

强于大市

公司名称	股票代码	股价	评级
水晶光电	002273.SZ	人民币 19.65	买入
隆利科技	300752.SZ	人民币 20.32	买入
瑞芯微	603893.SH	人民币 154.10	增持

资料来源: Wind, 中银证券

以 2025 年 7 月 14 日当地货币收市价为标准

AI 端侧深度之智能驾驶（上）

技术范式迭代打开性能上限，竞争、监管、应用加速高阶智驾落地

在大模型引领的技术潮流下，AI 能力加速赋能各类硬件终端，与一般硬件终端应用 AI 能力的方式不同，智能驾驶将 AI 能力应用于改变物理世界。当前正值高阶智能驾驶商业落地的关键时点，为探讨这一投资机遇，本报告从底层技术变迁和商业落地这两方面，分析智能驾驶的产业趋势和影响。我们认为，随着智驾技术范式快速迭代、中国车企竞争策略驱动，智能驾驶有望成为物理 AI 率先落地的场景，带动产业链企业的投资机遇。

支撑评级的要点

- **智驾有望成为物理 AI 率先落地的场景。**国内车企的竞争焦点从比较“开城”数量、到实现“全国都能开”，智驾功能不断升级，通用的智能驾驶可使用范围和时段不断增长。经过一年之后，现在智能驾驶功能竞争有了新变化：城区 NOA 和车位到车位成了新的竞争点，未来高阶智驾有望加速渗透。但高阶智驾（L3 及以上）落地同时面临责任认定的难点。总体而言，因成熟度、需求量、政策支持力度等因素，智驾有望成为物理 AI 率先落地的场景。
- **技术范式迭代为高阶智驾奠定基础。**本轮智驾水平升级的核心驱动力源于技术范式的转变。端到端架构具备数据驱动/全局优化优势，替代模块化架构成为主流；其背后的智驾系统训练方法迭代更为重要，从传统的规则驱动走向数据驱动，并进一步向知识驱动迭代，技术范式的转换不断提高智驾系统的泛化性能上限。通过理想汽车和小马智行的案例，我们认为强泛化能力的智驾技术范式已有了方案。技术范式迭代一方面加速高阶智驾落地速度，同时也变更了行业竞争壁垒，传统主机厂的竞争优势不在，具备算力、数据、模型的新型智驾厂商或将脱颖而出。
- **车企竞争、监管政策、商业应用同时推动高级智驾发展，L3 级乘用车落地在即、L4 级商用车初现曙光。**商业竞争驱动智驾平权和升规同步推进，比亚迪等车企推动智驾下放至 10 万元车型，加速高阶智驾普及；同时领先 OEM 亦积极拓展性能上限，我们认为技术初步成熟，静待 L3 级智驾上路。政策方面，全球智驾政策从试点转向推广应用，国内首次放开 L3 级乘用车上路，全国各地区 L4 级无人驾驶运营用车的试点区域不断扩大，为高阶智驾商业落地铺平道路。应用方面，ToC 的乘用车智驾商业模式相对成熟，买断制&订阅制模式定价完善，但近期面临免费模式的竞争，而 ToB 的运营车智驾商业模式，受硬件/运营成本大降，商业模式初步跑通。总体而言，竞争、政策和商业模式都驱动高阶智驾行至拐点，落地加速。

投资建议

- 技术范式转变提升汽车智能化上限，竞争策略、监管政策与商业闭环跑通，加速汽车行业变革，带来较大的投资机遇。
- 我们认为，中国汽车零部件和布局汽车业务的消费电子企业为代表的供应链，将深度受益高阶智驾的渗透率提升趋势，核心受益环节包括车载 SoC、传感器、线控底盘、通信传输及座舱显示器件。建议关注地平线机器人-W、黑芝麻智能、瑞芯微、禾赛科技、速腾聚创、宇瞳光学、舜宇光学科技、敏芯股份、电连技术、立讯精密、龙迅股份、国科微、裕太微-U、伯特利、耐世特、万朗磁塑、水晶光电、华阳集团、隆利科技。

评级面临的主要风险

- 智驾技术落地速度不及预期；政策支持力度不及预期；智驾商业化遇瓶颈；智驾意外事故风险。

相关研究报告

《AI 端侧深度报告之 AR 眼镜》20240902

《AI 端侧深度报告之 AI PC》20240618

《AI 端侧深度报告之 AI 手机》20240607

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格
电子

证券分析师：苏凌瑶

lingyao.su@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号：S1300522080003

联系人：周世辉

shihui.zhou@bocichina.com

一般证券业务证书编号：S1300123050013

联系人：茅珈恺

jiakai.mao@bocichina.com

一般证券业务证书编号：S1300123050016

目录

智能驾驶是物理 AI 率先实现的场景，发展节奏迎加速	5
智能驾驶可提供“解放精力、减少事故”的价值，城区 NOA 有望加速渗透	5
因成熟度、需求量、政策支持力度等因素，智驾有望成为物理 AI 率先落地的场景	7
高阶智驾落地面临挑战：责任认定成为主要难点	8
技术篇：技术范式演进为高阶智驾奠定基础，行业壁垒急剧切换 ...	9
架构升级：端到端架构具备数据驱动/全局优化优势，替代模块化架构成为主流	9
范式演进：从规则驱动走向数据驱动/知识驱动，数据/算力/模型成为车企竞争壁垒	13
未来展望：世界模型+纯强化学习或成 L4 级智驾的方案，竞争壁垒或变成世界模型精度	18
案例：从理想 MINDVLA 模型架构、训推过程看智驾技术落地的最近进展	21
商业篇：竞争、监管、应用同时加速，L3 落地在即、L4 初现曙光	26
商业竞争：智驾成为车企品牌的核心差异化，平权和升规同时加速渗透	26
政策监管：全球智驾政策从试点转向推广应用，国内首次放开 L3 级乘用车上路	28
应用落地：L3 级智驾商业模式逐渐成熟，L4 级 ROBOX 落地节奏加快	31
投资建议：	33
水晶光电	35
隆利科技	44
瑞芯微	52

图表目录

图表 1.智能驾驶等级与划分要素的关系	5
图表 2. 2024 年中国分智驾等级车型销量结构	5
图表 3.智能驾驶功能迭代路径	6
图表 4. 2022-2030E 中国不同等级自动驾驶渗透率	7
图表 5. 2022-2030E 中国不同等级智能驾驶市场规模	7
图表 6.英伟达的物理 AI 蓝图	7
图表 7.规则驱动/数据驱动/知识驱动范式的差异	9
图表 8.典型的基于规则的自动驾驶架构——Apollo 3.0	10
图表 9. 端到端架构与传统架构的对比	11
图表 10. FSDv12 后，特斯拉无接管行驶距离大幅提升	11
图表 11. FSDv12 后，特斯拉无接管行程次数占比大幅提升	11
图表 12.端到端自动驾驶架构的不同阶段	13
图表 13. Rule-based 智驾系统的架构示例图	14
图表 14.模仿学习与强化学习的差异	15
图表 15.主要主机厂在数据、算力领域的布局	16
图表 16.广义的知识驱动的自动驾驶框架	17
图表 17.英伟达 COSMOS 世界模型生成的不同驾驶场景示例	18
图表 18.小马智行发布第七代 Robotaxi 智驾车型	19
图表 19.小马世界模型 PonyWorld 和虚拟司机 Virtual Driver	20
图表 20.理想端到端+VLM 双系统架构展示	21
图表 21.理想端到端+VLM 双系统运行案例展示	21
图表 22.理想 MindVLA 架构展示	22
图表 23.理想 MindVLA 训练与推理的四个阶段	23
图表 24.理想 MindVLA 第一阶段：VL 基座预训练	24
图表 25.理想 MindVLA 第二阶段：辅助驾驶后训练	24
图表 26.理想 MindVLA 第三阶段：辅助驾驶强化学习	24
图表 27.理想 MindVLA 第四阶段：司机智能体训练	24
图表 28.比亚迪海洋系列将智驾车型价格下沉至最低 6.98 万元	26
图表 29. 2025 年以来部分车企智驾系统及对应车型价格	27
图表 30.国内主要车企规划 L3 级别智驾量产时间	27
图表 31. 华为 ADS 4 乾崮智驾系统 Ultra 版支持高速 L3	28
图表 32. 华为 ADS 4 乾崮智驾系统采用 WEWA 架构	28
图表 33. 中国智能驾驶的政策重心转向试点落地和实际应用	29
图表 34. L3 级智驾发生交通事故的责任界定方式	30
图表 35. 智驾的商业化路径分 ToB 和 ToC 两种	31
图表 36. 不同智驾品牌收费模式及价格	31

图表 37. 传统出租车/网约车成本构成测算.....	32
图表 38. Robotaxi 成本测算	32
图表 39. 水晶光电历史沿革	36
图表 40. 水晶光电 2024 年五大业务板块营收占比	36
图表 41. 水晶光电五大业务板块及主要产品明细介绍	37
续 图表 41. 水晶光电五大业务板块及主要产品明细介绍	38
图表 42. 水晶光电股权结构图（截至 2025 年 3 月 31 日）	38
图表 43. 水晶光电 2017-2024 年营收及同比增速	39
图表 44. 水晶光电 2017-2024 年归母净利及同比增速	39
图表 45. 水晶光电 2017-2024 年盈利能力变动	39
图表 46. 水晶光电 2018-2024 年三费变动	40
图表 47. 水晶光电 2018-2024 年研发费用变动	40
图表 48. 公司盈利预测拆分	41
图表 49. 相对估值	42
图表 50. 隆利科技发展历程	45
图表 51. 隆利科技股权结构图	45
图表 52. 隆利科技 2016-2024 年背光模组销量变动图	46
图表 53. 小米天际屏采用 3 块 Mini-LED 屏	46
图表 54. 不同代际苹果 pro 款手机的边框效果图	47
图表 55. 隆利科技 2020-2025Q1 营收变动情况	48
图表 56. 隆利科技 2020-2025Q1 净利润变动情况	48
图表 57. 隆利科技 2020-2025Q1 盈利能力变动情况	48
图表 58. 隆利科技 2020-2025Q1 费用率变动情况	48
图表 59. 隆利科技盈利预测	49
图表 60. 相对估值	50
图表 61. 瑞芯微主要产品演变进程	53
图表 62. 瑞芯微主要产品系列及其应用领域	55
图表 63. 瑞芯微营业收入变动趋势	56
图表 64. 瑞芯微毛利率和净利率变动趋势	56
图表 65. 瑞芯微经营性现金流量变动趋势	57
图表 66. 瑞芯微研发费用和研发费用率变动趋势	57
图表 67. 瑞芯微车载芯片布局	57
图表 68. 瑞芯微盈利预测	58
图表 69. 瑞芯微和同行企业估值对比	59

智能驾驶是物理 AI 率先实现的场景，发展节奏迎加速

智能驾驶可提供“解放精力、减少事故”的价值，城区 NOA 有望加速渗透

根据国家市场监督管理总局、中国国家标准化管理委员会 2021 年 8 月 20 日发布，2022 年 3 月 1 日实施的《汽车驾驶自动化分级》标准（标准号 GB/T 40429-2021），驾驶自动化等级划分如下：

- 1) **0 级：应急辅助**，系统不能持续执行动态驾驶任务中的车辆横向或纵向运动控制，但具备持续执行动态驾驶任务中的部分目标和时间探测与响应能力；
- 2) **1 级：部分驾驶辅助**，系统在其设计运行条件下持续地执行动态驾驶任务中的车辆横向或纵向运动控制，且部分具备与所执行的车辆横向或纵向运动控制相适应的突发事件响应能力；
- 3) **2 级：组合驾驶辅助**，系统在其设计运行条件下持续地执行动态驾驶任务中的车辆横向和纵向运动控制，且部分具备与所执行的车辆横向和纵向运动控制相适应的突发事件响应能力；
- 4) **3 级：有条件自动驾驶**，系统在其设计运行条件下持续地执行全部动态驾驶任务；
- 5) **4 级：高度自动驾驶**，系统在其设计运行条件下持续地执行全部动态驾驶任务，并自动执行最小风险策略；
- 6) **5 级：完全自动驾驶**，系统在任何可行驶条件下持续地执行全部动态驾驶任务并自动执行最小风险策略。

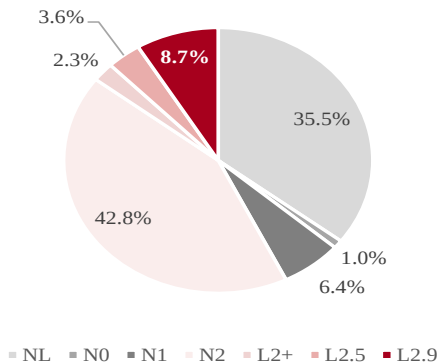
图表 1.智能驾驶等级与划分要素的关系

分级	名称	持续的车辆横向和纵向运动控制	目标和事件探测与响应	动态驾驶任务后援	设计运行范围
0 级	应急辅助	驾驶员	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
1 级	部分驾驶辅助	驾驶员和系统	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
2 级	组合驾驶辅助	系统	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
3 级	有条件自动驾驶	系统	系统	动态驾驶任务后援用户（执行接管后成为驾驶员）	有限制
4 级	高度自动驾驶	系统	系统	系统	有限制
5 级	完全自动驾驶	系统	系统	系统	无限制

资料来源：国家市场监督管理总局、中国国家标准化管理委员会《汽车驾驶自动化分级》、中银证券

2024 中国 L2 级及以上车型销量占比已经超过 50%。根据佐思汽研数据，2024 年中国乘用车尚未有突破 L3 级车型，L2 级及以上乘用车（含标配和预埋两种方案）销量占比合计达到 57.4%，但是高阶智驾的占比仍较低（高速 NOA 及城市 NOA 的高阶智驾车用车销量占比仅为 12.3%）。

图表 2. 2024 年中国分智驾等级车型销量结构



资料来源：佐思汽研，中银证券

注：NL：无 ADAS。L0：只有预警功能，无执行功能。L1：仅横向或纵向执行功能。L2：具有独立的横向和纵向执行功能。L2+：具备打灯变道或高精度地图。L2.5：高速 NOA。L2.9：城区 NOA。各等级销量包含标配+预埋两种方案。

智能驾驶的社会价值：解放精力、减少事故、提升通行效率。

根据蔚来董事长、CEO 李斌观点，“‘解放精力、减少事故’是智能驾驶创造的真正社会价值”，但其价值发挥空间或存在跳变：在智驾能力不如人时，使用率较低，但智驾能力一旦超过人的能力，使用率/价值量可能会得到跳变，迅速提升到一个较高的水平。根据中国平安财险、汽车之家等机构发布的《中国智能驾驶商业化发展白皮书（2025）》，智驾的用户价值包括：

1) 减少交通事故，提高出行安全。

智能驾驶系统通过高精度传感器、人工智能算法和自动控制技术，可以实现毫秒级反应，能有效减少因驾驶员误判或反应迟缓导致的事故。美国公路安全保险协会的研究显示，L2+智能驾驶可以降低事故率 40%；卡耐基梅隆大学的研究显示，未来 L4 级智驾能消除 90% 的人为失误，而百度无人出租车项目萝卜快跑自投入使用以来，其出险率仅为人类驾驶员的十四分之一。

