打印产业基地""顺德激光智能装备产业基地"
惠州仲恺、江门	省级节点城市（配套与应用）	中小功率设备、打标与加工服务	镭凌激光、鼎峰激光等（据公开工商信息）	未见权威规模口径（待核实）

注：** 其一，深**圳是唯一具备"材料—器件—整机—应用"完整闭环的节点，广州、东莞、珠海、中山分别在材料/增材、超快光源、半导体装备、光学元件上形成单点强项，佛山、惠州、江门承担应用与配套。其二，投资强度偏小：广州园区 13.8 亿元、光博士 3 亿元、东辉 2 亿元，均属十亿元级以下项目，与武汉光谷百亿基金相比，广东在重大增量项目上的资本工具有待加码。其三，省级行动计划点名的部分园区与属地城市未逐一对齐，本表按公开信息归并；惠州底数缺失使全省图谱在珠东翼存在统计盲区，应纳入省级统计月报。

三、产业链环节与本地配套能力

表 4-6 广东省激光产业链环节与本地配套能力对照表

产业链环节	本地配套能力	主要承载地	突出短板
专用材料（晶体、特种光纤、金属粉末）	中：中低端可本地供给，高端基材进口	广州（荔湾/黄埔）、深圳	超高纯度光学基材、大模场特种光纤依赖进口；晶体主产地在福建
核心器件（泵浦源、激光芯片、光栅、合束器、振镜）	中偏低：中低功率国产化率高，高功率段受制	深圳（宝安、龙华）、珠海	高功率光栅、高亮度泵浦源、高端振镜对外依存，省级行动计划已列为短板
激光器（光纤、超快、半导体）	较强：中小功率光纤激光器产量全球领先，超快环节因阿秒装置外溢改善	深圳、东莞（松山湖）	万瓦级以上长期稳定性、超快激光器量产一致性待提升
专用软件（建模、工艺规划、在线监测与控制、光学仿真）	弱：依赖国外商业软件，自主化程度最低	深圳（前海/南山）	光学与多物理场仿真、增材工艺规划软件基本为国外工具，属隐性卡点
整机装备（切割、焊接、打标、清洗、熔覆）	强：全国最强环节，整机具备全球竞争力	深圳、东莞、中山	高功率切割头、数控系统已局部突破，但高端市场品牌溢价不足

增材制造装备（SLM、SLS、3D 打印头）	较强：消费级 3D 打印全球主导，工业级追赶中	广州（荔湾）、深圳（坪山）、佛山南海	工业级大幅面、多材料装备仍有差距；金属粉末与核心光学件外部依赖
应用与服务端（工艺开发、检测、运维、出海服务）	强：依托 3C、新能源、显示场景，迭代速度全球领先	深圳、东莞、广州	海外服务网络与备件体系仍在铺设期，保税维修设施不足

注：** 其一，配**套能力曲线呈"U 型"——下游整机与应用服务最强，中游激光器较强，上游材料与核心器件、以及贯穿全链条的专用软件最弱，与省级行动计划自评一致。其二，"专用软件"最易被忽视：它不体现在进出口额上，却决定装备迭代速度与工艺 Know-how 的沉淀归属，应单列统计与攻关目录。其三，超快激光是近两年唯一出现能力跃迁的环节，动力来自阿秒设施的工程化外溢；服务端短板（海外维修、备件、保税维修）将在 4.2.2 显示为出口竞争力的重要约束。**

4.2.2 供应链安全与区域化重塑挑战

图 4-1　2024 年中国激光加工设备进出口金额

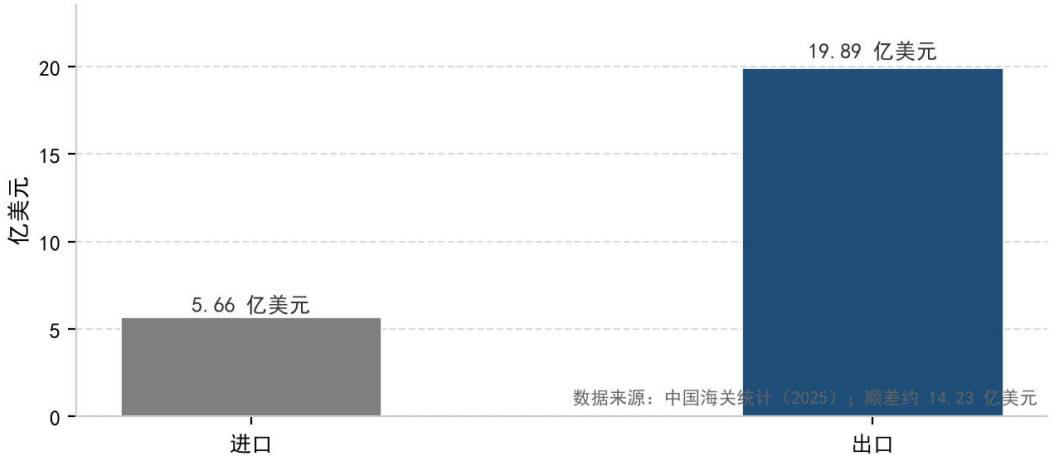


图 4-1　2024 年中国激光加工设备进出口金额

一句话判断：广东激光产业真正的风险不在整机产能被替代，而在"高端器件进口依赖＋研发制造工具进口依赖＋出口端两用物项管制"三重约束叠加；应对之道是把跟随客户出海、上游器件双源、垂直整合三条线同时推进，并把合规能力做成新的竞争门槛。

一、全球供应链区域化：从效率优先转向安全优先

全球制造网络正经历 2001 年中国入世以来最深刻的一轮重构，驱动力由成本优化转为地缘风险。据 Thomson Reuters 2025 年 6 月分析，中国占全球制造业出口份额由 2022 年 28.3% 降至 2025 年 26.1%，同期越南由 2.8% 升至 3.9%、印度由 2.1% 升至 2.8%、墨西哥由 2.4% 升至 2.9%；2025 年投向中国境外的"友岸外包"投资达 3100 亿美元，较 2024 年增长 29%（转引自 China Industry Intel，2025）。美国普查局数据显示，2025 年墨西哥已超过中国成为美国最大商品进口来源国。麦肯锡 2025 年调查亦显示，45% 的受影响企业以增加库存为首要缓释手段，39% 推进双源采购，33% 制定近岸外包方案。

但对广东而言，须区分"订单外迁"与"供应链脱钩"。斯坦福 SCCEI 等研究指出，友岸外包并未同比例削弱中国的供应链地位：越南自中国进口占比由 2017 年 28% 升至 33%，墨西哥由 18% 升至 20%。广东面对的是"产能地理分散 + 中间品仍依赖国内"的组合。

广东企业已用"跟随客户出海"直接回应。大族激光在 2025 年机构调研中明确境外设备需求明显上升，控股子公司大族数控于 2025 年 12 月在越南设立子公司；创鑫激光 2025 年 6 月将欧洲总部设于德国巴伐利亚州吉尔兴市，并在美国、意大利、土耳其、日本、韩国建有全资子公司，在印度、越南、巴西、墨西哥、印尼、泰国设有分支（宝安日报，2025）；英诺激光越南维修中心 2025 年 6 月在北江省启用，响应时间缩短约 50%。其共同特征是以服务能力而非产能转移为核心。

二、关键卡点清单：环节、依赖度与替代难度

表 4-7 广东省激光产业链关键卡点清单（2025—2026 年）

环节	依赖度	替代难度	主要供应国 / 地区	应对建议
高功率光纤光栅、大功率合束器	高	中高	美国、德国、加拿大	设光栅/合束器中试线；双源采购 + 长协备货
高端光学镀膜设备（离子束溅射等）及核心部件	高	高	德国（布勒莱宝）、日本（光驰）	国产设备首台套补贴；共建省级镀膜公共平台
超高纯度光学基材、部分激	中	中高	德国（肖特）、日本（小	与福建晶体产业跨省协同；

光/非线性晶体			原）	建材料评价平台
高端激光芯片、高亮度泵浦源	中高	高	美国（Coherent、Lumentum）、日本（滨松）	导入长三角、武汉产能；专利 + 产能双保险
车规级 VCSEL/EEL、深紫外芯片	高	高	美国、欧洲、日本	联合整车厂建车规验证平台；整机—芯片协同
光学/多物理场仿真与增材工艺软件	高	高	美国、德国	纳入首版次软件目录；开源替代与联合开发
高端测试仪表（光谱仪、光束质量分析仪、高带宽示波器）	中高	中高	美国（是德科技、泰克）等	建共享检测平台；国产+存量组合；仪表台账
高功率扫描振镜、精密运动控制	中	中	德国（Scanlab、Raylase）等	整机厂自研替代；培育省内配套商
光刻/准分子激光光源等尖端环节	极高	极高	美国、日本、欧洲	以大科学装置牵引非光刻路径；专项预警

注：其一，卡点集**中于"看不见"的环节——镀膜设备、仿真软件、测试仪表、光栅，单值不大却决定产品上限，且不体现在整机厂 BOM 成本中，易被产业政策遗漏。其二，依赖度与替代难度并不同向：测试仪表属"花钱可解"，车规级芯片与仿真软件属时间与生态问题，短期无解。其三，供应国集中于美、德、日，且多数同时受美国 EAR 与欧盟两用物项条例覆盖，须按"供应国—管制清单"交叉映射。其四，光刻类环节对广东整机产业影响有限，但国家战略意义重大，不宜计入广东产业竞争力评价。需说明：上表系定性分级**，广东尚无公开的器件级进口结构统计，建议以海关细分数据建立量化台账。**