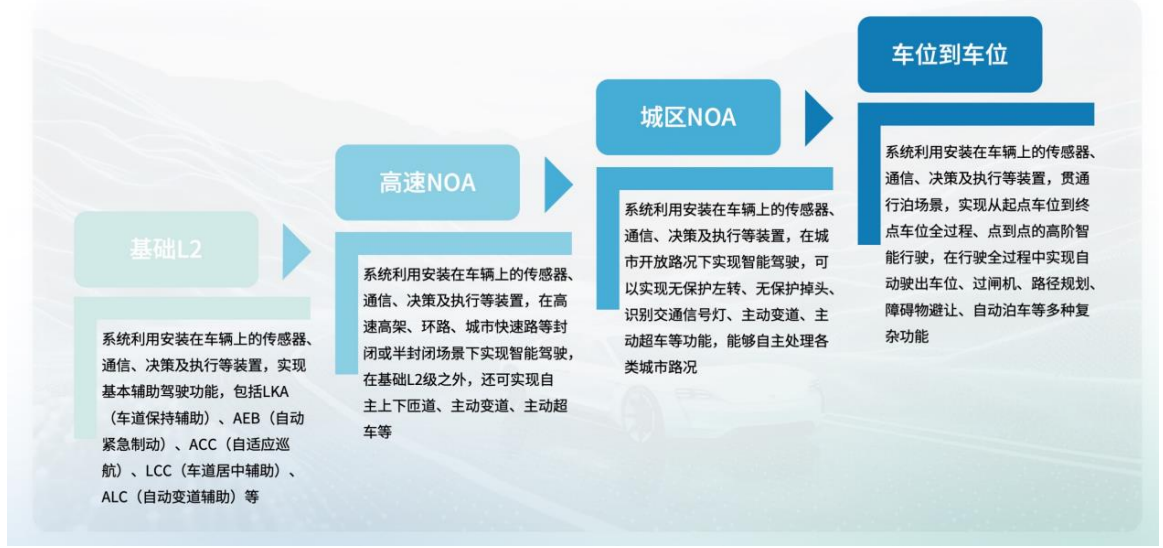
2) 缓解交通拥堵，提升通行效率。

智能驾驶不仅可提升行车安全，也能大幅优化交通流。根据中国平安财险、汽车之家等机构发布的《中国智能驾驶商业化发展白皮书（2025）》报告测算，以智能驾驶车路云协同为基础的智能交通，可以让通行效率提升 15%-30%，推动 GDP 每年 2.4%-4.8% 的增长。

智能驾驶功能迭代：高速 NOA 和城区 NOA 有望往成渗透提升的重点。

具体到智能功能方面，根据量子位智库的分析，国内车企的竞争焦点从比较“开城”数量、到实现“全国都能开”，再到实现“车位到车位”，智驾功能不断升级，通用的智能驾驶可使用范围和时段不断增长。经过一年之后，现在智能驾驶技术功能竞争有了新变化：城区 NOA 和车位到车位成了新的竞争点。

图表 3.智能驾驶功能迭代路径

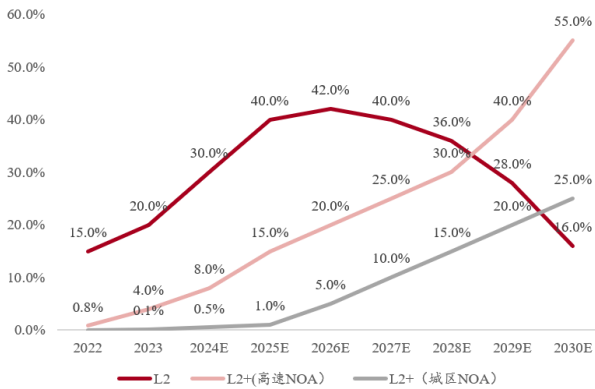


资料来源：量子位智库，中银证券

根据亿欧智库数据，2023 年，中国 L2+智能驾驶功能渗透率进一步提升，其中高速 NOA 渗透率为 4%，城区 NOA 渗透率为 0.1%。2024 年 L2+智驾功能预计将达到 8.5%，2024 年后，城区 NOA 功能也将迎来飞速发展，预计 2030 年渗透率达到 25%。

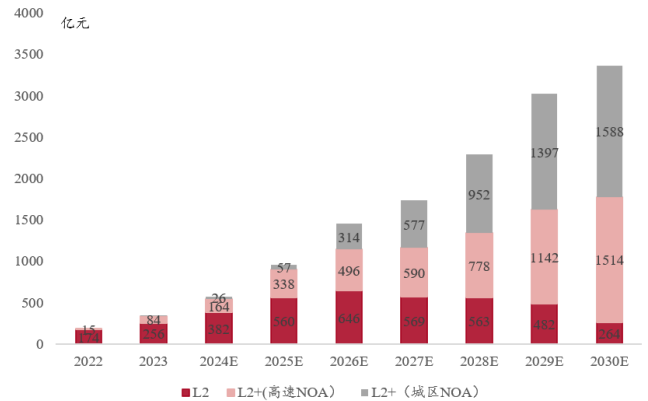
市场规模方面，根据亿欧智库数据，预计 2024 年 NOA 功能（高速 NOA+城区 NOA）的市场规模达到 190 亿元，预计 2030 年市场规模超过 3000 亿元。

图表 4. 2022-2030E 中国不同等级自动驾驶渗透率



资料来源：亿欧智库，中银证券

图表 5. 2022-2030E 中国不同等级智能驾驶市场规模

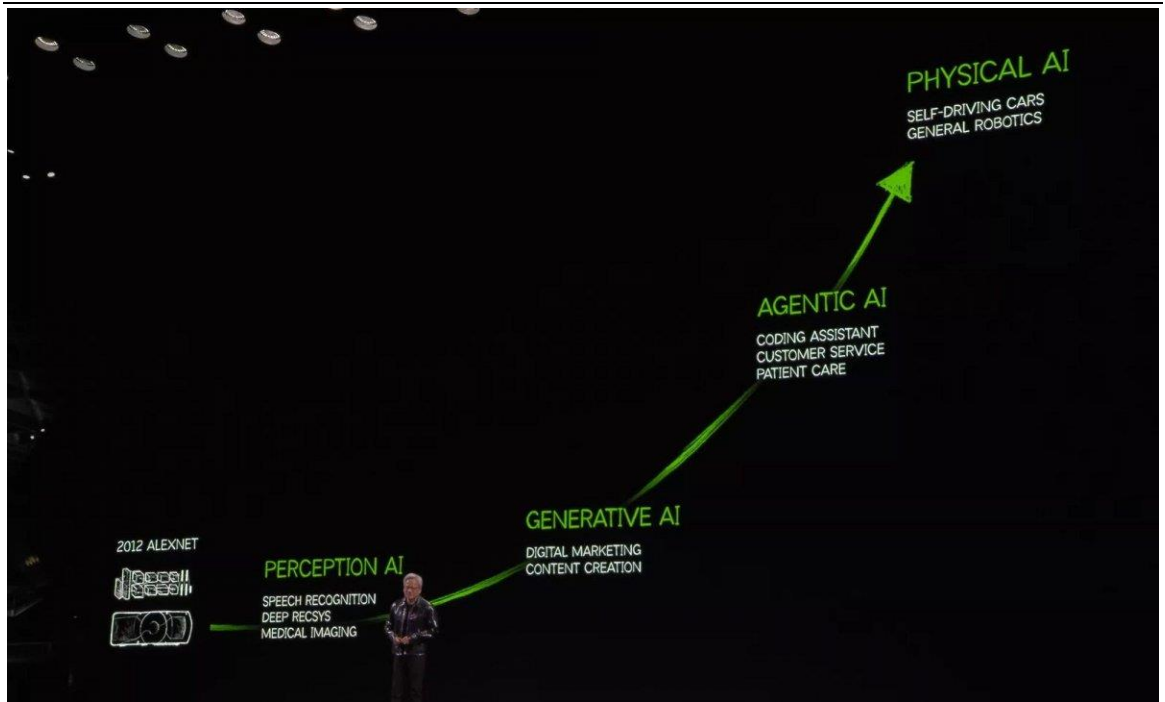


资料来源：亿欧智库，中银证券

因成熟度、需求量、政策支持力度等因素，智驾有望成为物理 AI 率先落地的场景
什么是物理 AI？

根据英伟达定义，物理 AI 是指使用运动技能理解现实世界并与之进行交互的模型，它们通常封装在机器人或自动驾驶汽车等自主机器中，借助物理 AI，自主机器能够感知、理解并在现实（物理）世界中执行复杂的操作。

图表 6. 英伟达的物理 AI 蓝图



资料来源：电子工程专辑，英伟达，中银证券

物理 AI 如何工作？

根据英伟达观点，数字 AI 缺陷在于：将基于主要从互联网上收集的大量文本和图像数据来训练生成式 AI 模型，例如 GPT 和 Llama 等大语言模型。这些 AI 模型在生成人类语言和抽象概念方面能力惊人，但它们对物理世界了解有限，并受其规则约束。

由于物理 AI 能够理解我们居住的三维世界的空间关系和物理行为，因而扩展了当前的生成式 AI。它通过在 AI 训练过程中提供其他数据来实现上述理解，这些数据包含与现实世界的空间关系和物理规则有关的信息。

3D 训练数据由高度精确的计算机模拟生成，后者既充当数据源，也作为 AI 训练场。

基于物理的数据生成始于某个空间（例如工厂）的数字孪生。然后在这个虚拟空间中添加传感器和自主机器（如机器人）。接着执行模拟以模仿现实世界场景，传感器会捕捉各种交互，如刚体动力学（例如运动和碰撞）或光在环境中的交互作用。

为什么物理 AI 对智驾至关重要？

根据英伟达观点，以前，自主机器无法感知和察觉它们周围的世界。但是，借助物理 AI，就可以构建和训练机器人，与现实世界中的周围环境进行无缝交互并适应各种环境。

要构建物理 AI，团队需要基于物理的强大模拟，为训练自主机器提供安全的受控环境。这不仅提高了机器人在执行复杂任务时的效率和准确性，而且有利于人类与机器之间进行更自然的交互，从而提高现实世界应用的可访问性和功能性。

物理 AI 正解锁将颠覆每个行业的新功能。在智能驾驶汽车行业：汽车可使用传感器感知并理解周围环境，以便在各种环境（从开放式高速公路到城市景观）中做出明智决策。通过基于物理 AI 对 AV 进行训练，AV 能够更准确地检测行人，对交通或天气条件做出响应并自动变换车道，从而有效适应各种意外情况。

为什么我们认为智能驾驶会是物理 AI 率先落地的场景？

- **智驾场景成熟度相对较高。**自动驾驶技术的发展已取得了长足的进步。从最初的辅助驾驶，到现在的端到端自动驾驶技术，自动驾驶汽车的性能和安全性不断提高。根据佐思汽研数据，2024 年中国 L2 级及以上乘用车销量占比达到 57.4%，领先车企的竞争已经步入高阶智驾领域：城区 NOA 和车位到车位成了新的竞争点。
- **智驾需求大。**社会对自动驾驶技术的需求在不断增加。随着城市化进程的加快，交通拥堵问题日益严重。自动驾驶技术可以通过优化交通流量，提高道路利用率，从而缓解交通拥堵。此外，自动驾驶技术还可以提高交通安全，减少人为因素导致的交通事故。
- **政策支持。**政策的支持也是自动驾驶场景爆发的重要因素。各国政府都在积极推动自动驾驶技术的发展，出台了一系列的政策和法规，为自动驾驶技术的研发和应用提供了良好的环境。例如，一些国家已经允许自动驾驶汽车在特定的区域进行测试和运营，为自动驾驶技术的商业化应用奠定了基础。

高阶智驾落地面临挑战：责任认定成为主要难点

L3 级别是重要的分水岭，责任主体从驾驶者转向车企。

根据律商联讯风险信息（简称律商风险）中国区董事总经理戴海燕的分析，L3 级别自动驾驶的责任认定需综合多方面因素。一直以来，责任认定一直伴随智能驾驶发展在不断完善，因为智能驾驶涉及车辆制造商、传感器制造商、软件开发等主体，一旦出现事故，责任可能分散在多个主体上，导致追责过程复杂。

如果事故发生时车辆处于自动驾驶模式且驾驶员未被要求接管，系统存在故障或设计缺陷导致事故，责任可能更多归于汽车制造商或系统供应商；若系统已请求驾驶员接管且驾驶员未能及时或正确接管，驾驶员可能需承担主要责任。如果事故发生时系统提前发出警告并要求驾驶员接管，但驾驶员没有及时接管或采取适当行动，驾驶员可能需承担部分或全部责任；若系统在不合理的短时间内突然失效并要求驾驶员接管，驾驶员没有足够反应时间，责任可能主要在系统一方。

此外，智能驾驶汽车的风险特征需考虑硬件可靠性、软件安全性等全新因素，在无法获得车企数据的情况下，难以准确评估风险，导致保险产品定价困难。而车企共享数据又会有数据安全问题、隐私保护风险担忧，若数据被泄露或篡改，可能危及公共安全和个人隐私，也会干扰保险理赔的公正性。

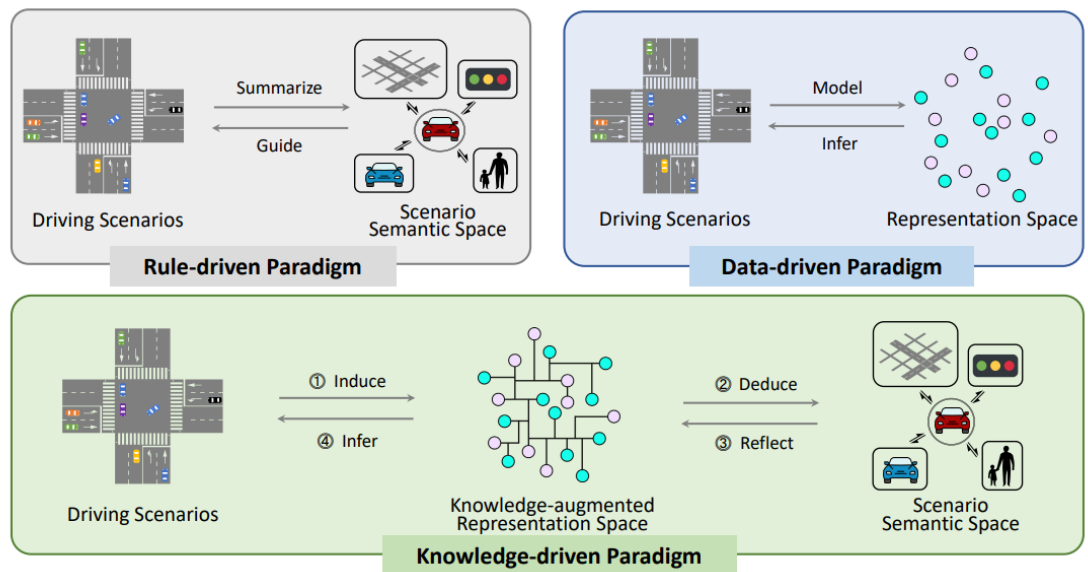
根据戴海燕分析，结合市场事故发生实际情况，从律商风险内部多数 L2 级辅助驾驶功能的车型数据库中的参数分析看，L2 级辅助驾驶功能还不能完全解放驾驶员，让车辆自主完成所有加速，尤其是躲避等操作。在未来转向 L3 时，主责任人将发生明显转变；因此责任认定的难点，成为未来高阶智驾落地的重要限制。

技术篇：技术范式演进为高阶智驾奠定基础，行业壁垒急剧切换

在架构设计方面，随着特斯拉 TSDv12 端到端发布后展示出良好的效果，业界快速从传统模块化架构转向端到端架构，其具有信息无损、全局优化等优势，推动智驾达到更好的拟人化驾驶效果和更低的维护成本。

在训练范式方面，当前正从规则驱动范式走向数据驱动范式，驱动智驾逐步达到“老司机”的驾驶要求，并带动城市 NOA 等 L2+高阶智驾的渗透率快速提升；我们预计下一阶段，基于对真实世界物理规律理解和思维链推理的知识驱动范式成为落地重点，并在理想汽车、小马智能等领先企业快速落地。长久来看，知识驱动范式有望成为智能驾驶走向 L4 的重要技术基础。

图表 7.规则驱动/数据驱动/知识驱动范式的差异

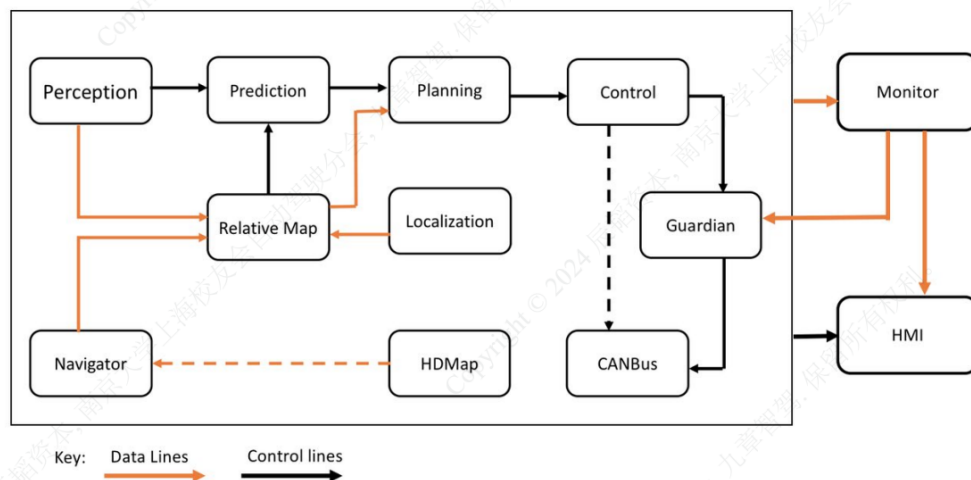


资料来源：Xin Li 等《Towards Knowledge-driven Autonomous Driving》，中银证券

架构升级：端到端架构具备数据驱动/全局优化优势，替代模块化架构成为主流 传统模块化架构及其限制

模块化架构通常采用模块化的流水线结构，将环境感知、行为决策和运动控制等功能串联起来。在感知阶段，系统通过摄像头、雷达、激光雷达等传感器进行目标检测、分割与跟踪，基于感知结构和高精度地图进行路径规划与行为决策；在控制阶段形成具体的加减速、转向等控制指令。

图表 8.典型的基于规则的自动驾驶架构——Apollo 3.0



资料来源：Apollo Auto，辰韬资本、南京大学上海校友会自动驾驶分会、九章智驾《端到端自动驾驶行业研究报告》，中银证券

模块化架构通常包含以下几个核心模块：

- **感知模块（Perception）**：感知模块负责收集和解释车辆周围环境的信息。包括使用各种传感器，如摄像头、激光雷达（LiDAR）、毫米波雷达和超声波传感器来检测和识别周围的物体，如其他车辆、行人、交通信号和道路标志。感知模块需要处理来自这些传感器的数据，并将其转化为车辆可以理解的环境模型。传统的感知模块的输出更多是基于人类的定义，如对于周边障碍物的检测，对于边界以及区域的分割等等。传统的感知系统要保证其输出能够为人所理解，代表了人类对于环境的一种抽象；
- **定位模块（Localization）**：定位模块的任务是确定车辆在环境中的精确位置。这通常涉及到使用全球定位系统（GPS）、惯性测量单元（IMU）和传感器数据来估计车辆的全局位置。此外，还可以使用基于地图的定位技术，如将车辆的传感器数据与预先制作的详细地图进行匹配；
- **预测模块（Prediction）**：预测模块用于预测其他道路使用者的行为和意图，如预测其他车辆的行驶轨迹和人的移动。这有助于自动驾驶系统提前做出决策，以避免潜在的碰撞和冲突；
- **决策与规划模块（Decision and Planning）**：决策模块负责根据感知和预测的信息来制定车辆的行驶策略。这包括选择最佳的行驶路径、决定合适变道或超车，以及如何应对复杂的交通情况。规划模块则负责生成详细的行驶轨迹，确保车辆能够安全、高效地从当前位置行驶到目的地；
- **控制模块（Control）**：控制模块是执行决策与规划模块输出的实际车辆控制命令的系统。它负责精确控制车辆的油门、刹车和转向，以实现平滑和安全的驾驶。

根据腾讯科技分析，模块化架构的优缺点如下：

1) 优点：可解释、可验证、易于调试。

因为每个模块都是相对独立的，所以当车辆出现问题时，可以回溯究竟是哪个模块出了问题；在发现问题后，我们只需要在原有代码规则的基础上调整对应的参数即可。

2) 缺点：传递过程中信息损耗、任务多且散导致低效、存在复合误差、规则难以穷尽导致构建和维护成本高。

- 信息在传递过程中存在损耗：传感器的信息从进入感知模块再到控制模块输出，中间经历多个环节，信息在传递过程中不仅效率变低，也不可避免会有信息损耗。
- 规则难以穷尽导致构建和维护成本高：模块化架构是基于规则的，车辆在道路上做的所有决策都是基于一条一条的规则，车辆在对对应驾驶情况的时候根据写好的规则遍历所有可能选出的最优解进行决策。然而真实的物理世界可能出现的状况种类非常多，为应对各类小概率极端事件，导致规则体系建立起来成本极大。

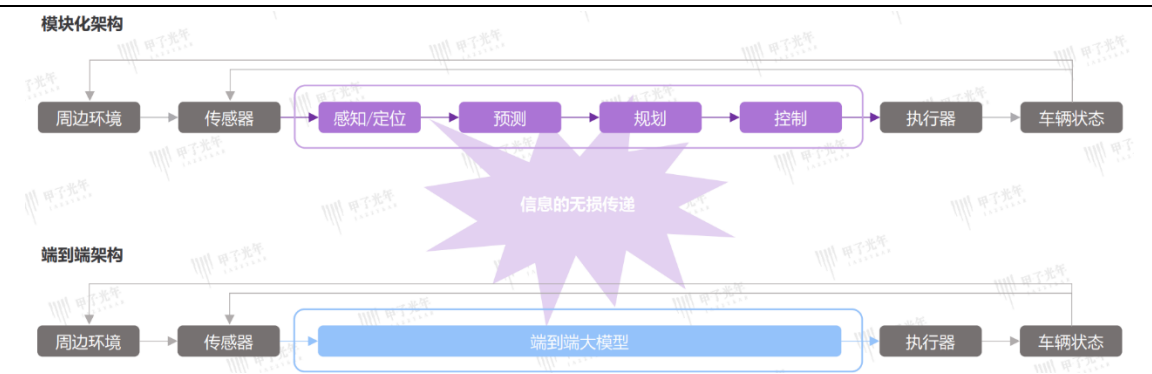
特斯拉提出端到端架构，因其效果较佳被广泛采用

为解决如上模块化架构的问题，特斯拉于 2023 年提出数据驱动的端到端架构，受到业内广泛关注。

端到端架构是什么？

目前行业内对于端到端自动驾驶的定义仍存在一定模糊性。一般而言，端到端自动驾驶指的是从原始传感器数据输入，直接到控制指令输出的连续决策过程，即将原先串联的感知、定位、预测、规划等模块融为一个整体。其核心理念是避免信息在传递过程中的损耗。

图表 9. 端到端架构与传统架构的对比



资料来源：甲子光年《自动驾驶行业报告-端到端渐行渐近》，中银证券

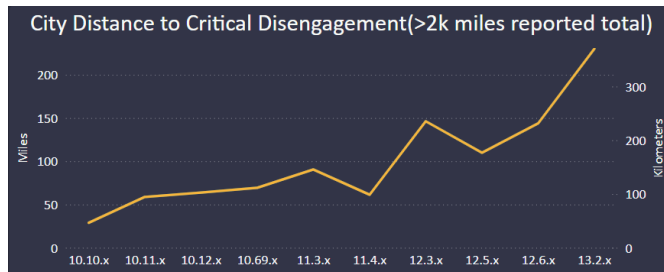
端到端为什么快速发展？

特斯拉 FSD v12 的口碑和数据论证了端到端架构的优势。

特斯拉 CEO 埃隆·马斯克(Elon Musk)在 2023 年 5 月公开提出，特斯拉 FSD v12 开始是端到端架构，通过实测数据显示，特斯拉智驾的性能有了大幅度提升。

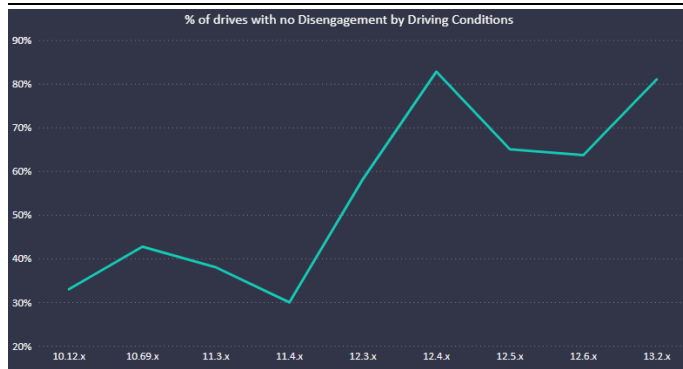
2024 年 3 月，特斯拉在北美地区大范围推送 FSD v12 版本，用户舆论和实测数据均体现了本次端到端架构的较大优势。舆论方面，许多用户表示，特斯拉 FSD v12 在施工路段、无保护左转、拥挤的环岛以及为后方车辆挪动空间时都表现优异。数据方面，根据第三方网站 Tesla FSD Tracker 统计数据显示，特斯拉车辆接管里程数和无接管行程比例得到大幅提升，平均接管里程 MPI (Miles Per Intervention) 从端到端架构之前的 98.7 公里，在端到端架构发布后不断迭代提升至 370.1 公里；无接管驾驶行程比例亦从 30%提升到 81%。

图表 10. FSDv12 后，特斯拉无接管行驶距离大幅提升



资料来源：Tesla FSD Tracker，中银证券

图表 11. FSDv12 后，特斯拉无接管行程次数占比大幅提升



资料来源：Tesla FSD Tracker，中银证券

端到端的优势在哪？

根据甲子光年《自动驾驶行业报告-“端到端”渐行渐近》报告分析，端到端架构的主要优点如下：

- **数据驱动。**端到端架构的感知、规划决策与控制模块均由数据驱动，无需或仅需少量手写规则就能够实现，开发流程简化；同时，通过提升数据的质量与规模，可不断提升端到端系统能力的上限；
- **全局最优。**相较于模块化架构的单独优化，仅能做到局部最优，端到端架构是一体化架构，能够以汽车行驶任务为全局统一目标进行联合训练；同时，无需频繁的 patch 和参数调整修正；
- **延迟/消除减少。**端到端架构能减少信息传递的延迟、加快系统反应；同时能消除各模块间信息传递的误差累积，全栈神经网络的上下层之间可以做到全量信息传递。

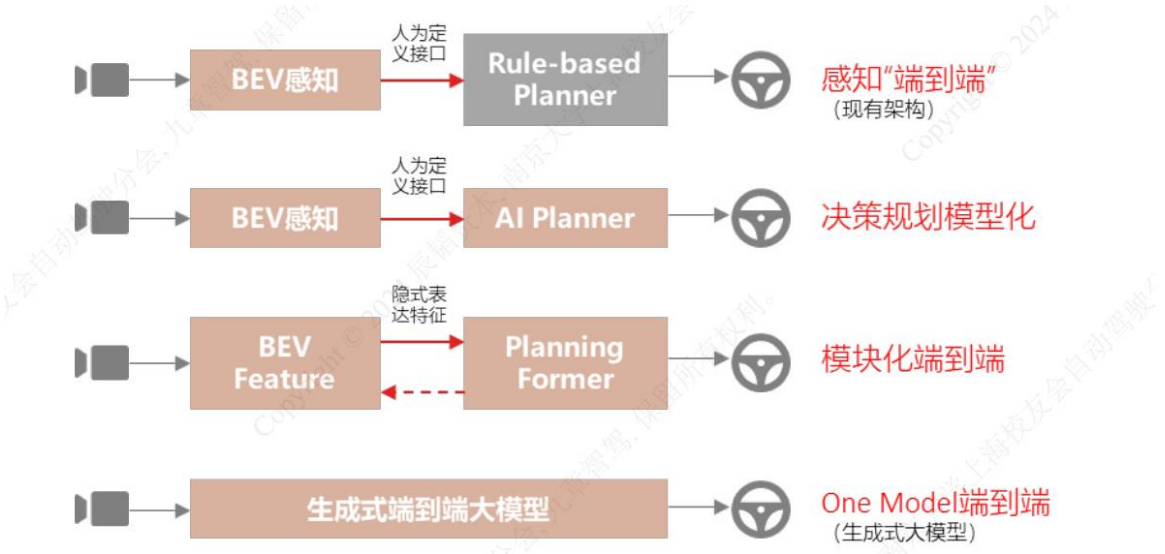
端到端架构的挑战是什么？

作为一种新型的架构，端到端架构也有一些问题有待解决。根据辰韬资本在《端到端自动驾驶行业研究报告》中分析，端到端落地面临的挑战主要包括技术路线、数据、算力需求、测试验证、组织资源投入等。其中，技术路线将再下一章详细分析，本部分先论述其他几个挑战。

1. **对训练数据的挑战。**对训练数据的挑战可以分为数据量、数据标注、数据质量、数据分布几方面。
 - **数据量。**根据辰韬资本援引特斯拉的分析，其 FSD 训练需要用到上千万个视频片段，假设每个视频片段时长为 30~60 秒，以此作为参考，训练端到端模型起码需要几万小时的视频数据。而特斯拉的几万小时的自动驾驶数据，是从超过 20 亿英里的 FSD 里程数据中挖掘出来的。这需要智能驾驶开发商获取较大规模的非公开数据。
 - **数据标注。**由于端到端没有感知-决策规划的中间接口，模块化架构常用的面向感知的标注需求，将变成面向规划的标注需求，对现有的 3D 目标检测、车道线检测、路面标识的语义分割等标注需求将大大减少。但目前大部分智能驾驶开发商的数据标注，仍主要是面向感知的中间结果做标注和监督。
 - **数据质量。**由于智能驾驶的目标是学习老司机开车，很多驾驶员的驾驶行为并不能达到“老司机”水平，因此需要一套数据管理和处理流程，提取优秀司机在特定场景下的高质量驾驶数据，难度较大。
 - **数据分布。**全面和多样化的数据对于端到端智能驾驶的学习较为重要，例如环境因素包含各种天气和光线、道路情况等。许多智能驾驶公司采集的数据是在受控环境中获得的，可能无法代表真实世界的复杂性数据。如何调整长尾场景在训练数据中的百分比仍然是较大挑战。
2. **对训练算力的挑战。**随着自动驾驶系统的 AI 模型化程度越来越高，其对训练算力的需求越来越大。量产研发阶段需要考虑团队分工和模型迭代效率问题，企业所拥有的训练算力越大，完成端到端模型训练的时间就越短，越能抢占市场先机。小鹏汽车的董事长、CEO 何小鹏认为：“训练算力是下一个时代中做好 AI 汽车的第一标准。智能驾驶做得好不好，首先要看多大的算力，其次才是跑了多大的模型。”
3. **对验证测试方法的挑战。**传统模块化架构的测试方法较为成熟，感知模块采用回灌数据进行离线的开环测试，规控算法基于模拟器进行闭环测试。但是这些测试方法用于测试端到端架构显得不足，若基于数据回灌进行开环测试，无法实现端到端系统与环境交互，因此测试效果不佳；若基于模拟器进行闭环测试，现有模拟器在传感器一致性和保真度上仍距离真实世界有较大差距，测试效果也有待提升。
4. **对组织资源布局的挑战。**端到端架构将重塑智能驾驶团队的组织，大部分团队都将削减团队规模，并将重心调整到大模型和数据基建方向，对团队管理者的资源调配能力有较高要求。

端到端架构的发展阶段

图表 12.端到端自动驾驶架构的不同阶段



资料来源：辰韬资本、南京大学上海校友会自动驾驶分会、九章智驾《端到端自动驾驶行业研究报告》，中银证券

如上图所示，根据辰韬资本《端到端自动驾驶行业研究报告》分析，端到端自动驾驶的发展路径或将经过四个阶段：

第一阶段：感知“端到端”。这一阶段，自动驾驶架构被拆分成了感知与预测决策规划两个主要模块，其中，感知模块已经通过基于多传感器融合的 BEV（Bird Eye View，鸟瞰图视角融合）技术实现了模块级别的“端到端”，通过引入 Transformer 以及跨传感器的 Cross Attention 方案，感知输出检测结果的精度以及稳定性相对之前的感知方案有较大的提升。在这个阶段，规划决策模块仍以 Rule-based 为主；

第二阶段：决策规划模型化。这个阶段，整个自动驾驶架构仍然被分成感知和预测决策规划两个模块，其中，感知端仍保持上一代的解决方案，但预测决策规划模块的变动比较大。在此阶段，从预测到决策到规划的功能模块已经被集成到同一个神经网络中。但是，感知和预测规划决策模块之间的接口是基于人类的理解定义（如障碍物位置、道路边界等），并且两个模块仍然独立训练；