三、出口端的"反向管制"：从被限制进口到被限制出口

2024 年之后形势出现对称性变化——中国的出口管制体系开始实质性约束激光企业出海。2024 年 11 月 15 日，商务部会同工信部、海关总署、国家密码局发布 2024 年第 51 号公告，公布《中华人民共和国两用物项出口管制清单》，自 2024 年 12 月 1 日起施行（中国政府网，2024）。清单分 10 大类，激光产品主要落入第 6 类"传感器和激光器"，部分激光加工设备受第 2 类"材料加工"2B201 条款约束。以 6A205 为例，受管制者包括铜蒸汽激光器（500—600 nm、≥30 W）、氩离子激光器（400—515 nm、≥40 W）、掺钕激光器（1000—1100 nm，脉冲 Q 开关、脉宽

≥1 ns 且单横模>40 W 或多横模>50 W）、脉冲二氧化碳激光器（9000—11000 nm、重频>250 Hz、>500 W、脉宽<200 ns）、脉冲准分子激光器等；同时明确豁免工业切割与焊接常用的连续波或长脉冲（>200 ns）CO/CO_2 激光器（通常 1—5 kW）。

影响是双重的。一方面，主流工业切割/焊接设备被豁免，广东最具出口规模的整机品类未受直接冲击。另一方面，合规成本刚性上升：企业须在报关单备注栏注明"属于/不属于两用物项"并填列参数，参数接近管制标准的海关可启动质疑程序，须在 7 个工作日内提交证明——参数底稿与最终用户/用途证明将成为中小企业的新门槛。

外部管制同样在收紧。2025 年 1 月 3 日，BIS 修订 EAR，将中国 11 家实体列入实体清单，包括上海光学精密机械研究所、中国科学院长春光学精密机械与物理研究所、季华实验室、鹏城实验室等；1 月 16 日再次修订，新增 25 个中国实体，含承担国家 02 重大专项"准分子激光技术"成果转化的北京科益虹源光电技术有限公司。作为反制，商务部 2025 年 4 月 9 日发布 2025 年第 22 号公告，将美国光子公司等 12 家美国实体列入出口管制管控名单。结论明确：合规对象已从单一美国 EAR，扩展为"中国两用物项清单 + 美国 EAR + 欧盟 (EU) 2021/821 及其修订"三重体系，三者参数并不一致。

四、广东企业的四类应对：从备货到垂直整合

一是垂直整合。大族激光构建"核心器件—整机装备—工艺算法"一体化闭环，2025 年研发投入 20.84 亿元、研发人员占比 31.70%、专利超 7400 项，三维五轴切割头首年销售额突破 5000 万元。二是双源与国产替代。创鑫激光 90% 以上光学器件自主生产（2022），阿秒设施飞秒驱动激光器 100% 国产化（2025 年底验收），证明"器件自给"在广东具备工程可行性。三是备货与安全库存。全球 45% 企业以增加库存为首要缓释手段（McKinsey，2025），广东企业未公开量化口径（待核实），且行业处于毛利下行周期，缺乏加库存的财务空间。四是海外本地化交付。大族数控越南子公司（2025.12）、创鑫激光德国欧洲总部（2025.06）、英诺激光越南维修中心（2025.06）构成"子公司＋维修中心＋备件库"组合；同时企业普遍着手建立出口管制内部合规程序（ICP）与参数底稿。

四类策略中执行最好的是海外本地化交付与垂直整合，最弱的是备货与安全库存——这恰是最需政策介入之处。垂直整合并非人人可选：大族的研发投入强度远超中小企业承受力，政策应把链主整合的成果通过共用中试线、开放器件产能外溢给中小企业；合规能力正从成本项转为竞争门槛，建议由行业协会提供中小企业合规模板。

五、政策落点

其一，建立"卡点清单 + 国产化率"年度台账，对表 4-7 九个环节设定分年度国产化率与二供覆盖率目标，纳入集群考核。其二，以共用中试线替代分散补贴，优先布局高功率光纤光栅、高端光学镀膜、光束质量与可靠性检测三类平台。其三，将专用工业软件（光学仿真、增材工艺规划与在线监测）单列进入首版次软件目录与省重点领域研发计划"激光与增材制造"重点专项。其四，支持建设海外服务与保税维修网络，把跟随客户出海从产能布局升级为全生命周期服务能力，避免"卖出去、修不回"。

4.3 人才与资本要素

产业竞争落到最后，是人与钱两件事。广东激光产业规模全国第一，但支撑这一规模的人才供给与资本供给，并未同步建立起与之匹配的结构。人才侧的问题不是总量不足，而是结构性错配：光学设计与激光物理的高端人才稀缺，工艺调试与售后服务这类"现场型"工程师更缺。资本侧的问题也不是钱少，而是钱的期限与产业的周期不匹配——激光器件从研发到车规量产往往需要五到七年，而多数基金的投资期只有三到五年。

4.3.1 复合型人才需求与培养体系

激光产业的人才需求可以拆成五类，各类人才的稀缺程度与培养周期差别很大。

第一类是光学与激光物理人才，负责谐振腔设计、光束质量分析、非线性频率变换、增益介质选型。这类人才需要扎实的物理基础与长期实验训练，培养周期最长，通常要博士阶段才能独立承担研发任务，广东本地每年供给量有限。第二类是

激光芯片与器件工程人才，涉及外延生长、芯片制程、封装散热、可靠性测试，属于半导体与光学的交叉领域，目前全国范围内都属于稀缺工种。第三类是控制与算法人才，负责运动控制、工艺参数自寻优、焊缝与缺陷在线检测、点云处理，这一类人才与广东的软件与人工智能人才池高度重叠，供给相对充裕。第四类是工艺与应用工程师，负责把激光器装进产线、调出稳定工艺窗口、解决客户现场问题，这类人才靠经验积累，书本无法速成，是企业扩张时最先卡住脖子的岗位。第五类是可靠性与质量体系人才，尤其车规级产品需要熟悉 AEC-Q102、ISO 26262、ISO 16750 等标准体系的工程师，这类人才在广东车载激光雷达企业集中的深圳、广州最为抢手。

表 4-8　激光产业关键岗位供需对照

岗位类别	核心能力要求	培养周期	供给宽松度	广东本地主要来源
光学与激光物理	谐振腔设计、非线性光学、光束质量	8—10 年	紧张	华南理工、深圳大学、中山大学
激光芯片与器件	外延、制程、封装散热、可靠性	5—8 年	很紧张	依托引进与校企联合培养
控制与算法	运动控制、机器视觉、点云算法	3—5 年	宽松	广东软件与 AI 人才池
工艺与应用工程	工艺窗口调试、现场问题处理	3—5 年（需现场积累）	紧张	企业内训为主
可靠性与质量	车规标准体系、失效分析	5—8 年	很紧张	企业内训与引进

这张表说明一件事：最缺的两类岗位（激光芯片器件、可靠性与质量）恰恰是学校最难批量培养、必须靠产业一线长期训练才能形成的。因此人才政策的着力点不应只放在校园招聘，而应放在"企业内训的公共化"。

广东本地的培养资源有基础。华南理工大学物理与光电学院开设光电信息科学与工程专业，核心课程覆盖激光原理与技术、光电子学基础、工程光学，并依托发光材料与器件全国重点实验室、广东省光电工程技术开发中心等平台开展科研训练，采用"启蒙—实践—突破"的育人模式，大二学生全员配备学术导师进入科研实

验室（来源：华南理工大学物理与光电学院，2025）。深圳大学物理与光电工程学院由原光电工程学院、物理与能源学院、电子科学与技术学院光电部分于 2019 年合并组建，拥有光学工程、物理学两个一级学科博士点与光学工程博士后流动站，专任教师 230 人，其中教授 65 人，建有射频异质异构集成全国重点实验室、教育部与广东省光电子器件与系统重点实验室等 20 个省部级与市级平台，研究方向覆盖光纤传感与激光技术、集成光子学与功能材料、超快成像技术与仪器（来源：深圳大学物理与光电工程学院，2025）。深圳大学光学工程学科 2007 年获批广东省重点学科，2012 年获评广东省攀峰重点学科，在第四轮学科评估中获评 B+，是广东在该学科最接近国内第一梯队的力量。

此外，南方科技大学、中山大学、暨南大学、广东工业大学、哈尔滨工业大学（深圳）、深圳技术大学等在光学工程、精密仪器、智能制造相关方向也有布点；中国科学院深圳先进技术研究院、广东省科学院、鹏城实验室、松山湖材料实验室等机构构成了科研侧的人才蓄水池。这些资源集中在广深莞三地，与激光产业的地理分布高度重合，是广东相对于湖北、江苏、山东的一项结构性优势——高校、院所与企业之间的通勤距离短，联合培养与兼职互聘的组织成本更低。

问题在于转化机制不畅。内地同类集群的经验值得参照：武汉东湖高新区依托华中科技大学建设"激光第一课堂"，把企业真实工艺问题搬进课堂，华中科技大学已衍生激光企业近 100 家，秦应雄团队 10 项"激光光场调控"专利作价 525 万元转让给武汉华秦激光，形成可复制的转化路径（来源：诚智知识产权、华中科技大学公开报道，2025）。国家层面已布局 32 所国家卓越工程师学院，推行校企联合培养与"工学交替"（来源：教育部、工业和信息化部），广东高校与龙头企业可借此通道争取专项名额。全球范围看，硅光与光子集成领域的测试人才缺口已达 12 万人（来源：行业公开测算，2025），这一缺口在广东的光模块与光芯片环节同样会出现。