第三阶段：模块化端到端。从结构上讲，这一阶段的结构和上一阶段类似，区别在于网络结构的细节和训练方式。感知模块和预测规划决策模块之间的接口不再依赖人类理解定义，更多是通过隐式的特征向量来传递信息。在训练方式上，这个阶段的模型必须支持跨模块的梯度传导——因而这两个模块无法独立训练，必须通过梯度传导的方式同时进行；

第四阶段：One Model/单一模型端到端。这一阶段，不再有感知、决策规划等功能的明确划分。从原始输入到最终规划轨迹的输出直接采用同一个深度学习模型。基于实现方案的不同，这一阶段的 One Model 是可以基于强化学习（Reinforcement Learning, RL）或模仿学习（Imitation, IL）的端到端模型，也可以通过世界模型这类生成式模型衍生而来。

从模块化端到端走向 One Model 端到端。

相比模块化端到端方案，One Model 端到端虽然训练及调试更复杂，但在理论上，其效果具有更高的天花板，因为 One Model 端到端方案的训练过程能够涵盖更广范围的数据、能够将真实世界的知识和认知应用于自动驾驶，因而可以实现更好的泛化效果，是产业界的方向。

范式演进：从规则驱动走向数据驱动/知识驱动，数据/算力/模型成为车企竞争壁垒

虽然端到端架构逐渐流行，但究其本质而言，是因为背后的技术范式发生了变化。从人为设定规则的弱泛化能力，转变成依靠大规模优秀司机的驾驶数据拥有了初步泛化能力、再到依靠对物理规律的认识有了高度泛化能力。具体而言，分为规则驱动、数据驱动、知识驱动三种不断迭代的范式。

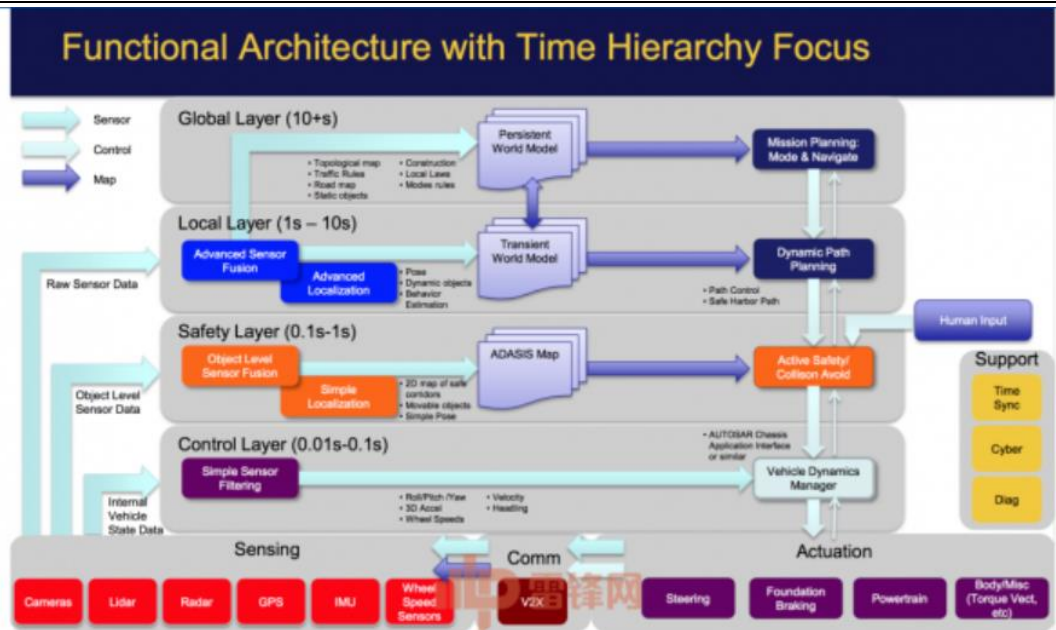
规则驱动: corner case 难以穷尽, 导致智驾团队臃肿、维护成本高昂

规则驱动范式指什么?

规则驱动范式(Rule-based)的底层逻辑,是智驾的设计研发团队将一些特定的场景和规则转成代码,编写到智驾辅助系统当中。一旦用户在行车场景触发了与原本代码条件相符的状况,这时候驾驶系统就会及时介入并发挥作用,从而在一定程度上降低了用户的心理负担。

该技术范式衍生于传统的机器人架构,由定位、感知、预测、规划、控制等子模块组成。该范式中各子模块独立研发,问题排查较便捷、可解释性较高,但由于规则是人工设定的,很多长尾问题难以发现并解决,且拓展性较差,比如高速/中低速(城区)/低速(地库/泊车)等不同场景变化、城市/国家等不同区域变化,需要海量人力投入适配调整。

图表 13. Rule-based 智驾系统的架构示例图



资料来源: 雷锋网, SAE (国际汽车工程师学会), 中银证券

上图是国际汽车工程师学会(SAE)推荐的系统架构图,可以看到这样的架构其实是一个闭环系统,这个闭环本身又分了好几个层次,从最底层的控制循环(Control Layer)往上到安全层的循环(Safety Layer)再到本地层循环(Local Layer)再到全局的循环(Global Layer),这样的层层闭环来做到对车辆的控制。

规则驱动范式的问题: 规则众多导致团队庞大、维护成本高昂

规则驱动范式有以下问题:

- **第一是系统复杂性高。**一个完整的规则驱动的系统,需要人工设计上千个模块,从0到1建立非常困难,其复杂度不亚于一个操作系统;
- **第二是高精度的成本高。**在构建世界地图的时候,需要高精地图的辅助,而高精地图本身的广铺、更新都是极其大的成本;
- **第三新任务不停出现导致规则要持续更新。**因为实际驾驶路况复杂,不停有新的任务出现,智能驾驶团队为了穷尽所有的特殊情况(corner case),就要用更多员工来编写新的规则以适应新出现的路况。

因此智能驾驶团队均较为庞大,据澎湃新闻 2024 年 8 月报道,华为自动驾驶有 6 千工程师们主要用来编写各种规则,比亚迪、百度在 3-5 千人,Momenta、理想在 2024 年初大约 1300 人,加起来行业内至少有 5 万名核心的智能驾驶工程师。庞大员工队伍带动研发开支亦很高,华为自动驾驶团队每年花费 10 亿美元,主要成本就是工程师薪资等人力成本支出。

为了解决如上问题，业界纷纷寻找新的技术路径。2024 年以前，规则驱动的技术路径是国内智能驾驶功能的主流方案，2024 年后，特斯拉 FSD v12 显示端到端架构的效果较好，各车企都开始布局端到端。而端到端架构的技术范式亦发生变化，以数据驱动和知识驱动为主，详见下文分析。

数据驱动：模仿学习或是当前端到端架构的主流技术范式，驱动智驾达到人类“老司机”水平

如前所述，2024 年以来各智驾车企走向端到端架构，核心在于通过一个模型接受感知输入后，直接输出决策动作，内部呈现“黑盒化”特征，其模型训练方法却仍有不同种类。目前端到端架构的训练方法有模仿学习（IL）和强化学习（RL），其内涵如下

- **模仿学习：**模仿学习中的场景克隆策略（Behavior Cloning），核心是通过学习人类司机等专家的驾驶轨迹来制定策略。在智能驾驶领域，主要依靠分析大量驾驶数据，以实现模仿人类驾驶的行为。它的优势在于简单且计算效率高，但缺陷也很明显，主要在难以应对未见过的特殊场景或异常情况。
- **强化学习：**强化学习的原理通过奖励函数优化动作策略。强化学习模型通过在模拟交通场景中不断交互，依靠奖励机制调整优化驾驶策略，这种方式能够让模型在复杂的交通环境中学会更合理的决策。

图表 14.模仿学习与强化学习的差异

训练方法	模仿学习	强化学习
必备条件	需要示例数据（demos）	需要奖励函数
数据	数据可能分布有偏	要求过程可探索
模型类型	简单、稳定的可监督学习	可能不收敛
模型上限	最好只能到 demo 的水平	可以超越人类水平

资料来源：周博磊《强化学习纲要》，中银证券

强化学习在应用方面有两大问题：一是可实行性难题，强化学习需要大量试错才能得到可用的数据，并且由于真实环境中试错成本太高，而仿真环境中的试错又面临仿真环境与真实世界存在差距的问题；二是强化学习需要与人类行为对齐的难题，强化学习的探索结果可能让驾驶策略偏离人类能够接受的程度，出现类似动作不连贯的情况。

数据驱动范式的不足是什么？

现阶段端到端智能驾驶的本质是借助大规模高质量人类数据实现驾驶行为的模仿。但从技术路径看，基于模仿学习的范式仍有 3 个限制：

- 1) **上限不够高：**智驾水平可趋近人类驾驶水平，但难以突破人类能力的上限；
- 2) **数据要求高：**数据质量方面，高质量场景数据较稀缺、同时驾驶数据不均衡，使得端到端智能驾驶实际较难达到人类驾驶能力的上限；数据规模方面：端到端训练起步就需要千万级 Clips 的高质量数据，是较高的规模门槛。

图表 15.主要主机厂在数据、算力领域的布局

主机厂	数据规模	算力平台	投入时间	算力	合作方
理想	2024 年底，25 亿公里训练里程；高质量训练数据达到 10 亿公里	理想智算中心	2023Q3	2024 年：5.4EFLOPS； 2025 年目标：8EFLOPS	火山引擎
蔚来	2024 年底，NOP 领航辅助用户行驶里程超过 15 亿公里，占智驾总里程超过 75%	蔚来云·智算中心	2022 年	2024 年：1.5EFLPOS	腾讯云、阿里云
小鹏	端到端大模型训练了超过 2000 万 clips；计划在 2025 年达到亿级 clips 规模	扶摇智算中心	2022 年 8 月	2022 年：0.6EFLOPS； 2025 年目标：10EFLOPS	阿里云
小米	训练数据已经超过 1300 万 clips（2025 年 2 月）	小米智驾与小米集团 共用超算中心	/	/	金山云
吉利	10 亿级数据底座模型；千万级 clips 智驾模型	星睿智算中心	2023 年 1 月	2025 年，吉利联合阶跃 星辰等伙伴，综合算力达 23.5EFLOPS	阿里云
比亚迪	2024 年底每天新增训练里程 7200 万公里； 预计 2025 年底，每日训练里程达到 1.5 亿公里	璇玑 AI 超算中心	2023 年	2024 年，2.3EFLOPS	自建
长安	46 款智能网联车型覆盖 2800 万用户； 深蓝 S05 智驾学习里程达 2.1 亿公里	天枢智算中心	2024 年	/	百度云
长城	2024 年采样 2 亿公里里程，生成 20PBs 有效 数据，训练数据 1000 万 clips	雪湖·绿洲 九洲超算中心	2023 2024	2023:0.7EFLOPS； 2024:1.64EFLOPS； 2025:3EFLOPS（估计）	火山引擎 阿里云（估计）
特斯拉	2024Q1，FSD 累计行驶 16 亿公里； 2024 年底，FSD 累计行驶近 50 亿公里； 预计 2025 年，FSD 车辆的累计行驶里程超过 百亿公里	Dojo 超算集群	2023 年	2023Q1：35EFLOPS； 2024 年底：85EFLOPS	自建

资料来源：佐思汽研《2025 年中国主机厂 AI 定义汽车策略研究报告》，中银证券

知识驱动：以多模态大模型或世界模型为核心，依托强化学习大幅提升泛化能力

知识驱动范式与数据驱动范式的区别：从归纳法向演绎法的跨越。

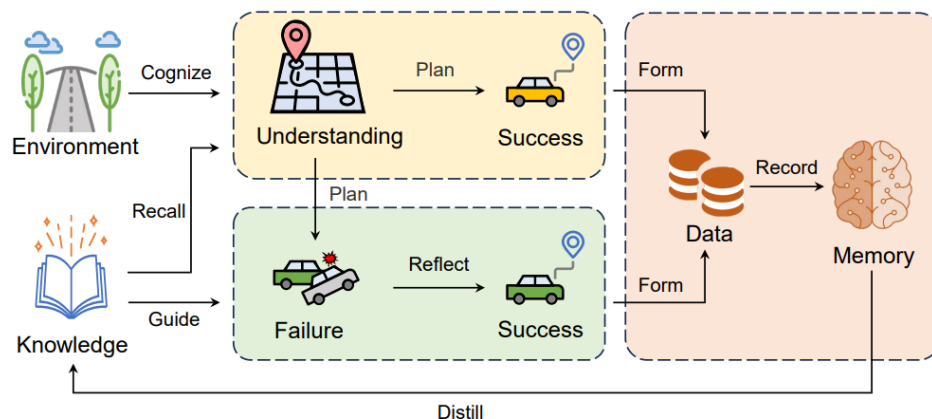
- 数据驱动范式的工作机理：通过大量数据，依赖数据中的统计规律进行学习和决策，模型通过大量数据训练获得泛化能力。其本质是归纳法，即从具体数据中总结一般规律，强调“数据即知识”；
- 知识驱动范式依赖领域知识或基本原理（如物理定律、数据公式、因果逻辑）构建模型，强调对底层规律的建模和推理。其本质是演绎法，即从一般原理推导具体结论，强调“知识先于数据”。

强化学习的研究成果，加速知识驱动范式的发展。

2025 年初 DeepSeek-R1 模型因效果较好受到用户欢迎，展示了纯强化学习技术路径的独特优势。强化学习领域的创新成果，也能够 在智驾场景得到应用，实现更精准的环境感知、路径规划和决策控制。强化学习的优势：

- 1) 降低数据依赖。强化学习对数据依赖更少，以 DeepSeek-R1 为例，可通过少量优质数据完成冷启动，借助多阶段强化学习的训练机制，有效降低对数据规模的依赖，使模型性能满足“规模定律（scaling law）”。
- 2) 打开性能上限。强化学习擅长在交互环境中自主生成推理链（CoT），提升逻辑推理效能，具有超越人类思维能力的潜力。通过与世界模型生成的仿真环境互动，可以使模型对真实世界的物理规则有更深入的理解。

图表 16. 广义的知识驱动的自动驾驶框架



资料来源: Xin Li 等《Towards knowledge-driven Autonomous Driving》, 中银证券

知识驱动范式旨在整合规则驱动范式和数据驱动范式的特点，这是推动当前人工智能领域取得重大进展的重要支撑。根据 Xin Li 等人的《迈向知识驱动的自动驾驶技术》论文分析，知识驱动方法旨在将驾驶场景的信息归纳到知识增强的表示空间，并推导到广义的驾驶语义空间，以模拟人类对现实世界的理解，并从经验中获得学习和推理能力。

与知识驱动的智能驾驶相关的新兴技术趋势包括:

- **大型语言模型：**如 GPT（生成式预训练）系列，为自动驾驶系统提供了强大的自然语言理解和生成能力。这些模型可以用于语音交互、场景理解和驾驶决策。
- **世界模型：**世界模型旨在模拟和理解真实世界中的物理规律和现象。它为自动驾驶系统提供了更深层次的环境理解，包括对其他车辆、行人和交通规则在建模。
- **神经渲染技术：**神经渲染技术通过神经网络模型实现对虚拟环境的高保真度渲染。这对于模拟环境中进行大规模训练和测试至关重要，可提高自动驾驶系统在真实世界的性能。
- **多模态融合：**多模态融合技术将来自不同传感器的信息整合在一起，提供更全面的感知能力。这包括图像、雷达、激光雷达等多种传感器数据的融合。
- **深度强化学习：**深度强化学习模拟驾驶代理与环境的交互，以奖励和惩罚的形式进行学习，从而提高系统的决策性能。
- **迁移学习：**迁移学习技术允许在一个环境中学到的知识和经验迁移到另一个环境中，加速新场景下的学习和适应性。
- **虚拟测试与仿真：**利用虚拟测试和仿真环境，可以更经济地进行大规模训练和测试，以提高自动驾驶系统的鲁棒性。
- **闭环学习：**闭环学习通过在真实道路上收集数据并将其反馈到系统中，实现对系统的实时优化和改进。