表 4-9　广东激光与光电领域主要培养与科研载体

类型	载体	与激光产业的关联方向	所在地
高校	华南理工大学物理与光电学院	光电信息、激光原理、发光材料	广州

高校	深圳大学物理与光电工程学院	光学工程、光纤传感与激光、集成光子学	深圳
高校	中山大学、南方科技大学、暨南大学	光学、精密仪器、材料	广州、深圳
高校	广东工业大学、深圳技术大学	智能制造、精密装备、现场工程师	广州、深圳
高校	哈尔滨工业大学（深圳）	机器人、自动控制、传感	深圳
科研院所	中科院深圳先进院、广东省科学院	光电材料、生物医学光学、精密制造	深圳、广州
实验室	鹏城实验室、松山湖材料实验室	光通信、材料与器件中试	深圳、东莞

对广东而言，可操作的抓手主要有三条。其一是把企业内训纳入公共补贴范围：工艺调试、可靠性测试、车规体系这几类课程由企业单独办成本过高，可由行业协会牵头、龙头企业出师资、财政按培训人日给予补贴，面向中小企业开放。其二是推广"双导师制"专业硕士培养，由高校出学术导师、企业出工程导师，课题直接取自企业技术清单，学生在读期间完成中试验证。其三是建立激光领域的职业技能等级认定通道，把工艺调试、光学装调这类长期处于"师徒相授"状态的岗位纳入国家职业标准，打通技能人才的职称与待遇上升通道，这对留住一线技师的作用比一次性补贴更持久。

4.3.2 产业投资趋势与融资案例

2024 至 2025 年，国内激光与光电领域的资本活动明显提速，退出通道从单一的 IPO 扩展到并购与产业整合，资本结构也从财务投资主导转向产业资本主导。

一级市场层面，深圳的资本供给最成体系。深创投累计管理各类资产总规模超过 5600 亿元，直接投资的 1800 多家企业中，超过九成资金布局半导体、机器人、新材料、生物医药、工业软件等关键领域。深圳天使母基金作为全国规模最大的天使类政府引导基金，截至 2025 年底累计与 84 支天使子基金签约，认缴总规模约 222.5 亿元，其中智能制造赛道已投资 376 个项目，培育专精特新"小巨人"企业 137 家、国家级高新技术企业 794 家。深高新投管理规模 20 亿元的深圳市"20+8"产业集群高端装备基金，专项服务装备类企业的强链补链。

需要指出的是，这些基金的投资口径多按"半导体""高端装备""智能制造"等大类划分，激光并未单列。这意味着激光企业要在既有赛道分类中与其他硬科技项目竞争额度，缺乏专门化的投资指引与项目池。对比武汉光谷设立 100 亿元激光产业基金、苏州设立百亿级光子基金、长春"星光计划"市财政年投入逾 6 亿元的做法，广东在激光这一细分领域的专项资本工具是缺失的。

表 4-10　2024—2026 年激光与光电领域代表性资本事件

时间	主体	事件	公开披露数据	事件含义
2025.11	嘉泰激光	新三板挂牌	2024 年营收 7.84 亿元，海外占比超 20%	高功率切割赛道资本化
2025.12	嘉泰激光	启动北交所上市辅导	—	冲刺更高层级资本市场
2025.12	赛炜科技	提交 A 股 IPO 辅导备案	—	眼科激光设备细分龙头登陆 A 股
2025.7	长飞光纤/奔腾激光	并购	—	光纤龙头向下游装备延伸
2025.10	海目星	收购德国 Xteg	—	通过海外并购补技术与渠道
2024	嘉泰激光	战略融资	5000 万元，同期设土耳其子公司	融资与出海同步推进

注：未公开披露金额的事项以"—"标注，不做推算。（来源：激光制造网、21 世纪经济报道、企业公告，2025—2026）

从这张表可以看出两个趋势。一是资本化节点前移，过去激光企业多在营收十亿元量级才启动上市，现在数亿元营收的企业已在新三板挂牌并冲刺北交所，资本退出周期显著缩短。二是并购成为重要退出方式，长飞光纤并购奔腾激光、海目星收购德国 Xteg 都指向同一个逻辑：产业链上下游通过并购完成纵向整合，同时获取海外技术与渠道。对广东企业而言，这两条路径都可行——深圳、东莞的激光装备企业规模多在数亿至数十亿元区间，正处于资本化的窗口期。

政府侧的资本工具也有可操作的接口。工信部 2025 年印发《关于开展第七批专精特新"小巨人"企业培育工作的通知》（工信厅企业函〔2025〕190 号），延续"

创新型中小企业—专精特新中小企业—专精特新'小巨人'企业—制造业单项冠军"四级梯度培育体系，激光产业链上的光学元件、振镜、晶体、精密结构件类中小企业均可对号申报（来源：工业和信息化部，2025）。首台（套）重大技术装备保险补偿政策（工信部联重装〔2024〕89 号）对符合条件的首台套装备投保给予保费补助，首年补助比例不超过 80%，大型激光焊接、切割、增材制造装备在覆盖范围内（来源：工业和信息化部等，2024）。国家重点研发计划"增材制造与激光制造"重点专项 2024 年度指南国拨经费约 3.54 亿元、部署 38 个任务，是广东产学研联合体承接国家资源的主通道（来源：科学技术部，2024）。

表 4-11　激光企业可争取的资金与政策通道

通道	主管部门	支持方式	适配对象	关键门槛
专精特新"小巨人"	工信部及省级工信部门	认定+奖补+要素保障	细分领域中小企业	细分市场占有率、研发投入强度
首台（套）保险补偿	工信部、财政部等	保费补助（首年≤80%）	首台套装备制造企业	列入目录、投保合规
国家重点研发计划专项	科技部	国拨经费（2024 年约 3.54 亿元）	产学研联合体	揭榜挂帅、任务对口
政府引导基金	深创投、天使母基金等	股权投入	早中期硬科技企业	赛道对口、投早投小
省级与市级技改资金	省工信厅、各地市	事后奖补、贷款贴息	实施技术改造的制造企业	投资额与设备发票

广东在这方面的短板不是资金总量，而是资金与激光产业的对接精度。建议由省级层面设立激光产业专项子基金或明确在既有产业基金中划出激光额度，同时建立激光领域的项目储备库，把分散在半导体、装备、新材料赛道中的激光企业归集出来，让基金管理者能看到这个产业的真实轮廓。这件事的成本很低，但对资本配置效率的改善是直接的。

第五章 挑战、风险与发展建议

前四章回答的是"广东激光产业处于什么位置"和"往哪里去"。这一章回答另外两个问题：哪些因素会拖慢或打断这个进程，以及面对这些因素，政府与企业各自能做什么。挑战部分是已经发生、正在产生影响的客观约束；风险部分是尚未发生、但一旦触发会改变产业路径的不确定性；建议部分则给出可分解到责任主体与时间节点的行动清单。三者的关系是：挑战要缓解，风险要对冲，建议要落地。

5.1 面临的主要挑战

广东激光产业的挑战集中在三条线上：技术迭代的速度快于客户验证的速度，价格下降的速度快于成本下降的速度，供应链区域化重组的速度快于企业调整的速度。这三条线互相叠加，构成了对企业盈利能力和投资信心的持续压力。

5.1.1 技术迭代加速与验证风险

激光产业的技术周期正在缩短，而下游客户的验证周期基本没有变化，两者的错配是企业面临的第一重压力。

技术侧的迭代速度可以从几个具体指标上观察。光纤激光器功率等级从万瓦级向 150—220 kW 推进，锐科、大族、创鑫已实现该功率段机型量产（来源：行业公开报道，2025）。车载激光雷达从机械旋转式向半固态、全固态演进，线数从 64 线、128 线推进到 192 线乃至千线级，同一代产品的生命周期被压缩到两到三年。超快激光的皮秒、飞秒产品在精密加工领域快速铺开，2024 年中国超快激光器市场规模 45.5 亿元，同比增长 13.2%，其中皮秒产品占 85%（来源：行业研究报告，2025）。半导体先进封装领域，深紫外皮秒激光的国产化推进到 213 nm 波段，天津大学胡明列团队实现的国产 213 nm 深紫外皮秒激光器输出超过 1 W@80 MHz、脉宽小于 12 ps（来源：天津大学科研院，2025）。

客户侧的验证周期则是刚性约束。车规级产品从送样到量产定点通常需要 18—36 个月，期间要完成 AEC-Q102 器件可靠性认证、ISO 16750 环境适应性试验、整车厂的路试与冬夏标定。医疗器械的注册周期更长，二类证通常需 12—24 个月，三类证可能超过 36 个月，且需要临床试验数据支撑。半导体前道设备进入晶圆厂

的验证周期同样以年计，一旦通过验证，切换供应商的成本极高，反过来说，导入的难度也极高。工业客户虽然验证周期较短，但工艺窗口的调试需要从试切、试焊到小批量稳定运行，通常也要 6—12 个月。