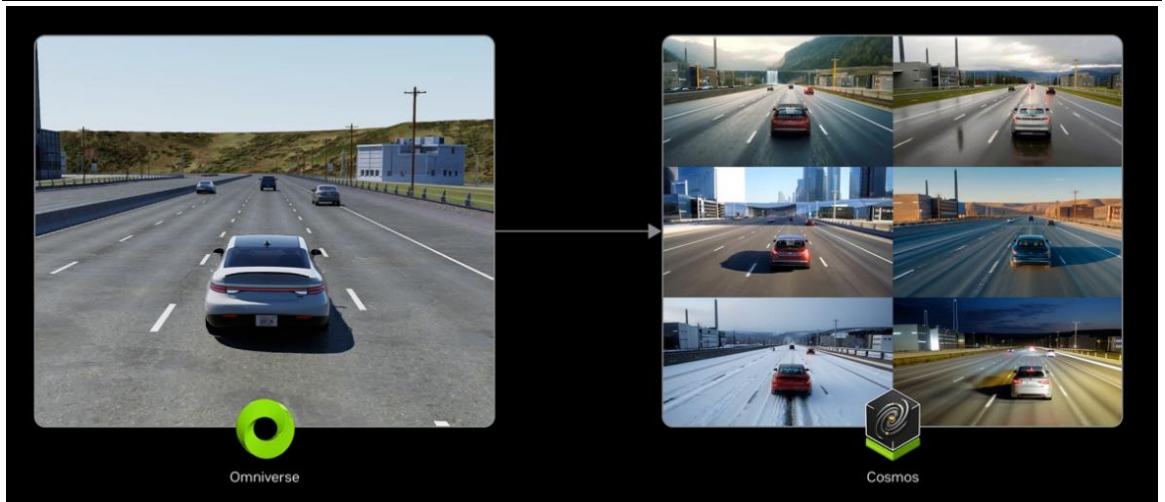
世界模型成为知识驱动范式的重要技术，并开始得到主机厂的应用。

世界模型是什么？世界模型的本质是基于神经网络的模型，能够建立环境状态、动作选择和反馈奖励之间的关联模型，直接指导智驾系统的行为决策。同时，世界模型也能搭建接近真实动态的虚拟交互环境，为强化学习提供闭环训练的场地——通过在模拟环境中接受奖励反馈，不断优化策略。

通过世界模型，端到端大模型的两大核心能力有望得到显著提升：感知能力方面，对车辆、行人、障碍物等环境要素的识别精度和理解能力；预测能力方面，对其他交通参与者行为意图的预测准确性提高。

世界模型的运作流程如下：世界模型从文本/图像输入数据，生成详细的视频，并通过将其当前状态（图像/视频）与动作（提示/控制信号）结合起来预测场景的演变。世界模型能够想象许多不同的环境，并可以模拟未来，以帮助智驾系统开发者做成更好的策略。

图表 17.英伟达 COSMOS 世界模型生成的不同驾驶场景示例



资料来源：英伟达，中银证券

重要主机厂已开始应用世界模型技术。华为近期发布的“乾崮智驾 ADS 4”，在其“世界引擎+世界行为模型 WEWA”技术架构中，云端的“世界引擎”负责生成各类极端罕见的驾驶场景，来训练车端的智驾策略；小鹏近期发布的云端世界基座模型以大语言模型为核心架构，通过海量优质多模态驾驶数据完成训练，具备视觉语义理解、逻辑链式推理和驾驶动作生成能力。

未来展望：世界模型+纯强化学习或成 L4 级智驾的方案，竞争壁垒或变成世界模型精度

在应对 L4 级别的挑战时，如何达成大幅超越人类水平的智能驾驶能力成为核心议题。根据小马智行 CTO 楼天城表述，L2 级别到 L4 级别的 MPCPI 需求将从百公里级别提升至 10 万公里级别，因此 L4 要求远超人类的驾驶水平。从技术路线上看，模仿人类优秀司机的范式无法支撑，或从纯强化学习入手。

我们通过全球 L4 级别智驾的领先企业小马智行的技术分享，一睹 L4 级别智驾技术路线的差异。

小马智行：全球 L4 级别的代表企业，Robotaxi 已上路运行

小马智行成立于 2016 年，致力于提供安全、先进、可靠的全栈自动驾驶技术，实现未来交通方式的变革。从技术路径看，小马智行是全球极少数创业之初就坚持 L4 级智驾的企业，并极度专注至今。

早在 2016 年，智能驾驶行业面临渐进式（从 L2 逐步升级至 L4）与跨越式（直接攻关 L4）的路线选择问题时，特斯拉等大多数主机厂选择了渐进式路线，小马智行、Waymo 等企业则选择了跨越式路线。截至 2024 年 11 月，全球跨越式路线走到运营 Robotaxi 阶段的企业仅剩 3 家：Waymo、百度和小马智行。

而自从 2023 年起，小马智行来到了规模化的商业化阶段，可视为初步跑通从研发到落地的循环。根据晚点 Auto 报道，截至 2024 年，小马智行在北京、广州和深圳，均已开始 Robotaxi 全无人商业收费。2024 年 6 月，小马智行宣布开启大兴机场自动驾驶接驳的收费服务，并成为北京首批取得自动驾驶高快速路商业化试点的公司。提前一天预约接送机，即可从亦庄区域内 1000 多个站点往返大兴机场出行。

图表 18. 小马智行发布第七代 Robotaxi 智驾车型



资料来源：南方日报，小马智行，中银证券

L4 级别与 L2 级别智能驾驶技术路线不通用，世界模型成为重点

在探索 L4 技术路径的过程中，小马智行经历了从模仿学习转向强化学习的转变。

早在 2020 年前，小马智行用模仿学习的范式探索 L4 级智驾方案，通过搜集海量人类驾驶数据，学习人类司机怎么开车，这一技术路径与前文中主流的端到端路线一致，但是遇到瓶颈。而后小马智行走向了强化学习的范式，通过构建虚拟环境，让驾驶策略在该环境中不断试错与进化。相当于建立一个生产智能驾驶系统的“工厂”，这个工厂的产品就是 L4 级智能驾驶系统。

小马智行认为 L4 级和 L2 级智驾技术路径存在根本区别，L2 级别优化得越好，离 L4 级别越远。

具体而言，L2 和 L4 级别智能驾驶训练方法分别为 Learning by Watch（模仿学习）和 Learning by Practice（强化学习），前者即流行的端到端架构，如本章第二节表述，主要是模仿学习的思路，通过学习“传感器数据”与“人类驾驶轨迹”的海量对照，让车端模型能够做到输入传感器的数据，输出合理的驾驶轨迹。后者的关键是通过 AI 生成技术，构造训练车端模型的环境，包括道路情况、路上其他车辆和行人的行为、各主体间的交互，然后用强化学习的方法，让智驾系统自己在这个训练环境里不断试错，自己进化。

但小马智行 CTO 楼天城认为，目前 L2+主流的技术路线，无法达到 L4，甚至 L2 级别优化得越好，离 L4 级别越远。当目前主攻 L2 级别自动驾驶的企业未来转型 L4 级别时，需要另起炉灶来做，因为技术复用性低。

为什么 L2 级别主流的技术范式，无法延展到 L4 级别使用？

根据楼天城接受《晚点》采访时表述，主要为以下 3 点原因：

1. **模仿学习只能学到驾驶结果，难以学到驾驶意图。**因为无法搜集司机驾驶意图的数据，模仿学习只能学习车是怎么开的，无法学习司机怎么想，因此陷入知其然，不知其所以然的情况。可能会造成错误，或难满足 L4 级别要求。
2. **用户对人开车和智驾系统开车的要求双标。**用户能够接受人类司机因为身体问题失去驾驶能力，但却不接受同样情况下智驾系统失效，比如鬼探头场景，人类司机尽力了有时可以无责，但是不接受 AI 能力仅限于此。因此，即使智驾系统能够模仿优秀司机在特殊情况下的操作，依然达不到用户对 L4 的要求。
3. **端到端的开环训练或导致反向优化。**真实世界司机驾驶的时候，需要眼观四路、耳听八方，不仅是依靠传感器的数据，还依靠一些传感器没法得到的非视觉数据，比如基于多年驾驶经验的直觉和综合判断。典型案例是，越优秀的司机，让他用纯传感器数据开车，其决策偏差就越大。因此仅从传感器数据模仿学习的策略，会导致智驾系统和人类司机实际的输入偏差比较大。

根据楼天城观点,其背后实质是L2级和L4级智驾的价值目标不同。L2级别智驾的价值是提供帮助;而L4级别智驾的价值是减少人工需求。所以L2对成本和应用范围很敏感,但对智驾性能上限要求不高,能有帮助即可;而L4则把安全性设为最大的优化目标,需要极致性能。在这个要求下,在L2+范式时能够接受的一些性能不足到L4则变得不可忍受,而由于上述3点原因,L2级别的范式难以提升,因此需要找寻新的路径。

图表 19.小马世界模型 PonyWorld 和虚拟司机 Virtual Driver



资料来源:智能车参考,小马智行,中银证券

如何解决?借助世界模型的强化学习成为解决方案。

这里世界模型成为关键。

小马智行搭建“世界模型”的四个要素:数据生成器(生成场景数据)、驾驶行为好坏的评估体系、高真实性的仿真、数据挖掘工具和引擎。

数据生成效果如何?有了数据生成能力后,数据量不再成为瓶颈。2019年之后小马智行开始使用生成数据,不全是生成数据,也会用到真实数据。业界常常担心,相比实际数据,生成数据可能覆盖不了常规场景或 corner case,但根据小马智行的经验,如果生成器做得好,数据的覆盖率和一致性可超过路采数据。

评价体系如何做?通过推演未来判断当下决策。通过一个虚拟环境(世界模型)去模拟未来,就能反过来评价当下的判断对不对。在驾驶任务里,当下时刻的驾驶策略(如加减速、转向灯)是否正确,在预测时是没法判断的,但在环境里是可以知道的,因为世界模型可以根据当下决策模拟5-10秒后的环境,通过奖励函数(如是否碰撞等)来判断当下决策的优劣。

基于世界模型的工厂能力,车载模型能够学习驾驶意图和决策,逐步建立对复杂驾驶情境的理解和应对能力,最终实现全场景、全天候的无人驾驶。这为即将到来的 Robotaxi 规模化运营,提供了可自我迭代的技术基座。

竞争重心转移:从车端模型转向“模型工厂”,世界模型的精度成为新壁垒

根据小马智行的经验,对于以模仿学习为主的L2+级别智驾来说,数据量和算力是关键;对于面向L4的强化学习来说,世界模型的精度成为关键。以形象的例子来看,世界模型是生产车端模型的工厂,L4级别智能驾驶技术的真正差别在“工厂”的精度,因为它决定了训练出来车端模型的上限。

具体来看,世界模型精度差异包括但不限于:

- 生成数据/场景的真实性如何。若仿真的场景与真实差异太大,生产的策略效果难以保证;
- 不同驾驶主体的交互行为设计的质量。真实世界中,驾驶决策会与其他主体的行为产生互动博弈,如超车时对方车辆会让行的概率多大,不让行该如何处理等;
- 长尾场景的覆盖情况。世界模型不能生成不可能发生的事情,又要确保生成小概率但会真实发生的场景,很考验对事件整体概率分布的理解;

- 要兼顾人对 AI 行为的接受度。某些人驾驶能够接受的行为，在 AI 发生时不可接受，这样的特殊案例需要兼顾。

总体来说，L4 级别智驾企业的竞争壁垒可能发生变化，数据与算力可能不再是瓶颈，但是对世界模型设计经验的积累、世界模型的精度，可能成为新的壁垒。

案例：从理想 MindVLA 模型架构、训推过程看智驾技术落地的最近进展

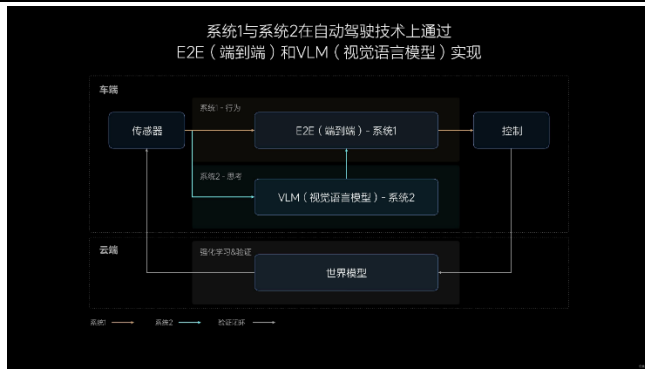
我们以近期理想汽车披露的 MindVLA 为案例，详细介绍理想汽车在智驾系统构建方面的技术，以此来一窥业内领先的主机厂最新智驾产品的技术进展。

一年内，理想先后发布行业首创的“端到端+VLM”双系统架构和 MindVLA 架构

近期理想汽车的智驾系统迭代速度很快，一年时间内先后推出了端到端+VLM 双系统和 VLA 系统。

2024 年 7 月，理想发布行业首创的端到端+VLM 双系统智能驾驶架构，并于 10 月 23 日实现将此智驾方案全量推送。

图表 20.理想端到端+VLM 双系统架构展示



资料来源：理想汽车，中银证券

图表 21.理想端到端+VLM 双系统运行案例展示



资料来源：理想汽车，中银证券

端到端+VLM 的运行架构如上图所示。整个决策体系由两套系统构成：

- **系统 1** 是用来快速响应常规驾驶问题的端到端模型，可类比于人类的快速决策的行为系统。这是一个 4D One Model 端到端架构，感知方面通过摄像头、激光雷达数据抽取 BEV 特征，但加入时序记忆以构成 4D 特征，决策方面通过模仿学习和强化学习相结合的训练方法，形成一个 4D 端到端模型；
- **系统 2** 是一个 22 亿参数规模的 VLM，可类比于人类的应对复杂情况的慢思考系统。其具备复杂环境理解能力（可识别坑洼、标牌、交警手势等）、读懂导航地图的能力（比如主辅路走错的情况下，判断该怎么办）、交通规则的理解能力。

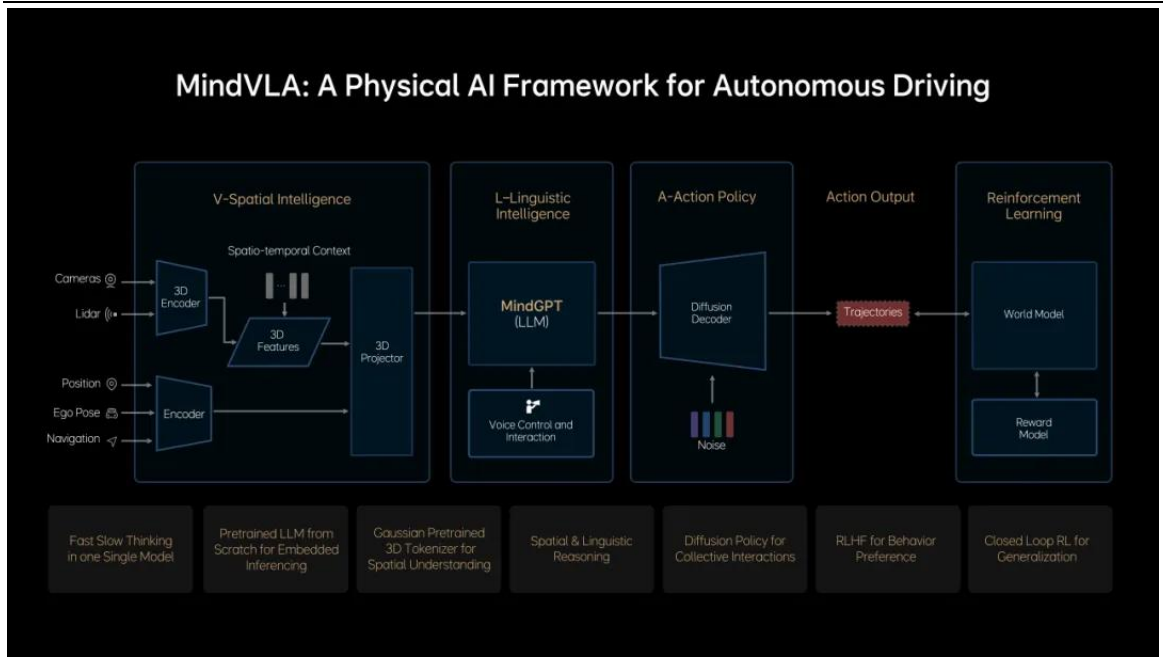
驾驶时，约 95% 的驾驶场景由系统 1 直接完成；另有约 5% 的复杂场景系统 1 无法完成时，需要系统 2 来参与理解和判断。比如面临潮汐车道的标牌时，不仅要看清楚图片，还要理解图片上面的字，然后做出相应判断，这时就需要系统 2 参与。

图表 24 是理想端到端+VLM 的一个运行案例，当系统 2 通过传感器判断前方路面坑洼，产生减速行驶的决策，以减少乘客颠簸；系统 1 接受系统 2 的建议，将时速从 40 公里/小时降低到 32 公里/小时。

2025 年 3 月 18 日，理想汽车自动驾驶技术研发负责人贾鹏在英伟达 GTC2025 大会发表主题演讲《VLA: 迈向自动驾驶物理智能体的关键一步》，分享了理想汽车对于下一代自动驾驶技术 MindVLA 的最新思考和进展；随后，2025 年 5 月 7 日，理想汽车创始人、CEO 李想在“理想 AI Talk 第二季”具体讲解了理想 VLA（又称“司机大模型”）的训练和推理方法。李想表示此 VLA 模型支持的辅助驾驶系统将在 2025 年 9 月前正式上车。

MindVLA 不是简单将端到端模型与 VLM 模型结合在一起，而且所有模块都是全新设计。

图表 22.理想 MindVLA 架构展示



资料来源：理想汽车，中银证券

理想 MindVLA 的模型架构如上图所示。

具体来看，分三个前后串联的模块：

- 视觉空间智能（V-Spatial Intelligence）部分：3D 空间编码器将摄像头、激光雷达数据感知的 3D 数据和自车位置、位姿、导航信息等的 2D 数据进行编码；
- 语言智能（L-Linguistic Intelligence）部分：大语言模型（MindGPT）同时接受 3D 空间感知结果和乘客的语音控制指令，做融合处理；
- 行动策略（A-Action Policy）部分：经逻辑推理后给出合理的驾驶决策，输出一组 Action Token（动作词元），Action Token 指对周围环境和自车驾驶行为的编码，然后利用 Diffusion 将 Action Token 解码成优化的驾驶轨迹（Trajectories）。

整个推理过程都发生在车端，并且要做到实时运行，对车载算力和时延优化均有较高要求。

从端到端+VLM 到 VLA，区别在哪？

一方面，语义推理空间与轨迹规划空间更加紧耦合，提升了模型泛化性能。与之前的框架契合，理想从端到端+VLM 向 MindVLA 的升级，符合从 VLx 与经典端到端松耦合的范式走向 VLx 与轨迹规划紧耦合的范式的转变，因为前者解耦了语义推理空间和轨迹动作空间，阻碍了轨迹优化和 VLM 推理过程间的协同优化，因此没有充分利用 VLM 对端到端规划的能力；而后者将语义推理空间和轨迹动作空间融合在一起，因此能够将策略优化得更好。

另一方面，双系统存自身限制。根据佐思汽研分析，端到端+VLM 架构存在两个明显的限制：

1. 双系统采用单一处理流程，将相机、激光雷达、自车姿态和导航信息输入，通过 3D 编码器和动作解码器直接输出轨迹。因为端到端模型基于判别式 AI 而非生成式 AI，不具备通识和常识推理能力，只能应对已经学习过的场景，在长尾场景下泛化能力不足。这种方法虽然简洁，但在处理空间理解和语言交互方面存在局限性；
2. 双系统结构在借助 VLM 对端到端系统开展语义理解工作时（即双系统通信时），技术层面有一些不足。当下视觉语言模型的输入数据较为单一，主要依靠前摄像头获取的 2D 平面数据，而车周和后视摄像头提供的全方向环视信息并未被有效纳入。由于 VLM 在 3D 空间理解能力上存在明显短板，而这是指导轨迹输出所必须的核心技术要素。

MindVLA 架构强化了 3D 空间信息的处理（3D Tokenizer）、语言模型的场景理解（MindGPT）及集体行动的生成能力（Collective Action Generator），使得 MindVLA 在保持强大空间语言推理能力的同时，实现了视觉、语言、动作三个模态的特征在统一空间的集体建模与对齐，有望解决复杂场景下的智能决策需求。

理想 MindVLA 是如何训练的？

理想汽车 CEO 李想称其 MindVLA 为“司机大模型”，其推理与训练过程分为四个阶段：VL（视觉语言）基座预训练、辅助驾驶后训练、辅助驾驶强化学习、司机智能体训练。

图表 23.理想 MindVLA 训练与推理的四个阶段



资料来源：理想汽车，中银证券

第一阶段：VL（视觉语言）基座预训练，这一阶段属于自监督学习。

这一步首先训练一个云端的 VL 基座大模型，然后蒸馏至车端 VL 小模型。截至 2025 年 5 月，理想的云端大模型是 320 亿稠密参数的大模型，蒸馏后，成为 36 亿参数规模的 MoE（混合专家）模型，可以部署在汽车上使用。

理想在这一阶段的创新，主要是云侧的 VL 大模型与其他开源 VLM 模型的数据和训练方法有区别，具体体现在 3 个方面：

- 1) 视觉语料有区别。理想 VL 基座大模型需要放入更多视觉语料，包括 3D 视觉语料、高清 2D 语料；而此前的多模态开源 VLM（视觉语言模型）的数据集，一般不包含 3D 视觉娱乐，同时 2D 视觉语料的清晰度较低，并且看的距离不够远，直接应用于车端效果不佳；
- 2) 文本语料有区别。在语言模型的训练时，理想会加入足够多跟驾驶、交通规则相关性高的语料，在智驾知识方面的语料比例较传统大模型更高；
- 3) 联合语料的区别。理想 VL 基座大模型加入很多 VL（即视觉和语言两个模态）联合语料，同时增加 3D 图文的联合数据，这是传统 VLM 模型不具备的。

这一阶段有两个重要问题：

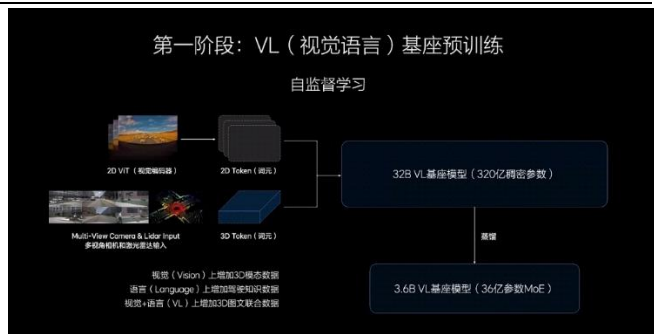
- 1) 为什么主机厂需要自研 VL 基座大模型？

主要为了针对车端场景优化。因为目前通用的 VLM 大模型，缺乏更专业的汽车领域、交通领域、家庭场景的语义语料，对于通用 VLM 大模型而言，既缺少这样的数据、也没有这样使用场景，因此通用 VLM 在智驾场景的使用效果必然不如自研 VLM 基座大模型。

- 2) 为什么要采用 MoE 架构？

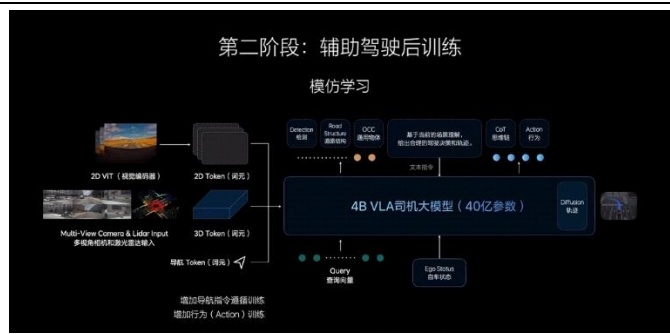
主要为了降低时延。因为目前算力芯片（双 Orin-X 或 Thor-U）的帧率达不到要求，即现有车端算力芯片输出 Token 的速度不足以支撑驾驶需求；而采用 MoE 架构后，可有效降低每次计算时激活的参数数量，满足车端对低时延的需求。

图表 24.理想 MindVLA 第一阶段：VL 基座预训练



资料来源：理想汽车，中银证券

图表 25.理想 MindVLA 第二阶段：辅助驾驶后训练



资料来源：理想汽车，中银证券

第二阶段：辅助驾驶后训练，该阶段以模仿学习范式为主。

这一阶段训练目的是把 Action（动作）模态加到模型中，让 VL 模型变成 VLA 模型。这里后训练本质是模仿学习，通过模仿人类驾驶数据，形成 VLA 的端到端驾驶策略。以例子来理解，类似人类学车时，到驾校学习开车的经验。加入 Action 模态后，模型参数规模从 36 亿扩大到约 40 亿。

这里 MindVLA 控制了思维链（COT）长度，一般仅限 2~3 步，因为思维链太长会导致延迟太长，没法满足交通场景下对时延的要求。

在完成驾驶 Action 后，MindVLA 会用 Diffusion 模型预测未来 4~8 秒的交通环境和自车轨迹的演变，为接下来可能的交通情况做预备。

第三阶段：辅助驾驶强化学习，分为人类偏好对齐（RLHF）与纯强化学习（RL）两部分。

第一部分先做 **RLHF**（基于人类反馈的数据），其目的是让 MindVLA 的驾驶习惯融入中国驾驶社会，能够被路上其他驾驶员所接受。这包括人类驾驶习惯的对齐（比如当车辆处于什么样的情况人类会接管/不会接管）、安全的对齐（比如要遵守的交通规则）、中国驾驶习惯的对齐等。

第二部分是纯粹的 **RL**（强化学习），其目的是为了 Let MindVLA 驾驶水平超过人类，采用世界模型生成的数据来做训练。这部分训练时，不再给人类反馈，只给驾驶结果反馈，让 MindVLA 自己在仿真器中做闭环强化学习。

一般在强化学习时，需要考虑奖励函数的设置。在理想 MindVLA 的训练过程中，会根据三类反馈设置奖励函数，分别是：

- 1) 驾驶舒适度。可以通过加速度值（即车端 IMU 等参数）来判断驾驶舒适性，驾驶过程中实现更符合人类驾乘舒适度的加速度值给高反馈，否则给低反馈；
- 2) 碰撞事故。如果驾驶途中没有与其他物体碰撞就给高反馈，否则给低反馈；
- 3) 交通规则。如果驾驶途中未违反交通规则就给高反馈，否则给低反馈。

通过这三个阶段创新性的预训练与后训练方法，理想让 MindVLA 实现了卓越的泛化能力和涌现特性，能够在驾驶场景下实现优异的表现。

图表 26.理想 MindVLA 第三阶段：辅助驾驶强化学习



资料来源：理想汽车，中银证券

图表 27.理想 MindVLA 第四阶段：司机智能体训练



资料来源：理想汽车，中银证券

第四阶段：司机智能体训练，用于提升乘客交互体验。

这一阶段的优化目的，是让 MindVLA 能够更好地跟人类协同工作，提升用户体验。理想希望借此将 MindVLA 打造成“听得懂、看得见、找得到”的专职司机：

- 听得懂：指用户可以通过语音指令改变车辆的路线和行为。例如在陌生园区寻找超市，只需要通过理想同学对车辆说：“带我去找超市”，车辆将在没有导航信息的情况下，自主漫游找到目的地；
- 看得见：指 MindVLA 具备强大的通识能力，不仅能够识别星巴克、肯德基等不同招牌，也可以通过用户发送的环境照片，通过自动搜寻照片的位置的方式，来主动寻找用户；
- 找得到：指搭载 MindVLA 的车辆可以在地库、园区和公共道路上漫游，依赖 MindVLA 的空间理解和逻辑推理能力，来完成“去找个车位停好”这样的指令。

具体设计方面，理想将用户指令分为两类：一类是通用的短指令，理想 VLA（司机大模型）直接处理，不需要经过云端；另一类是复杂的任务指令，理想 VLA 会先将指令上传到云端的 32B VL 基座大模型，做长任务拆解，拆解至多个短指令，然后再交给车端 VLA（司机大模型）来执行。

经过如上四个阶段，最后交付到用户手里的产品，是一个完全体的“司机大模型”：能够像人类司机一样理解物理世界、像人类司机一样开车、像人类司机一样跟人沟通的智能驾驶模型。

商业篇：竞争、监管、应用同时加速，L3 落地在即、L4 初现曙光

2025 年年初以来，智驾产业迎来较多重大变化，车企竞争、监管政策、商业变现方面都发生较大变化，推动高阶智驾加速落地。

商业竞争：智驾成为车企品牌的核心差异化，平权和升规同时加速渗透

早在 2018 年，比亚迪提出“电动化是上半场，智能化是下半场”，代表了车企的对于未来行业竞争着力点的判断。行至 2025 年，中国乘用车的电动化程度已经较高，根据第一电动援引乘联会的数据，2024 年国内新能源车零售 1089.9 万辆，新能源渗透率达到近 47.6%。

在中国乘用车竞争的下半场，品牌差异或将由智能化体现。2025 年以来，我们看到车企智能化的竞争愈发激烈，同时体现了智驾普及和性能升规的趋势。

25 年初以来，比亚迪等车企推动智驾下放至 10 万元车型，加速高阶智驾普及

2025 年起，国内 OEM 纷纷发布智驾普及战略。2025 年 2 月，比亚迪宣布全系车型将标配“天神之眼”智驾系统，实现了 10 万元以上车型（2025 款）即全系标配高速 NOA、城区 NOA 也下放至 25 万元以下（21.68 万元的海豹 650 智驾版成为入门车型）；长安发布北斗天枢 2.0 战略，并宣称将于 2025 年 8 月将智驾车型覆盖到 10 万元级车型；2025 年 3 月，吉利发布“千里浩瀚”智驾解决方案，划分了 H1~H9 五大层级。

图表 28. 比亚迪海洋系列将智驾车型价格下沉至最低 6.98 万元



资料来源：比亚迪汽车，中银证券

根据佐思汽研统计，外资也在积极跟进智驾普及的战略。2025 年 3 月上市的丰田铂智 3X，售价 15 万元内，已经搭载激光雷达+端到端智驾方案；2025 年 4 月上市的东风日产，由 Momenta 联合开发的 N7 智驾系统，同样布局高速领航 NOA、城市记忆领航 NOA 和全场景智能泊车等功能。

图表 29. 2025 年以来部分车企智驾系统及对应车型价格

车企	智驾系统	核心内容	技术特点	价格区间	发布时间
长安	北斗天枢 2.0	从 2025 年全系标配开通智驾接口。2025 年 8 月将智驾覆盖到 10 万元级车型,2026 年实现全场景 L3 级;2028 年实现全场景 L4 功能	基于 SDA 平台和天枢大模型,实现“感知-决策-执行”全链路闭环,推动智驾技术标准化和法规完善	全系车型	2025 年 2 月
比亚迪	天神之眼	高阶智驾系统“天神之眼”将成为标配,未来 2-3 年内普及至全系车型	采用多目摄像头和激光雷达,支持高速 NOA、城市 NOA 等功能,强调“加配不加价”的高价值产品优势	7-30 万	2025 年 2 月
吉利汽车	千里浩瀚	发布五级智驾方案(H1-H9),覆盖从入门级到高端车型的全系列产品	自研全域 AI 智能战略,采用端到端技术、视觉语言模型等前沿技术	7-30 万	2025 年 3 月
零跑 B10	LEAP 3.5 架构	功能涵盖高速领航、城市记忆领航、自主变道、超车、微避障	高通 8650 芯片,算力 50-100TOPS,传感方案 3R11V12U1L(禾赛)	10.98~13.98 万	2025 年 3 月
丰田铂智 3X	第三方(Momenta 5.0)	功能涵盖高速领航、城市领航(无需记忆路线)、自动超车、进出匝道、智能泊车等	英伟达 Orin-X 芯片,算力 254TOPS,传感方案 3R11V12U1L(速腾聚创)	10.98~15.98 万	2025 年 3 月
东风日产 N7	天演架构	功耗涵盖高速领航、城市记忆领航、全场景智能泊车	与 Momenta 联合开发,采用高通骁龙 8295P 芯片	15~20 万	2025 年 4 月