表 5-1　技术迭代周期与客户验证周期对照

应用环节	典型技术迭代周期	客户验证周期	错配程度	主要后果
车载激光雷达	18—30 个月	18—36 个月	高度错配	定点定生死，押错路线即出局
医疗激光设备	36—60 个月	12—36 个月（注册）	中度错配	取证窗口与技术窗口难对齐
半导体量检测	24—36 个月	12—24 个月	中度错配	验证通过后黏性强，导入难
工业加工装备	12—24 个月	6—12 个月	轻度错配	价格与性能需持续迭代
光通信器件	12—24 个月	6—18 个月	中度错配	速率代际切换风险集中

这张表最直接的含义是：车载环节的风险最高。一款激光雷达产品在研发完成时可能仍然先进，但走完车厂验证流程后，下一代技术已经发布，产品在量产起点就面临过时。这对企业的技术路线判断提出了极高要求——不是做出最好的产品，而是做出在两到三年后仍然可用的产品。

对广东而言，这一错配的暴露度较高。广东在车载激光雷达环节集中度全国最高，速腾聚创总部在深圳、华为车 BU 在深圳与东莞布局，配套的光学元件、结构件、封测企业也多在珠三角。技术路线一旦发生代际切换，受影响的将是整条本地配套链，而不只是整机厂。因此，广东在技术路线上的策略应当是"多路线并行跟踪、重点环节深度介入"，而不是押注单一路线。FMCW 相干测距是其中最值得跟踪的方向，它把测距与测速合并到同一套光学系统中，抗干扰能力显著优于飞行时间（ToF）方案，但目前成本与工程化难度仍高，属于需要提前布局而非立即押注的技术。

5.1.2 市场竞争加剧与价格压力

图 5-1　10 kW 多模光纤激光器价格下行轨迹（对数坐标）

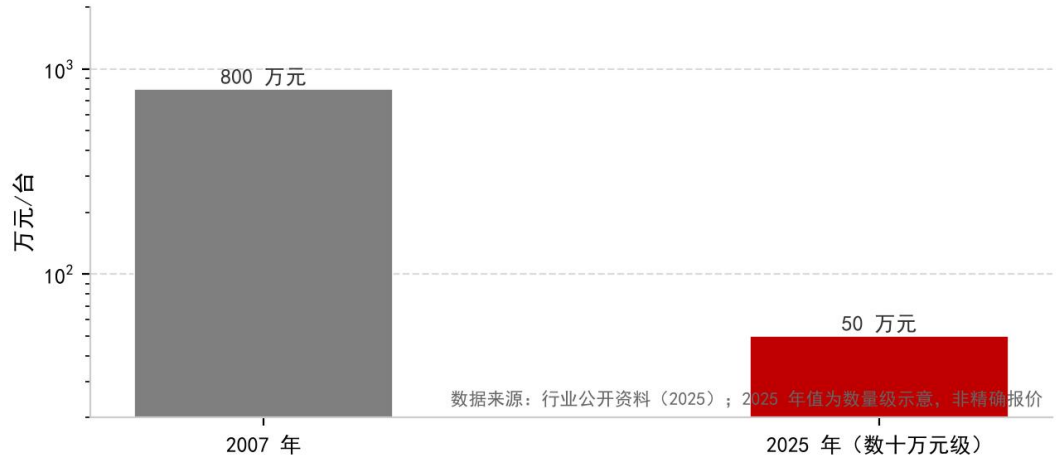


图 5-1　10 kW 多模光纤激光器价格下行轨迹

价格下降本身不是问题，激光产业正是靠成本下行打开了应用空间。真正的问题是价格下降的速度长期超过成本下降的速度，导致产业链利润被持续挤压。

光纤激光器是最典型的案例。2007 年一台 10 kW 多模光纤激光器售价约 800 万元；随着国产化突破，当前中低功率产品价格已大幅下探，万瓦级产品也从早期的数百万元级降至数十万元级（来源：锐科激光年报、行业研究，2024—2025）。国产化率随之快速提升：中国光纤激光器市场国产化率从 2017 年的 33.6% 升至 2024 年的 86.2%，1—3 kW 段国产化率从 2019 年的 44.7% 升至 2023 年的 98.8%，10 kW 以上段从 2019 年的 20% 升至 2023 年的 86%（来源：《2025 中国激光产业发展报告》、湖北日报，2025）。但规模并没有同步转化为利润：2024 年中国光纤激光器市场销售收入 130.1 亿元，同比下降 4.3%，呈现"销量增长、金额下降"的典型价格战特征（来源：同上）。

表 5-2　主要环节价格与盈利变化（公开数据口径）

环节	价格趋势	盈利表现	数据来源年份
光纤激光器	10 kW 机型由约 800 万元降至数十万元级	2024 年市场收入 130.1 亿元，同比 −4.3%	2024—2025
车载激光雷达	2016 年 64 线机械式数万美元，2025 年单价跌破 200 美元	整机厂普遍处于盈亏平衡线附近	2024—2025

国际激光器龙头	—	IPG 2024 年净销售额 9.77 亿美元，同比 −24%	2024
国内激光器龙头	价格战趋稳	锐科激光上半年归母净利润同比 +117.5%	
国内设备龙头	规模扩张	大族激光 2025 年营收 187.59 亿元，归母 11.90 亿元	2025

激光雷达的降价曲线更陡。2016 年 64 线机械式激光雷达售价数万美元，到 2025 年单价已跌破 200 美元（来源：行业公开数据，2025）。价格下行使车载激光雷达得以大规模前装，2025 年中国乘用车前装标配激光雷达达到约 324.84 万颗，但代价是整机厂长期处于盈亏平衡线附近，研发投入被压缩。国际龙头同样承压，IPG Photonics 2024 年净销售额 9.77 亿美元，同比下降 24%，材料加工业务占其收入约 85%；同期中国厂商锐科激光在国内市场的份额升至 18.6%，超过 IPG（来源：企业年报，2025）。

值得注意的是，2025 年之后价格战出现趋稳迹象。这一修复来自两个方向：一是落后产能出清后价格回归理性，二是头部企业向超高功率、特种光纤、光束整形等高端环节延伸，避开了同质化竞争最激烈的中段。

对广东的含义有两层。其一，广东以装备集成与应用见长，处于价格战传导的下游，上游器件降价在短期内改善装备企业毛利，但下游客户同样会要求装备降价，长期看利润改善有限。其二，广东企业应主动向"设备+工艺+服务"的组合转型，把竞争维度从价格转向工艺能力和交付速度。深圳、东莞的装备企业客户集中在 3C、新能源电池、半导体封装等领域，这些客户对工艺窗口稳定性和售后响应速度的敏感度高于对设备单价的敏感度，是转型的现实基础。

5.1.3 地缘政治与供应链不确定性

图 5-2　中国激光专利申请量增长（2007—2021）

图 5-2　中国激光专利申请量增长（2007—2021）

第三个挑战来自外部。激光产业链的上游环节存在若干高度依赖进口的卡点，这些卡点在地缘政治紧张时可能成为实际约束。

从贸易数据看，中国激光产业的整体对外依存度在下降。2024 年中国激光加工设备进口 5.66 亿美元、出口 19.89 亿美元，贸易顺差扩大；激光元器件进口额由 36.64 亿元降至 16.99 亿元（来源：中国海关，2025）。这说明中下游的国产替代已经取得实质进展。但进口额下降的同时，剩余部分的集中度在上升——越是高端、越是难以替代的环节，越集中在少数几家海外供应商手中。

表 5-3　关键卡点清单与外部依赖

环节	依赖程度	替代难度	主要来源国/地区	应对方向
高功率光纤光栅、掺镱大模场光纤	高	高	美国、欧洲	国产化攻关、双源备货
深紫外非线性晶体与高端镀膜	中高	高	日本、法国	依托国内晶体产业基础提升镀膜
飞秒振荡器种子源与倍频器件	高	高	美国、欧洲、日本	产学研联合攻关
EUV 光源与反射光学	极高	极高	荷兰、德国、美国	受出口管制，短期无解

激光控制软件与工艺算法	中	中	德国、美国、日本	自主开发、开源替代
高端检测仪表（示波器、光谱仪等）	中高	中	美国、欧洲、日本	国产仪表替代、共享平台

需要说明的是，中国在部分材料环节具备反向优势。福晶科技在 LBO、BBO 等非线性光学晶体领域的全球份额约 70%，Nd:YVO4 激光晶体全球第一，并独家量产 KBBF 深紫外晶体，2025 年营收 11.58 亿元，同比增长 32.2%（来源：公司年报，2025）。全球约 70% 的 BBO 晶体产自中国。这意味着在晶体材料上，中国是供应方而非受制方，真正受制的是加工晶体所需的高端镀膜设备与工艺，以及检测环节的高精度仪表。

出口管制方面，欧盟持续推进两用物项出口管制框架的更新，美国通过实体清单与出口管理条例对特定光电子器件与技术实施限制，相关规则的调整频率近年明显上升。对广东企业而言，直接影响体现在两类场景：一是进口高端器件、设备、仪表时的许可不确定性与交期延长；二是出口含美国技术成分的激光产品时的合规审查成本上升。

专利层面的风险同样在积累。美国国际贸易委员会（USITC）历史上多次就激光与光电子器件启动 337 调查，包括 337-TA-669（2010 年，涉 VCSEL）、337-TA-860（2012 年，涉 VCSEL）等案件。中国激光专利在数量上已具优势——2007 至 2021 年申请量从 3155 件增至 31796 件，年均复合增长率 18.6%，约为全球增速 6.8% 的 2.7 倍，全球前 20 位申请人中中国占 16 席；但在结构上是"中游强、上游弱"，加工装备与系统集成专利密集，而高功率光栅、深紫外非线性晶体、飞秒种子源、EUV 光学、工业控制软件等上游基础专利仍由美日欧企业把控（来源：诚智知识产权、PatSnap Eureka，2025）。出海企业面临的许可与诉讼压力将随之上升。