资料来源: 佐思汽研《中国汽车智驾技术与数据趋势月度监测报告(2025 年 4 月版)》, 中银证券

我们预计出于竞争压力，未来高阶智驾的搭载率有望大幅提升。

目前高阶智驾的搭载率仍较低。根据高工智能汽车研究院数据，2024 年中国市场（不含进出口）10 万元以上新能源乘用车交付 848.64 万辆，约占全部新能源乘用车交付量的 80%，其中高速 NOA 标配率约 21%，2024 年全年中国市场（不含进出口）全部乘用车标配交付 NOA 不到 200 万辆。

2025 年来，随着比亚迪快速将智驾下放，若其他车企在新能源车型的智驾策略跟随比亚迪，未来市场空间有望获得较大增长。

另一方面，各 OEM 亦积极拓展性能上限，技术初步成熟，静待 L3 级智驾上路

2025 年，多家车企密集宣布 L3 级有条件自动驾驶的量产计划，如华为、小鹏、比亚迪等多家车企，明确表示将 2025 年作为加大布局 L3 级有条件自动驾驶商业化的重要年份。

图表 30.国内主要车企规划 L3 级别智驾量产时间

车企	智驾系统	规划 L3 级量产时间
华为	ADS 4.0 Ultra	2025Q3
广汽	星灵智行	2025Q4
奇瑞	猎鹰智驾	2026
极氪	千里浩瀚 H9	2026
小鹏	XPENG	2025 年底
长安	北斗天枢	2026

资料来源: 焉知汽车、佐思汽研，中银证券

根据焉知汽车、佐思汽研等统计，明确计划在 2025 年至 2026 年将 L3 级智驾技术量产落地的车企达到 6 家，或在各自智驾系统的高配版本中率先量产。我们以华为 ADS 4 为例说明 L3 级别的架构和功能细节。

华为发布 ADS 4 乾崮智驾，在最高配的 Ultra 版首发高速 L3 方案。

2025 年 4 月 22 日，华为发布最新一代高阶智能辅助驾驶系统 ADS 4 乾崮智驾系统，并在行业内首发高速 L3 解决方案。ADS 4 分为 ADS SE 基础版、ADS Pro 增强版、ADS Max 超阶版和 ADS Ultra 旗舰版四个版本，其中 ADS Ultra 旗舰版支持高速 L3 商用，2025 年发布后计划第三季度首批车型完成升级，还计划实现高速 L3 商用/城区 L3 商用试点。

图表 31. 华为 ADS 4 乾崮智驾系统 Ultra 版支持高速 L3



资料来源：华为，中银证券

图表 32. 华为 ADS 4 乾崮智驾系统采用 WEWA 架构



资料来源：华为，中银证券

架构方面，华为乾崮 ADS 4 采用世界引擎+世界行为模型的 WEWA 架构（注：WE，World Engine，即世界引擎；WA，World Action Model，即世界行为模型），端到端时延降低 50%，通行效率提升 20%，重刹率降低 30%。

世界引擎可利用 AI 生成难例扩散模型，提供高质量、高密度的难例场景，其难例场景密度是真实世界的 1000 倍，有助于缓解行业难例数据不够的瓶颈；世界行为模型是智驾原生基模型，具有全模态感知能力，能够处理激光雷达、摄像头、分布式毫米波等模态信息，可以根据不同场景调用不同的能力。

安全方面，防碰撞系统升级为全维防碰撞系统 CAS 4.0，以全时速、全方向、全目标、全天候、全场景五维安全为目标，持续增强主动安全能力。全新首发的高精度固态激光雷达、舱内激光视觉传感器、分布式毫米波雷达将显著提升车辆感知能力，实现路面自适应 AEB、智驾爆胎稳定控制辅助、驾驶员失能辅助、哨兵模式增强等。车位到车位体验得到升级，将支持高速公路收费站 ETC 通行、车位到车位切换泊车代驾 VPD 功能，支持地下停车场跨层通行、代客充电等功能。

政策监管：全球智驾政策从试点转向推广应用，国内首次放开 L3 级乘用车上路

中美为全球智能驾驶政策先发者，从试点落地走向推广应用

根据中国信通院统计，截至 2024 年 12 月，全球尚未有任何国家成功建立起将“智能驾驶车辆”明确界定为道路交通参与者的政策法规体系。现阶段，主要国家和地区正依据各自的产业基础，不断推进并优化现有汽车监管框架下的政策与法规，旨在促进自动驾驶产业的蓬勃发展同时确保其规范性与安全性。

中美两国最早将发展智能网联汽车作为国家战略。美国交通部在 2016 年就发布了全球首个无人驾驶汽车政策性文件《联邦自动驾驶政策》，中国在 2017 年发布的《汽车产业中长期发展规划》也提出了推动智能驾驶的发展。

中美两国在智能驾驶领域的政策框架和演进阶段大体相同，未来都将聚焦智驾的推广应用。中美在智驾领域的政策部署都分为顶层设计、试点落地和推广应用三个阶段，目前中美在前两阶段的政策相对完善，接下来的重心将聚焦智驾的推广应用阶段，支持扩大应用场景和范围、普及智驾认知、推动立法成为主要方向。

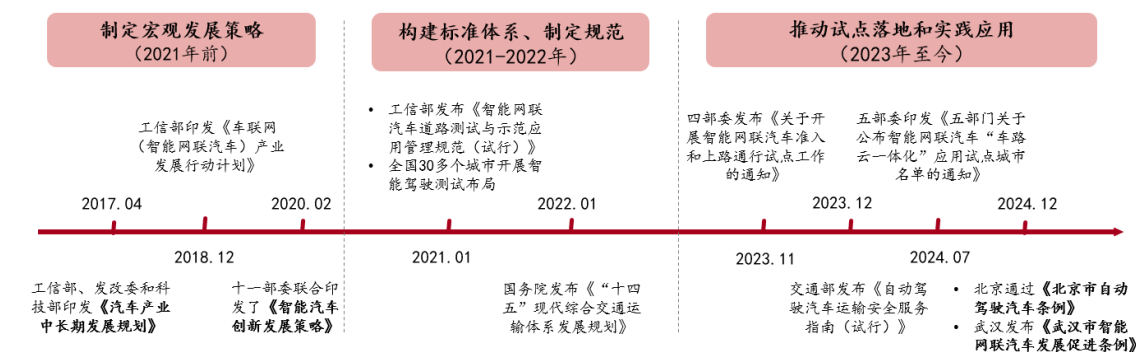
具体而言，现行智能驾驶的政策法规体系，主要围绕车辆强制标准、道路交通合法身份、测试和示范应用管理等方面开展，包括：

- 1) 通过修订《道路交通安全法》等相关法律法规，为道路测试、应用示范和规模化商用的自动驾驶车辆赋予依法合规的上路身份；
- 2) 通过调整车辆强制安全标准等措施，为不满足人类驾驶员操作规则的新形态-自动驾驶车辆提供更为灵活的监管环境；
- 3) 通过完善车辆示范应用管理的政策法规，稳步推进拓展自动驾驶车辆的运行范围，并且确保技术产品的安全落地应用。

中国：国家和地方并行推进，政策重心由道路测试转向试点落地和实践应用

中国采取国家和地方政策并行推进的路线，国家层面制定整体政策框架，各地方根据实际情况细化落实，汽车工业和智能化产业较发达地区通常政策会更加宽松，例如北上广深、武汉、重庆等地区，政策支持力度较大。截至 2024 年，中国已有 50 余个省市发布了自动驾驶道路测试与示范应用的实施细则，累计开放测试示范道路 3.2 万多公里，发放测试示范牌照超过 7700 张。

图表 33. 中国智能驾驶的政策重心转向试点落地和实际应用



资料来源：中国平安财险、汽车之家等《中国智能驾驶商业化发展白皮书(2025)》，中银证券

国内汽车主动安全要求升级，自动紧急制动系统(AEBS)将转为强制标配。根据证券时报报道，2025年5月中旬，强制性国家标准《轻型汽车自动紧急制动系统技术要求及试验方法》完成起草，进入公开征求意见阶段。自动紧急制动系统是一项汽车主动安全技术，可以通过雷达测出前方车辆或障碍物之间的距离，并利用数据分析模块将测出的距离与警报距离、安全距离进行比较，小于安全距离时将自动紧急刹车或使车辆减速，从而保障安全出行，减少事故发生。

对比现行标准，该标准由推荐性转为强制性，且适用范围有所扩大，这意味着，未来所有的乘用车必须安装自动紧急制动系统。我们认为 AEBS 强制标配能够有效减少驾驶员走神、疲劳驾驶等原因引发的追尾、碰撞事故，进一步完善国内智驾政策。

美国：联邦与地方政府两级管理，加州是智能驾驶法规创新的先锋，推进智驾创新与落地

美国坚持联邦政府加地方政府两级管理架构的模式，联邦政府出台智能驾驶产业政策、强化产业合作标准研制、加强监管能力建设、组织合作交流论坛等；地方政府大胆开展先行先试，在政策、法规、监管等方面加速突破，极大促进了智能驾驶产业的规模化应用。2023年以来，美国有23个州提出了近百个与智能驾驶有关的法案，加州是智能驾驶法规创新的先锋。

加州多措并举，在法律法规层面进行突破，在促进技术创新的同时，确保消费者权益和公共安全。一是加强监管力度规范智能驾驶商业宣传。加州参议院1398号法案提出，要求车企对智能驾驶辅助功能的能力和限制做明确说明，确保消费者不被误导；二是释放支持智能驾驶发展的强烈信号。2023年9月，加州州长否决了要求所有重量超过10,000磅的无人驾驶车辆必须配备人工安全员的法案，展现了支持智驾的决心。三是加强智能驾驶安全监管规则建设，确保其安全融入交通系统。四是强化智能驾驶碰撞事故管理工作。A2286法案和A3601法案提出，无论智能驾驶汽车处于测试或部署阶段，制造商必须报告在公共道路上发生的所有碰撞事故。

今年初，国内首次放开L3级乘用车上路

2025年4月1日，《北京市自动驾驶汽车条例》(以下简称《北京条例》)正式实施，该条例首次针对L3级别以上的个人乘用车自动驾驶测试上路做出了具体规定，同时也对自动驾驶车辆交通事故责任划分进行了细化，并明确可以追究软件开发以及车辆制造方的相关责任。

此次《北京条例》中，“第四章-上路通行管理”中明确规定了五种自动驾驶允许上路的情况，包括1、个人乘用车出行；2、除校车业务以外的城市公共汽电车、出租车、汽车租赁等客运服务；3、除危险货物运输以外的道路货物运输；4、摆渡接驳、环卫清扫、治安巡逻等城市运行保障；5、国家和本市支持开展的其他应用场景。可以看出，量产车L3的落地是许可的首位，除了Robotaxi和Robobus之类的运营车之外，距离可落地L3乘用车的时刻越来越近了。

L3级自动驾驶车上路，有哪些步骤？

根据每日经济新闻，此次搭载L3级自动驾驶技术的车辆在上路前需进行道路测试和示范应用，需向相关部门提出申请，经审核批准后方可进行。

在 L3 级自动驾驶状态下，交通事故责任如何判定？

交通事故的责任认定属于国家立法权，地方立法无权单独做出具体规定。因此《北京条例》与国家相关法律法规进行了衔接与协调，同时根据地方实际情况对一些具体操作流程和要求进行了细化和补充。

图表 34. L3 级智驾发生交通事故的责任界定方式

责任界定	具体解释
驾驶人责任	如车辆发出接管请求或处于不适合自动驾驶状态，驾驶人应立即接管车辆，若未及时接管导致交通事故发生，需驾驶人承担相应责任
责任判断的具体规定	发生交通事故的相关企业和个人，应当配合公安机关交通管理部门的调查处理，并按照规定提供相应证据材料，公安机关交通管理部门按照国家有关规定调查和处理
数据作为责任认定依据	相关企业和个人，需提供事故过程信息或事故分析报告

资料来源：每日经济新闻，中银证券

本次《北京条例》出台的影响如何？

据北京市高级别自动驾驶示范区解读，该条例为 L3 级智能驾驶汽车的合法上路提供了法规依据，推动了自动驾驶技术的商业化落地。

我们认为，此次《北京条例》的正式施行，意味着 L3 级以上智驾级别的私家车首次被允许合法上路。不仅为自动驾驶技术的商业化应用铺平道路，还为汽车制造商和科技公司提供了明确的法规依据，推动其加速技术创新和产品研发。

国内各地区 L4 级无人驾驶运营用车的试点区域不断扩大

随着试点深入，各地区 L4 级智能驾驶车辆的试点范围不断扩大。

北京：推动“五站两场”在内的重点场站自动驾驶接驳场景开放。

北京自动驾驶领域发展走在全国前列。2020 年在亦庄规划建设了全国首个高级别自动驾驶示范区以来，北京已实现 600 平方公里车路云一体化基础设施覆盖。百度、小马智行、新石器 etc 等头部企业聚集北京，测试里程超过全国总里程的四分之一。

北京加速推动包含“五站两场”在内的重点场站等自动驾驶接驳场景的开放，包括大兴机场、首都机场、北京南站、丰台站、朝阳站、清河站和城市副中心站。未来，北京将有序推动自动驾驶汽车驶入更大范围、更广阔的场景，包括旅游、环卫、物流、园区等特色场景，同时，打造全市统一的自动驾驶汽车服务管理平台，推动自动驾驶汽车运行数据上传；构建统一的智慧交通和智能网联数据底座，推广智慧化线路规划、交通执法和信控优化，为大城市交通拥堵治理提供模版。

上海：测试范围进一步扩大。

为加快推进“全球领先的高级别自动驾驶引领区”建设，规范自动驾驶开放测试道路管理，上海市分阶段、分批次开放自动驾驶测试道路，形成了“全车型、全出行链、全风险类别、全测试环节和融合新基建基础设施”的“四全一融合”自动驾驶测试场景布局。

2025 年 3 月，上海市交通委等部门发布《关于划定浦东新区第三批自动驾驶开放测试道路的通知》，进一步扩大自动驾驶测试道路范围。本次划定的自动驾驶开放测试地面道路共 583 条、758.62 公里。

深圳：“AI 公交”驶上城市街头。

自 2024 年 8 月启动首条自动驾驶公交线路试运营以来，深圳目前已实现首批 4 条“AI 公交”线路常态化运营。

作为 AI 技术在城市交通典型场景应用的创新实践，深圳“AI 公交”将人工智能技术深度融入公共交通系统，集成了 L4 级无人驾驶系统，嵌入智能调度系统，融合了 5G 车路协同、多传感器融合感知、高精地图定位等前沿科技，能够实现毫秒级的路况响应与精准决策。

应用落地：L3 级智驾商业模式逐渐成熟，L4 级 RoboX 落地节奏加快

智驾的商业应用，分为 ToC 的乘用车服务与 ToB 的运营车服务

根据中国平安财险、汽车之家等机构发布的《中国智能驾驶商业化发展白皮书（2025）》，智能驾驶落地的商业场景分两类，一类是 ToC 端为主的私家车场景，关键参与者主要为车企，一般通过全栈自研的方式提供智驾解决方案，如特斯拉、小鹏、鸿蒙智行赋能的赛力斯、北汽等；另一类是 ToB 端为主的 Robotaxi 运营场景，关键参与者一般是车企-智驾科技公司-出行平台这样的“金三角”合作联盟，在智驾商业化初期共担费用和 risk，共享技术、数据和收益。

图表 35. 智驾的商业化路径分 ToB 和 ToC 两种

发展路径	主要落地场景	关键参与者	车企案例
渐进式 (从 L2、L3 到更高阶智驾)	ToC 端为主的私家车	车企	特斯拉、鸿蒙智行、小鹏汽车
激进式 (L4 和更高阶的智驾商业化)	ToB 端为主的 Robotaxi	车企-智驾科技公司-出行平台	广汽集团（埃安/如祺出行）