对广东的具体含义：广东是激光产品出口大省，深圳、东莞的激光装备与光模块企业海外收入占比普遍较高，是最直接暴露在出口管制与专利风险下的群体。应对上，企业需要建立两件事——一是关键器件的双源供应与安全库存，二是出海前的自由实施（FTO）分析。政府层面可提供的公共产品是专利导航与风险预警服务，把分散在企业内部的合规成本转化为行业共享的基础设施。

5.2 风险提示

挑战是已经发生的，风险是可能发生的。本节识别三类风险，每一类都给出触发条件、影响链条、可跟踪的观测指标与应对预案，目的是让风险可以被监测、被提前响应，而不是等到发生后被动处置。

5.2.1 技术路线风险

技术路线风险是激光产业特有的风险类型，因为激光在很多应用场景中并非唯一技术方案，而是与其他方案竞争的方案。一旦竞争方案在成本或性能上取得突破，激光方案的市场空间会被压缩。

最主要的分歧发生在自动驾驶感知环节。当前智能驾驶感知存在两条路线：以摄像头为主的纯视觉方案，与融合激光雷达的多传感器方案。前者成本低、产业链成熟，依赖算法能力提升；后者在深度精度、逆光与夜间场景的鲁棒性上具有物理优势，代价是硬件成本与标定复杂度。部分整车企业在量产车型上选择了纯视觉方案，理由主要是成本与规模化交付的确定性。这一选择如果在其车型上被验证可行，并通过数据量与算法迭代形成正循环，将显著压低激光雷达在 15 万至 25 万元价格区间车型上的渗透率。

第二条分化发生在激光雷达内部。飞行时间（ToF）方案已实现大规模量产与成本下探，是当前主流；调频连续波（FMCW）相干测距方案把测距与测速合并，具备天然抗干扰能力与更好的速度分辨率，被视为下一代方向，但受限于激光器与探测器的成本、以及系统复杂度，量产时间仍不确定。若 FMCW 的工程化进度快于预期，现有 ToF 产线的投资将面临重置风险。

第三条分化在固态化路径内部。转镜、棱镜、MEMS、Flash、光学相控阵（OPA）五条技术路径各有拥趸，最终收敛到哪一条或哪几条，取决于可靠性验证结果与成本曲线的交叉点。PatSnap 的固态激光雷达专利景观显示，中国申请人约 30 件、日本约 25 件，架构覆盖 Flash VCSEL+SPAD、MEMS、FMCW、OPA 等多种方案，专利分布的高度分散本身就说明技术路线尚未收敛。

表 5-4　技术路线分化情景与影响

路线分歧	方案 A	方案 B	收敛信号	若 B 占优的影响
感知方案	激光雷达融合	纯视觉	15—25 万元车型的前装搭载率	车载雷达市场空间下修
测距原理	ToF	FMCW	车厂定点公告、BOM 成本披露	现有产线投资重置
扫描方式	转镜/棱镜/MEMS	Flash/OPA	量产良率与车规认证通过率	扫描部件供应商更替

可跟踪的观测指标有四项：一是在 15 万至 25 万元主力价格区间车型中，激光雷达的前装搭载率变化；二是头部车企新发布车型的感知配置公告；三是主要激光雷达厂商的季度出货量与单车平均售价（ASP）的交叉关系——若出货量增长而 ASP 稳定，说明需求扎实；若 ASP 快速下滑而出货量增速放缓，说明需求端承压；四是 FMCW 方案的公开定点与路测进展。

应对预案分企业层与政策层。企业层面，广东的整机与器件企业应避免在单一路线上过度集中产能，保留第二条技术路线的工程能力；器件企业则应向"多路线通用"的环节倾斜，例如探测器、光学元件、封装工艺在 ToF 与 FMCW 之间具有较高通用性。政策层面，地方政府在支持技术攻关时不宜指定单一路线，而应支持共性环节与测试验证能力，把路线选择交给市场。

5.2.2 市场渗透不及预期风险

市场渗透风险来自需求端的三个不确定性：智能驾驶的渗透节奏、价格与成本的赛跑、以及非车载新兴应用的规模化进度。

智能驾驶渗透节奏取决于法规与消费者接受度两个变量。2026 年起，组合驾驶辅助与自动驾驶相关的强制性国家标准陆续实施，包括 GB 44721—2026 等（具体标准名称与实施时间以国家标准化管理委员会发布为准），这些标准将抬高辅助驾驶系统的安全基线，客观上对传感器性能提出更高要求，是利好因素。但强制性标准的实施节奏与执行力度存在不确定性，若实施延后或豁免范围扩大，激光雷达的需求释放时点将相应推迟。

价格与成本的赛跑是更直接的风险。激光雷达单价已跌破 200 美元，出货量升至 2025 年约 324.84 万颗。价格下行的同时，上游器件、车规认证、产能投入的成本也在下降，但两者下降的斜率并不必然一致。一旦价格下降快于成本下降，企业毛利转负，研发投入被迫收缩，产品迭代速度随之放缓，形成负向循环。锐科激光上半年归母净利润同比增长 117.5% 显示价格战趋稳，但这是激光器环节的情况，激光雷达环节的盈利修复尚未得到公开数据确认。

第三类不确定性在非车载应用。人形机器人、服务机器人、清扫与割草机器人被普遍视为激光雷达的第二增长曲线，但这些市场的单机用量与放量节奏存在较大不确定性。若人形机器人的量产进度慢于预期，机器人用激光雷达的增量将不足以弥补车载市场的波动。

表 5-5　市场渗透风险清单

风险项	触发条件	影响链条	观测指标	应对预案
智驾渗透放缓	强制国标延后、L3 准入试点收紧	前装需求下修→产能闲置→价格战	季度前装装机量同比增速	拓展非车载应用、出海
价格降幅超过成本降幅	行业产能集中释放	毛利转负→研发收缩→迭代放缓	ASP 与出货量交叉关系	向高附加值环节延伸
新兴应用放量延迟	人形机器人量产不及预期	第二增长曲线落空	机器人厂商定点公告	保持多场景产品覆盖
下游行业资本开支收缩	新能源、光伏扩产放缓	装备订单下滑	下游行业设备投资增速	拓展存量改造与海外市场

对广东的含义：广东的激光雷达与激光装备企业在客户结构上集中度较高，一旦单一大客户的车型规划调整，冲击会直接传导至上游配套企业。分散客户结构、拓展海外市场，是降低这一风险的两个现实抓手。

5.2.3 政策法规变动风险

政策法规风险的特点是突发性强、影响范围广，且企业难以通过技术手段对冲。当前最值得关注的有四类。

第一类是出口管制与贸易政策。美国通过实体清单与出口管理条例对特定光电子技术实施限制，欧盟的两用物项出口管制框架亦在持续更新，相关规则调整频率

近年上升（来源：美国商务部工业与安全局、欧盟委员会公开文件，2023—2026）。触发条件是管制清单扩容或许可要求升级，影响链条是高端器件与仪表采购受限、交期延长、出口产品合规成本上升。观测指标包括管制清单的更新公告、许可审批时长、以及海关对相关品类的查验强度。

第二类是标准与认证要求升级。激光产品安全基础标准 GB/T 7247.1—2024 于 2024 年 9 月发布、2025 年 4 月实施，等同采用 IEC 60825-1:2014，替代 2012 版，对激光产品的分类、标识与防护提出新要求（来源：国家标准化管理委员会，2024）。车载激光雷达领域，GB/T 45500—2025《车载激光雷达性能要求及试验方法》已发布，规范测程、精度与可靠性要求（来源：国家标准化管理委员会，2025）。标准升级的直接影响是产品需要重新认证、产线需要调整，中小企业的一次性合规成本可能占到年度研发预算的相当比例。

第三类是数据合规。激光雷达采集的点云数据具有空间信息属性，涉及测绘地理信息与数据安全相关法规的约束。智能网联汽车企业在数据回传、存储与出境环节的合规要求持续细化，若相关要求进一步收紧，将影响依赖数据闭环迭代的算法与产品开发模式。

第四类是医疗器械监管。医美与治疗类激光设备属于医疗器械，受国家药监局分类目录与创新医疗器械特别审查程序约束。若分类目录调整导致某类产品监管等级上调，注册周期与临床要求将同步提高，对企业的取证规划构成冲击。

表 5-6　法规变动时间表与影响对照

法规/标准	发布单位	时间节点	主要影响环节	企业应对
GB/T 7247.1—2024 激光安全	国家标管委	2024 年 9 月发布，2025 年 4 月实施	全部激光产品	重新分类与标识、更新说明书
GB/T 45500—2025 车载激光雷达	国家标管委	2025 年发布	车载激光雷达	按标准完成性能与可靠性试验
两用物项出口管制框架	欧盟	持续更新	出口型光电子企业	建立出口合规审查流程
出口管理条例与实体清单	美国 BIS	持续更新	进口高端器件企业	双源供应、国产替代评估

医疗器械分类目录调整	国家药监局	动态调整	医疗激光设备企业	提前规划注册路径

应对预案上，企业能做的主要是三件事：建立法规跟踪机制，把标准更新纳入产品开发流程的前置环节；对出口业务建立合规审查清单，明确管制物项与技术成分的边界；对进口依赖度高的器件建立双源与安全库存。政府能提供的公共产品包括：组织标准的宣贯与培训、建设面向中小企业的检测认证公共服务平台、以及在出口管制变化时及时发布行业预警与替代方案指引。

5.3 对广东省激光产业发展的策略建议

基于前五章的判断，本节提出四条建议。每条建议按"现状判断—目标—具体抓手—责任主体—时间节点—评估指标"组织，可直接分解到年度工作计划。四条建议之间并非并列关系：技术攻关解决"有没有"，融合应用解决"用不用得好"，产业生态解决"能不能持续"，国际合作解决"能不能走出去"。

5.3.1 强化核心技术攻关，布局 FMCW 等前沿技术

现状判断：广东激光产业的优势在装备集成与下游应用，劣势在上游核心器件。光纤激光器的国产化率已达 86.2%，但高功率光栅、掺镱大模场光纤、飞秒振荡器种子源、深紫外镀膜等环节仍高度依赖进口（来源：《2025 中国激光产业发展报告》，2025）。超快激光国产化率行业估算不足 20%，高端半导体激光芯片仍处攻坚期，长光华芯 2024 年营收 2.73 亿元仍处净亏状态，反映高功率芯片的商业化尚未走通（来源：公司年报，2025）。若不改变这一结构，广东的产业规模优势将长期停留在"组装与应用"层面，附加值分配受制于人。

目标：在三年内把激光核心器件环节的本地配套率提升 10 个百分点以上，在 FMCW 相干测距、SPAD/SiPM 探测器、高功率光栅、深紫外镀膜四个方向形成可验证的国产方案。

具体抓手分五个方向。第一，FMCW 相干测距技术。支持省内整机企业与高校院所组建联合体，围绕窄线宽激光器、相干接收光路、信号处理算法三个子模块分工攻关，采取"揭榜挂帅"方式确定牵头单位，分阶段设置技术指标。该方向目前全球均处于工程化早期，是广东实现并跑甚至领跑的少数窗口之一。第二，

SPAD/SiPM 探测器。这类探测器在 ToF 与 FMCW 方案中通用，是路线风险最低的投资方向，可依托广东在 CMOS 与半导体封测上的既有基础推进。第三，高功率光纤光栅与掺镱大模场光纤。这是光纤激光器功率提升的瓶颈环节，建议以省内激光器企业与光纤企业结对的方式推进，目标是把 10 kW 以上产品的关键材料国产化率提升至 90% 以上。第四，深紫外非线性晶体与高端镀膜。中国在 LBO、BBO 晶体上具有全球约 70% 的份额（来源：福晶科技年报，2025），短板在镀膜工艺与设备，建议支持晶体企业与光学镀膜企业共建中试线。第五，激光控制软件与工艺算法。这一环节的替代难度低于硬件，且能快速形成差异化，适合由省内软件企业与装备企业联合开发。

表 5-7　核心技术攻关清单

技术方向	当前差距	攻关路径	建议支持方式	责任主体	时限
FMCW 相干测距	工程化早期，国内外差距较小	揭榜挂帅、整机+院所联合体	省重点领域研发计划立项	省科技厅	3 年
SPAD/SiPM 探测器	依赖进口，国产处于验证期	芯片设计+封测协同	专项补助+首购首用	省科技厅、地市	2—3 年
高功率光纤光栅	高度依赖进口	激光器企业与光纤企业结对	产业链协同专项	省工信厅	3 年
深紫外晶体与镀膜	晶体强、镀膜弱	共建中试线	平台建设补助	省工信厅、园区	2—3 年
控制软件与工艺算法	依赖进口软件	软硬联合开发	软件首版次补助	省工信厅	2 年

责任主体方面，省科技厅负责研发计划立项与揭榜挂帅组织，省工信厅负责产业链协同与首台套、首版次通道对接，地市与园区负责落地配套与场地保障。国家层面可对接的通道包括国家重点研发计划"增材制造与激光制造"重点专项（2024 年度国拨经费约 3.54 亿元、部署 38 个任务）与工信部产业基础再造相关专项（来源：科学技术部，2024）。

评估指标建议设四项：核心器件本地配套率年度变化、攻关项目的样机验证通过率、国产器件在省内整机厂的导入数量、以及攻关成果的专利申请与标准参与情况。评估周期按年度进行，未达标项目调整支持力度或终止。

5.3.2 推动"激光+"跨行业融合应用示范

现状判断：广东拥有全国最完整的制造业门类与最大的应用场景存量，但激光技术的应用渗透并不均衡。在 3C、新能源电池等领域渗透较深，在船舶、钢结构、建材、家电、食品、纺织等领域渗透较浅；在新增产线上应用较多，在存量产线的改造上应用较少。应用示范的缺口在于：中小企业买不起、不敢用、不会用——买不起是因为首台套设备价格高，不敢用是因为缺乏本地验证案例，不会用是因为缺少工艺人才。

目标：三年内建设 20 个以上"激光+"应用示范线，覆盖至少六个行业，形成可复制的工艺包与投资回报测算模型。

抓手一：场景清单与揭榜。由省工信厅会同行业协会发布"激光+"应用场景清单，明确场景、工艺要求、预期效果与牵头单位，采取"场景发布—企业揭榜—联合验证—成果推广"的流程。推荐优先场景包括：新能源电池极耳切割与密封钉焊、动力电池模组与 Pack 焊接、3C 结构件精密加工与玻璃/蓝宝石切割、光伏电池激光掺杂与划片、半导体先进封装钻孔与隐形切割、汽车白车身与一体化压铸件焊接、船舶与钢结构厚板切割、家电钣金柔性加工、医疗器械精密加工。每个场景建成后公开工艺参数区间与投资回收期测算，供中小企业参考。

抓手二：首台套与保险补偿通道。工信部等部门 2024 年印发的首台（套）重大技术装备保险补偿政策，对符合条件的装备投保给予保费补助，首年补助比例不超过 80%（来源：工信部联重装〔2024〕89 号）。建议省级层面配套建立激光装备首台套目录推荐机制，把省内企业的大型激光焊接、切割、增材制造装备纳入推荐范围，并简化申报流程。

抓手三：公共服务平台。建设面向中小企业的激光加工公共服务中心，配备主流机型与检测设备，提供工艺试制、样品打样、人员培训三项服务，按成本价或补贴价开放。这类平台的价值在于把"不敢用"转化为"先试再买"，武汉、苏州等地已有类似实践。

抓手四：存量产线改造补贴。广东制造业的存量设备规模庞大，把激光工艺导入存量产线的边际成本低于新建产线。建议在省级技改资金中单列激光工艺改造方向，按设备投资额给予事后奖补或贷款贴息。

表 5-8 "激光+"应用示范场景清单

场景	工艺内容	牵头单位建议	预期效果	优先级
新能源电池	极耳切割、密封钉焊、电芯清洗	电池企业与装备企业结对	节拍与良率提升	高
3C 精密加工	结构件切割、玻璃与蓝宝石加工	3C 制造企业	精度与一致性提升	高
光伏	激光掺杂、划片、焊接	光伏企业与设备企业	转换效率提升	中高
半导体封装	钻孔、隐形切割、RDL	封测企业与设备企业	替代进口工艺	高
汽车与船舶	白车身焊接、厚板切割	整车厂、船厂	替代传统焊接与等离子切割	中
医疗器械	支架切割、精密焊接	医疗器械企业	满足注册工艺要求	中
家电与五金	柔性钣金加工	家电企业	换型时间缩短	中

时间节点上，建议第一年完成场景清单发布与首批 6 条示范线建设，第二年扩展到 12 条并完成工艺包公开，第三年达到 20 条以上并形成常态化申报机制。评估指标包括示范线数量与行业覆盖度、示范线的投资回收期中位数、中小企业采用率、以及因示范带动的设备采购额。

对广东而言，这一条建议的意义在于把产业政策的着力点从"支持供给"转向"激活需求"。广东的优势恰恰是需求侧——制造业门类齐全、企业数量多、改造意愿强。把需求组织起来，比单纯补贴供给侧更有效。

5.3.3 优化产业生态，支持龙头企业与专精特新"小巨人"

现状判断：广东激光产业的规模全国第一，但产业结构呈"两端强、中间弱"的形态——下游应用与整机集成强，上游器件与材料弱，中间的配套服务体系（检测

认证、中试、可靠性试验、专利导航）也不完善。企业层面，大族激光 2025 年营收 187.59 亿元、归母净利润 11.90 亿元（来源：公司年报，2025），是省内唯一的百亿级激光企业，第二梯队与龙头之间差距明显。中小企业方面，省内从事光学元件、振镜、晶体、精密结构件的企业数量不少，但多数未进入专精特新培育体系，政策资源获取能力弱。

目标：三年内培育 3—5 家营收超 50 亿元的龙头企业，新增 30 家以上激光产业链专精特新"小巨人"企业，建成 2—3 个激光领域公共服务平台。

抓手一：龙头企业培育。对营收已达 10 亿元以上、具备整机或核心器件能力的企业，采取"一企一策"支持：在用地、产能扩张、研发总部建设上给予优先保障，支持其通过并购整合补齐技术与渠道短板。海目星收购德国 Xteg、长飞光纤并购奔腾激光等案例表明，并购是快速获取海外技术与客户资源的有效路径（来源：企业公告，2025），省级层面可对这类并购提供融资支持与合规服务。

抓手二：专精特新梯度培育。工信部已建立"创新型中小企业—专精特新中小企业—专精特新'小巨人'企业—制造业单项冠军"四级培育体系，2025 年开展第七批"小巨人"培育工作（工信厅企业函〔2025〕190 号，来源：工业和信息化部，2025）。建议省级与地市工信部门建立激光产业链企业清单，按环节梳理出光学元件、振镜与扫描、晶体材料、精密结构件、封装测试、工艺软件等细分方向，逐户动员申报，并提供申报辅导。这项工作投入小、见效快，是提升产业组织度的直接手段。

抓手三：供应链地图与招商清单。建议由省工信厅或行业协会牵头绘制广东省激光产业链供应链地图，标注每个环节的本地企业、产能、技术水平与缺口，识别"有企业但能力不足"与"完全空白"两类缺口，据此形成招商目标企业清单。参照苏州太湖光子中心"高光 20 条"、武汉光谷激光集群专项等外地做法，广东可对清单内企业落地给予差异化支持（来源：苏州市政府、武汉东湖高新区公开文件）。

抓手四：公共服务平台。重点建设三类：一是检测认证平台，覆盖激光安全（GB/T 7247.1—2024）、车载激光雷达性能（GB/T 45500—2025）、车规可靠性等测试能力，避免中小企业重复投入；二是中试与可靠性试验平台，面向器件与材料企业提供老化、环境、振动试验服务；三是专利导航与风险预警平台，常态化发布

重点技术分支的专利态势与 337 调查等案件预警。武汉光谷正在争创激光国家级标准验证点，广东应在深圳或东莞布局相应的检测能力，避免在标准与认证话语权上落后。

表 5-9　产业生态培育举措与责任分工

举措	具体内容	责任主体	时间节点	评估指标
龙头企业培育	一企一策、并购支持	省工信厅、地市政府	持续推进	营收超 50 亿元企业数量
专精特新梯度培育	建立清单、动员申报、申报辅导	省工信厅、地市工信部门	每年一批	新增"小巨人"企业数量
供应链地图	绘制产业链图谱、识别缺口	省工信厅、行业协会	第 1 年完成	地图覆盖企业数与缺口清单
检测认证平台	激光安全、车规、可靠性测试	省市场监管局、地市	2—3 年	服务企业数量与检测项数
专利导航平台	专利态势与风险预警	省市场监管局（知识产权）	2 年	预警发布频次与企业采纳数

需要提醒的是，产业生态的培育要避免两个误区。一是避免按规模而非按环节给政策——真正需要支持的是产业链上的关键缺失环节，而非规模最大的企业。二是避免把园区建设等同于生态建设。广东已有 69 个在建或运营的激光类园区、总投资约 678.8 亿元（来源：广东省激光行业协会，2025），园区数量不是瓶颈，园区之间的分工协同与公共服务能力才是。

5.3.4 加强国际合作与出海布局，提升全球竞争力

现状判断：中国激光产业的出海已经从整机出口进入产能出海阶段。2024 年中国激光加工设备出口 19.89 亿美元、进口 5.66 亿美元，激光切割设备出口 141.6 亿元、出口量 61.4 万台（来源：中国海关，2025）。企业的出海方式也在变化：嘉泰激光在 2024 年完成 5000 万元战略融资的同时设立土耳其子公司，海外收入占比超过 20%（来源：激光制造网，2025）；海目星通过收购德国 Xteg 获取欧洲技术与渠道。广东作为出口大省，在这一轮出海中处于有利位置，但合规能力与国际认证体系的短板正在显现。

目标：三年内广东激光产品出口额年均增速保持两位数，形成 5 家以上具备海外本地化服务能力的标杆企业，建成面向出口企业的合规服务平台。

抓手一：目标市场分层。欧洲市场门槛高但价格承受力强，重点突破 CE 认证与碳足迹要求；东南亚与南亚市场规模增长快、价格敏感，适合中端装备出口并配套本地服务；中东与拉美市场处于工业化与基建投入期，对切割、焊接装备需求明确。建议按市场分层编制出口指引，明确各市场的认证要求、关税水平、主要竞争对手与渠道模式。

抓手二：合规能力建设。欧盟两用物项出口管制框架与美国出口管理条例的更新频率上升，出口企业面临的合规审查成本显著提高（来源：欧盟委员会、美国 BIS 公开文件，2023—2026）。建议由商务部门会同行业协会建立出口合规服务平台，提供管制物项查询、技术成分判定、目的地国要求说明三项服务，并定期组织培训。对中小企业而言，这类公共服务的价值高于直接补贴。

抓手三：国际认证与标准参与。激光产品的安全与电磁兼容认证是进入欧洲市场的硬性门槛，认证费用对中小企业构成压力。建议对首次取得 CE、FDA 等国际认证的企业给予费用补助，并支持省内企业参与 IEC、ISO 等国际标准组织的相关技术委员会工作。中国在光纤激光器能效分级、激光安全等标准上已取得进展，标准话语权的提升能降低整个行业的出海成本。

抓手四：海外本地化服务网络。激光装备的竞争力不仅在于设备本身，也在于交付后的工艺支持与备件供应。建议支持龙头企业在重点市场设立服务中心或与当地代理商建立备件库，把服务能力做成竞争壁垒。

表 5-10　出海目标市场与合规要求

目标市场	需求特征	主要门槛	建议进入方式	风险提示
欧洲	高端装备、价格承受力强	CE 认证、碳足迹、两用物项管制	并购+本地服务中心	管制合规成本高
东南亚、南亚	中端装备、价格敏感	关税、本地认证	出口+代理服务	汇率与回款风险
中东、拉美	切割焊接装备需求明确	认证要求相对宽松	出口+项目承包	政治与汇率风险

北美	高端与特种装备	出口管制严格	谨慎评估，合规优先	管制与制裁风险高

评估指标建议设四项：激光产品出口额与增速、取得国际认证的企业数量、海外服务中心数量、以及出口合规培训的覆盖企业数。需要特别强调的是，出海不是规避国内价格战的出路——海外市场同样存在激烈竞争，且合规与服务的隐性成本更高。真正能把出海做成第二增长曲线的，是那些在国内市场已经完成工艺积累与服务体系建设的企业。

附录

附录一：广东省主要激光相关企业名录（部分）

下列名录按产业链环节归类，收录注册地或主要生产基地位于广东省的企业与机构。所列信息以公开披露为准，未公开披露的财务数据不作推算；部分企业的主营环节存在交叉，按其主要业务归类。名录为部分列举，不构成完整清单。

附表 1　激光装备与系统集成

企业	所在地	主要业务	证券代码/备注
大族激光科技产业集团	深圳	激光加工装备、大功率切割焊接、锂电设备	002008
深圳市杰普特光电	深圳	脉冲光纤激光器、激光/光学智能装备	688025
深圳市联赢激光	深圳	激光焊接装备，动力电池焊接为主	688518
深圳市海目星激光	深圳	锂电、光伏激光及自动化装备	688559
深圳光韵达光电	深圳	激光精密加工服务、SMT 激光模板	300227
广东正业科技	东莞	精密检测与激光加工装备	300410
广东利元亨智能装备	惠州	智能装备与锂电设备（含激光工艺）	688499

附表 2　激光器、核心器件与光学元件

企业	所在地	主要业务	证券代码/备注
珠海光库科技	珠海	光纤激光器件、光通信器件、隔离器	300620
深圳太辰光通信	深圳	光通信陶瓷插芯、光纤连接器	300570
昂纳科技集团	深圳	光通信器件、光纤激光器部件	0877.HK
东莞铭普光磁	东莞	通信磁性器件与光模块相关业务	002902

深圳市光恒科技	深圳	激光光学元件与器件	未上市
深圳市灵明光子	深圳	SPAD 探测器与激光雷达接收芯片	未上市（据公开信息）
深圳市密尔医疗科技	深圳	激光医疗器械与核心模块	未上市

附表 3　激光雷达与感知

企业	所在地	主要业务	证券代码/备注
速腾聚创（RoboSense）	深圳	车载与机器人激光雷达	2498.HK
华为技术有限公司	深圳	车载激光雷达、光通信与光芯片	未上市
深圳市镭神智能	深圳	激光雷达与特种激光装备	未上市（据公开信息）
中兴通讯	深圳	光通信与光模块	000063

附表 4　半导体与检测设备中的激光应用

企业	所在地	主要业务	证券代码/备注
深圳中科飞测	深圳	半导体量检测设备（含光学检测技术）	688361
深圳市大族封测（原大族光电）	深圳	半导体封装设备	大族激光体系内

附表 5　主要高校、院所与创新平台

机构	所在地	与激光相关的方向
华南理工大学物理与光电学院	广州	光电信息、激光原理、发光材料与器件
深圳大学物理与光电工程学院	深圳	光学工程、光纤传感与激光、集成光子学
中山大学	广州、深圳	光学、材料与精密仪器
南方科技大学	深圳	光子学与材料
哈尔滨工业大学（深圳）	深圳	机器人、自动控制与传感
中国科学院深圳先进技术研究院	深圳	光电材料、生物医学光学

广东省科学院	广州	智能制造与材料
鹏城实验室	深圳	网络通信与光通信
松山湖材料实验室	东莞	材料与器件中试

注：上述名录依据公开资料整理，企业注册地与业务范围以工商登记与企业最新公告为准。

附录二：2023—2025 年激光产业重要政策法规汇编

附表 6　国家级政策与专项

名称	发文单位	时间	与激光产业的关系
《"十四五"智能制造发展规划》	工信部等	2021	将激光加工装备列为智能制造装备重点
《"十四五"原材料工业发展规划》	工信部、科技部、自然资源部	2021	高性能激光晶体、非线性光学晶体、特种光纤列入关键材料
《基础电子元器件产业发展行动计划（2021—2023 年）》	工信部	2021	高功率激光器、高速光通信器件列为突破重点
国家重点研发计划"增材制造与激光制造"重点专项	科技部	2024、2025 年度指南	2024 年度国拨经费约 3.54 亿元、部署 38 个任务
《关于进一步完善首台（套）重大技术装备首批次新材料保险补偿政策的意见》（工信部联重装〔2024〕89 号）	工信部、财政部、金融监管总局等	2024	大型激光加工装备可纳入，保费补助首年不超过 80%
《关于开展第七批专精特新"小巨人"企业培育工作的通知》（工信厅企业函〔2025〕190 号）	工信部	2025	激光配套中小企业可申报梯度培育
《制造业高端化智能化绿色化发展行动计划（2025—2027 年）》	工信部等	2025	涉及激光相关产业规模与龙头企业培育目标

附表 7　标准与规范

标准号	名称	发布/实施时间	适用范围
GB/T 7247.1—2024	激光产品的安全 第 1 部分：设备分类、要求	2024 年 9 月发布，2025 年 4 月实施	激光产品分类、标识与防护（等同 IEC 60825-1:2014）
GB/T 45500—2025	车载激光雷达性能要求及试验方法	2025 年发布	车载激光雷达测程、精度与可靠性
GB 44721—2026 等	组合驾驶辅助与自动驾驶相关强制性国标	2026 年起实施（以官方发布为准）	智能驾驶系统安全基线
AEC-Q102	车用光电半导体器件可靠性标准	持续更新	车载激光雷达用激光器与探测器
ISO 26262	道路车辆功能安全	持续更新	车载系统功能安全

附表 8　广东省及地市相关政策

名称	发文单位	时间	支持方式
广东省战略性新兴产业集群行动计划（激光与增材制造）	广东省政府	2020 年起实施	集群培育、项目与平台支持
深圳市激光与增材制造产业集群行动计划	深圳市工信局	2022—2025	重点项目资助，最高 1500 万元
宝安区激光与增材制造配套扶持措施	深圳市宝安区	2022 起	区级配套，单企最高 4500 万元
深圳市"20+8"产业集群相关政策	深圳市政府	2022 起	基金、空间、平台、人才组合支持
《广东省人工智能赋能制造业高质量发展行动方案（2025—2027 年）》	广东省政府相关部门	2025	推动智能装备与工艺软件应用
广东省制造业数字化转型系列政策	广东省工信厅	持续实施	技改奖补、贷款贴息、标杆示范

附表 9　国际政策与管制动态

名称	发布方	时间	影响
《CHIPS 与科学法案》	美国	2022	强化半导体与光子制造本土供应链

Horizon Europe 框架计划	欧盟	2021—2027	光子学列为关键使能技术予以资助
两用物项出口管制框架更新	欧盟	持续更新	影响激光与光电子产品出口合规
出口管理条例与实体清单	美国商务部 BIS	持续更新	影响高端器件与仪表采购
日本 NEDO 光子与量子计划	日本 NEDO、文部科学省	持续实施	布局光子与量子光技术

附录三：术语解释

光纤激光器：以掺稀土元素光纤为增益介质的激光器，具有光束质量好、散热效率高、结构紧凑的特点，是当前工业加工的主力光源。按功率可分为低功率（1 kW 以下）、中功率（1—6 kW）、高功率（6—10 kW）与超高功率（10 kW 以上）。

超快激光：脉冲宽度在皮秒（10^{-12} 秒）或飞秒（10^{-15} 秒）量级的激光器。由于脉冲作用时间短于材料热扩散时间，可实现"冷加工"，热影响区极小，适用于精密加工、医疗与科研。

VCSEL（垂直腔面发射激光器）：发光方向垂直于芯片表面的半导体激光器，易于二维阵列集成、温漂小、成本低，多用于车载激光雷达、3D 传感与短距光通信。

EEL（边发射激光器）：发光方向平行于芯片表面的半导体激光器，功率密度高于 VCSEL，适用于远距离照明与泵浦源。

SPAD / SiPM：单光子雪崩二极管与其阵列化形式（硅光电倍增管），具备单光子级灵敏度，是激光雷达接收端的核心探测器。

ToF（飞行时间法）：通过测量光脉冲往返时间计算距离的测距方式，是当前车载激光雷达的主流方案。

FMCW（调频连续波）：通过发射频率调制的连续光并比对回波频率差实现测距与测速的相干方案，抗干扰能力强，被视为下一代方向。

OPA（光学相控阵）：通过调控阵列单元相位实现光束偏转的无机械扫描方案，是固态激光雷达的重要技术路径之一。

MEMS 微振镜：基于微机电系统的微小反射镜，用于激光雷达的扫描机构，体积小、成本低，可靠性与扫描角度是主要限制。

CPO（共封装光学）：将光引擎与交换芯片封装在同一基板上的光互连方案，可显著降低功耗与延迟，是数据中心高速互连的演进方向。

硅光（硅光子学、PIC）：在硅晶圆上集成波导、调制器、探测器等光学元件的技术，利用 CMOS 工艺实现低成本、高密度光集成。

EML / DFB：电吸收调制激光器与分布式反馈激光器，是中长距光通信的主要光源类型。

AEC-Q102：汽车电子委员会制定的光电半导体器件可靠性认证标准，车载激光雷达用激光器与探测器通常需通过该项认证。

首台（套）重大技术装备：国内首次实现重大技术突破、拥有自主知识产权、尚未取得规模化市场业绩的装备产品，可享受保险补偿等政策支持。

专精特新"小巨人"：工信部梯度培育体系中专注于细分市场、创新能力强、市场占有率高、掌握关键技术的中小企业，位于"创新型中小企业—专精特新中小企业—'小巨人'—制造业单项冠军"四级体系的第三级。

增材制造（3D 打印）：以逐层堆积方式制造零件的技术，激光粉末床熔融（LPBF）是金属增材制造的主流工艺之一。

隐形切割：将激光聚焦于晶圆内部形成改性层后通过扩膜裂片的工艺，切口无材料损耗、无粉尘，用于半导体与脆性材料加工。

非线性光学晶体：用于激光频率变换（倍频、和频等）的晶体材料，常见有 LBO、BBO、KTP、KBBF 等，中国在该领域具备全球领先份额。

国产化率：国产产品在本国市场销量或销售额中所占比例。本白皮书在使用时均注明统计口径与年份，不同口径之间不可直接比较。

337 调查：美国国际贸易委员会依据《1930 年关税法》第 337 条对进口产品侵犯美国知识产权的行为进行的调查，可导致排除令或禁止令。

两用物项：既可用于民用也可用于军事或大规模杀伤性武器开发的产品、技术与服务，多数国家对其实行出口许可管理。

参考文献与数据来源说明

中国光学学会：《2025 中国激光产业发展报告》，2025 年。

中国光学光电子行业协会激光分会：行业统计数据，2024—2025 年。

广东省激光行业协会：广东省激光产业统计与企业名录，2025 年。

中商产业研究院：《2026 中国激光产业发展白皮书》及公开摘要，2025 年。

工业和信息化部：《制造业高端化智能化绿色化发展行动计划（2025—2027 年）》，2025 年。

工业和信息化部、财政部、金融监管总局等：《关于进一步完善首台（套）重大技术装备首批次新材料保险补偿政策的意见》（工信部联重装〔2024〕89 号），2024 年。

工业和信息化部办公厅：《关于开展第七批专精特新“小巨人”企业培育工作的通知》（工信厅企业函〔2025〕190 号），2025 年。

科学技术部：国家重点研发计划“增材制造与激光制造”重点专项 2024、2025 年度项目申报指南。

国家标准化管理委员会：GB/T 7247.1—2024《激光产品的安全 第 1 部分：设备分类、要求》；GB/T 45500—2025《车载激光雷达性能要求及试验方法》。

湖北省经济和信息化厅、武汉东湖新技术开发区（中国光谷）：激光产业相关政策与统计，2022—2025 年。

深圳市工业和信息化局：激光与增材制造产业集群行动计划及配套政策，2022—2025 年。

高工智能汽车、盖世汽车研究院：车载激光雷达装机量与供应商份额统计，2025 年。

诚智知识产权、PatSnap Eureka：激光专利态势分析报告，2025 年。

中国海关总署：激光加工设备及元器件进出口统计数据，2025 年。

上市公司定期报告与公告：大族激光（002008）、锐科激光（300747）、华工科技（000988）、杰普特（688025）、海目星（688559）、帝尔激光（300776）、联赢激光（688518）、长光华芯（688048）、炬光科技（688167）、福晶科技（002222）、光库科技（300620）、中科飞测（688361）、速腾聚创（2498.HK）、IPG Photonics（IPGP）、Coherent（COHR）等，2024—2025 年。

Optica、SPIE、Laser Focus World、Optics.org、《Nature Photonics》等国际期刊与行业媒体公开报道，2024—2025 年。

欧洲委员会（Horizon Europe、Photonics21）、美国商务部工业与安全局（BIS）、日本 NEDO：光子与激光相关政策文件，2021—2025 年。