资料来源：中国平安财险、汽车之家等《中国智能驾驶商业化发展白皮书（2025）》，中银证券

ToC 的乘用车智驾商业模式，分买断制& 订阅制，近期面临免费模式的竞争

ToC 乘用车智驾一般以买断或订阅两种模式，我们以不同主流车厂的价格做介绍。

图表 36. 不同智驾品牌收费模式及价格

智驾品牌	特斯拉 FSD (2024 年 4 月)	华为 ADS 3.0	Xpilot 3.0
买断模式	8000 美元	1 万元。定价 3 万元，叠加 2 万元优惠券	2.2 万元（定价 3.6 万元，车辆交付前订阅可优惠至 2 万元）
订阅模式	99 美元/月	720 元/月；7200 元/年	1.2 万元/年，连续订阅 3 年可享受终身服务

资料来源：中国平安财险、汽车之家等《中国智能驾驶商业化发展白皮书（2025）》，中银证券

1) 特斯拉 FSD。特斯拉有三种不同等级的智能驾驶解决方案，即基础版 BAP、增强版 EAP、完全自动驾驶 FSD，其中 FSD 是其自动驾驶程度最高的产品。目前买断价格约 8000 美元，订阅价格为 99 美元/月。特斯拉的智驾方案中，BAP 和 EAP 已经在中国落地，FSD 可在购车时进行付费选装，待 FSD 引入中国时正式使用。BAP 作为最基础的辅助驾驶，所有特斯拉车辆都免费包含；EAP 和 FSD 则需付费购买。2024 年 4 月，特斯拉在美国取消 EAP 付费选项，仅保留 FSD 付费选项。中国官网显示，EAP/FSD 的付费金额分别为 32,000/64,000 元。

2) 鸿蒙智行。除鸿蒙智行全系车型外，阿维塔和深蓝品牌也配备了 HUAWEI ADS，并通过买断或订阅的方式向用户提供高阶智能驾驶功能的使用权。

华为 ADS3.0 高阶功能包的买断价格为 3 万元，订阅价格为 7200 元/年或 720 元/月，但由于华为为购车用户提供 2 万元的折扣券，所以实际购买价格为 1 万元。

3) 小鹏汽车。小鹏汽车的软件收费以买断制为主，车辆交付前购买的价格为 2 万元，订阅制为辅，订阅制为连续不间断付费 3 年后即可享受终身服务，更接近分期买断，而非订阅制服务。

竞争加剧下，零跑提出免费提供高阶智驾服务。

据零跑汽车公众号于 2025 年 4 月 1 日发布的《零跑汽车用户公告》，零跑将免费提供高阶智驾服务。自 4 月 1 日起，对所有含有智能驾驶辅助功能的车型，智驾软件全面免费，包括高速智能领航辅助（NAP）功能；同时，针对此前已付费开通 NAP 功能的用户，将在 2025 年 5 月 31 日前退还相关费用。

总体来看，乘用车智驾的商业模式更为明确，但亦面临免费的模式来竞争。

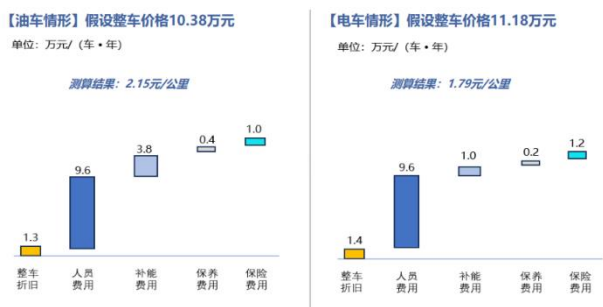
ToB 的运营车商业模式初步跑通，主要因硬件/运营成本大降，但大厂入局竞争渐趋激烈以 Robotaxi 为代表的自动驾驶出行服务进入加速拓展期。

过去一年，以百度为代表的 Robotaxi 行业得到快速发展，根据信通院、人工智能与经济社会研究中心发布的《自动驾驶行业战略与政策观察：政策法规助力高度自动驾驶加速推进产业化（2024 年）》观点，主要原因有以下五点：

- 一、自动驾驶服务城市覆盖范围扩大。
- 二、L4 级自动驾驶安全运行实现新的突破。
- 三、自动驾驶车辆的成本持续下探。
- 四、换电方式助力企业降低服务成本。
- 五、高度自动驾驶服务场景不断拓展。

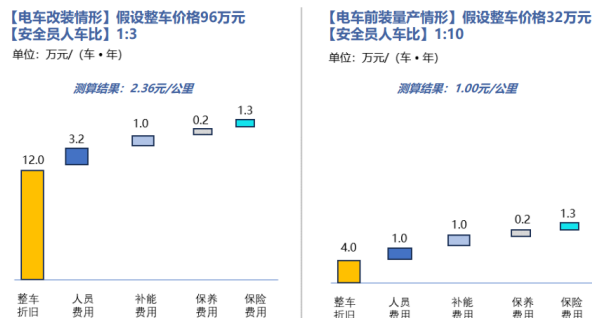
其中车辆硬件成本下降是重要因素，萝卜快跑第六代无人车，成本价格仅 20.46 万元，较 5 代车成本下降 60%。根据《白皮书》测算，当整车价格达到 32 万元时，Robotaxi 的运营费用已经可以显著低于传统网约车的运营成本。

图表 37. 传统出租车/网约车成本构成测算



资料来源：中国平安财险、汽车之家等《中国智能驾驶商业化发展白皮书（2025）》，中银证券

图表 38. Robotaxi 成本测算



资料来源：中国平安财险、汽车之家等《中国智能驾驶商业化发展白皮书（2025）》，中银证券

低速无人车进入日常运行阶段。

无人递送车凭借低速行驶和相对紧凑的尺寸等优势，对现有交通体系影响较小，同时，政策法规对其在应用中的创新支持也较多，成为各个国家和地区加速自动驾驶实用化与普及化的重点发展方向。

以京东为例，京东物流实现“揽派一体”无人递送车的规模化应用。2022 年 9 月，京东物流的第五代无人递送车成为首批通过无人递送车行业团体标准测试的车辆，该车辆最大载重量可达 200 公斤，续航里程 100 公里，具备 L4 级自动驾驶能力，能够为物流“最后一公里”提供基础运力服务。在“双 11”期间，京东物流采用 600 台智能快递车和超 100 台室内配送机器人，为消费者提供末端配送服务，实现运单量与去年同比增长 300%。2023 年 4 月，京东物流的无人递送车开启揽收业务，覆盖了城市社区、商业园区等八大应用场景，增强了无人递送车的客户服务能力，进而助力改变整个城市零售的生态环境。

菜鸟新款无人车预售价格低至 1.68 万元。菜鸟最新的车型为菜鸟 GT-Lite，定价 2.18 万元，限时优惠价 1.68 万元。菜鸟称，该车型可以实现 L4 级无人驾驶快递车的落地使用。

总体来看，我们认为 2025 年有望成为 L3 级高阶智驾的落地元年，驱动车企在配置和智驾技术上不断持续迭代，消费者成此轮智驾升级趋势的最大受益者。

投资建议：

技术范式转变提升汽车智能化程度，加速高阶智能驾驶的商用与落地。在这一过程中，车企的差异化竞争策略、监管政策的支持与推动、智能驾驶商业闭环逐步跑通，都将加速汽车行业变革，创造较大的发展机遇。

我们认为，这是中国车企、中国供应链的大机会。一方面，随着汽车行业智驾程度提高，配套的感知、计算、通信、执行等零部件等往往需要技术升级，同时新技术渗透率提升，带来核心企业产品的量价升级趋势；另一方面，借助车企技术升级、贴身服务的需要，新兴供应链配套有望打破传统汽车供应链的封闭格局、提升零部件国产化率，从而带动国产技术崛起、消费电子企业入局，有望反哺车企的竞争优势，形成正向循环。

我们认为，以中国汽车零部件和布局汽车业务的消费电子企业为代表的供应链，将深度受益这一国产份额提升、智能化提升的量价提升趋势，核心环节包括车载 SoC、传感器、线控底盘、通信传输器件。

分板块看，

- 车载 SoC：第三方 SoC 厂商有望迎搭载率提升的趋势，我们建议关注地平线机器人-W、黑芝麻智能、瑞芯微；
- 感知器件：传感器有望迎升规与搭载率提升趋势，我们建议关注禾赛科技、速腾聚创、宇瞳光学、舜宇光学科技、敏芯股份等；
- 通信传输器件：车载 SerDes、高速连接、车载以太网成升规受益方向。我们建议关注电连技术、立讯精密（连接器）；龙迅股份、国科微（Serdes）；裕太微-U（车载以太网）；
- 执行器：受益高阶智驾，线控底盘进展可期。我们建议关注：伯特利、耐世特、万朗磁塑；
- 座舱显示：高阶智驾渗透提升，带动座舱配套规格提升，其中 AR-HUD 与车载屏幕成为核心受益方向，我们建议关注水晶光电、华阳集团、隆利科技。

风险提示

智驾技术落地速度不及预期。若主机厂竞争策略转向保守，或导致其推出的搭载高阶智驾的车型比例不及预期，影响高阶智驾商业化落地速度。

政策支持力度不及预期。若全球主要国家对智驾产业支持的政策态度出现变化，或影响高阶智驾商业落地速度。

智驾商业化遇瓶颈。若 ToC 端的智驾盈利模式或 ToB 端的 Robotaxi 盈利模式未能达到预期进展，会影响车企推出搭载高阶智驾的车型决心，影响产业链进一步发展。

智驾意外事故风险。若智驾出现小概率的严重事故，或影响产业和用户信心，影响高阶智驾商业化落地速度。

002273.SZ

买入

市场价格:人民币 19.65

板块评级:强于大市

股价表现



(%)	今年 至今	1 个月	3 个月	12 个月
绝对	(9.0)	4.2	6.2	0.6
相对深圳成指	(14.9)	(1.4)	(1.9)	(20.1)

发行股数 (百万)	1,390.63
流通股 (百万)	1,357.91
总市值 (人民币 百万)	27,325.92
3 个月日均交易额 (人民币 百万)	660.42
主要股东	
星星集团有限公司(境内)	8.90%

资料来源:公司公告, Wind, 中银证券
以 2025 年 7 月 14 日收市价为标准

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

电子: 光学光电子

证券分析师: 苏凌瑶

lingyao.su@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号: S1300522080003

联系人: 周世辉

shihui.zhou@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300123050013

联系人: 茅珈恺

jiakai.mao@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300123050016

水晶光电

光学元器件布局佳, 汽车 AR-HUD 空间大

水晶光电是国内领先的光学企业, 业务聚焦于摄像头滤光片、薄膜光学面板、汽车电子、反光材料等。经过二十多年发展, 目前公司中期有微棱镜、HUD 业务提供明确成长动力, 长期在 AR 光波导赛道具备卡位优势, 具备较好投资价值。首次覆盖, 给予买入评级。

支撑评级的要点

- **受益智驾驱动汽车升规, 公司 AR-HUD 业务有望随渗透率提升快速成长。** AR-HUD 产品具有驾驶体验好、与智能驾驶有效结合等特性, 是车企差异化的重要保障。公司 AR-HUD 产品的出货量和市占率较为领先, 同时与华为合作紧密, 有望抓住 AR-HUD 渗透率提升机遇, 进一步夯实在智能座舱光学领域的领先地位。
- **微棱镜业务将持续受益潜望式摄像头搭载率提升。**潜望式摄像头具有高光学变焦+轻薄优势, 构筑智能手机差异化竞争力, 微棱镜是潜望式摄像头的核心元器件。根据 Verified Market Reports 的预测, 全球微棱镜市场规模将由 2024 年的 12 亿美元增长至 2033 年的 25 亿美元, 年均复合增长率保持稳定, 公司有望充分受益。**AR 光波导有望成为公司跨越式发展的新阵地, 具备卡位优势。**AR 眼镜有望对标智能手机成为下一代计算平台, 具备更大屏幕、第一视角、解放双手等独特价值, 远期市场空间较大。公司将反射光波导视为“一号工程”, 着力构建具备量产能力的工艺平台, 全面打通关键制造节点, 推进量产导向的深度工艺研究, 为未来大规模商业化应用奠定坚实基础。
- **传统业务基石稳固, 预计增长稳定。****滤光片:** 公司是全球手机滤光片龙头, 市场空间/竞争相对稳固, 产品将迎来向吸收反射式滤光片的升级, 该业务公司收入有望得到稳步成长。**薄膜光学面板:** 公司将持续深化与北美重点客户的合作关系, 积极拓展非手机类产品应用场景, 在无人机、扫地机器人及运动相机等新兴领域实现业务规模扩张。**反光材料:** 业务向外拓展版图, 2024 年取得国外大客户业务增长, 未来有望保持趋势。

估值

- 预计水晶光电 2025/2026/2027 年 EPS 分别为 0.88/1.10/1.28 元, 对应 2025/2026/2027 年 PE 分别为 22.3/17.8/15.3 倍。考虑到公司在光学元器件业务的领先优势, 有望深度受益潜望式摄像头、AR 眼镜以及汽车智能驾驶升规的产业趋势。首次覆盖, 给予买入评级。

评级面临的主要风险

- 宏观环境风险、大客户依赖风险、运营管理风险、汇率风险。

投资摘要

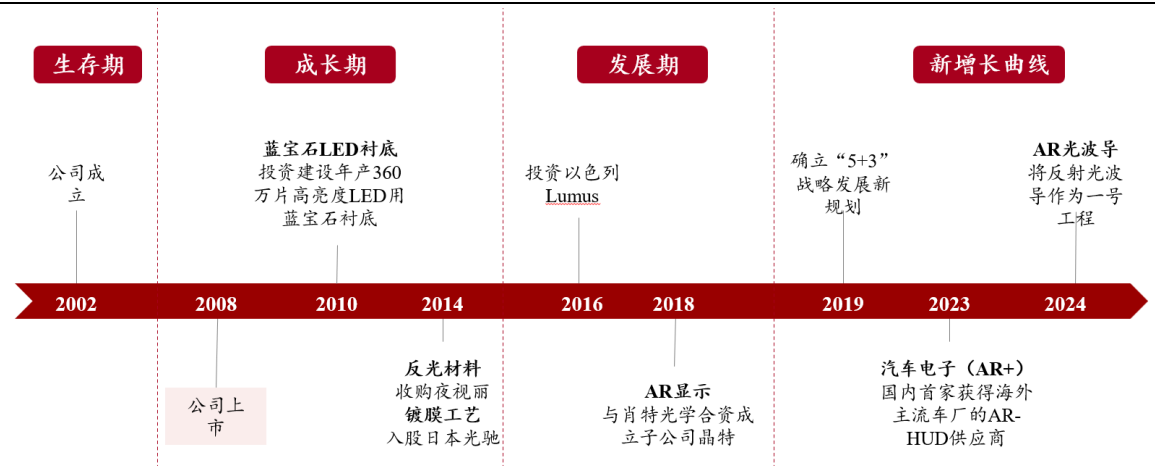
年结日: 12 月 31 日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
主营收入(人民币 百万)	5,076	6,278	7,360	8,755	10,048
增长率(%)	16.0	23.7	17.2	19.0	14.8
EBITDA(人民币 百万)	886	1,491	1,846	2,335	2,762
归母净利润(人民币 百万)	600	1,030	1,224	1,531	1,784
增长率(%)	4.2	71.6	18.9	25.1	16.5
最新股本摊薄每股收益(人民币)	0.43	0.74	0.88	1.10	1.28
市盈率(倍)	45.5	26.5	22.3	17.8	15.3
市净率(倍)	3.2	3.0	2.8	2.5	2.2
EV/EBITDA(倍)	17.2	18.1	12.5	9.6	7.6
每股股息 (人民币)	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3
股息率(%)	2.2	0.9	1.2	1.5	1.8

资料来源:公司公告, 中银证券预测

国内光学龙头企业，五大类业务构筑光学产业布局

水晶光电成立于 2002 年，专注于光学影像、薄膜光学面板、汽车电子（AR+）、反光材料等领域相关产品的研发、生产和销售，是国内光学龙头企业。公司起家于光学镀膜和光学冷加工技术研发，深耕光学行业二十余载，现致力于从核心元器件到模组及解决方案的一站式专业服务。目前在消费电子、车载光电、元宇宙光学三大赛道拥有综合竞争优势，产品广泛应用于智能手机、数码相机、平板电脑、可穿戴设备、笔记本电脑、安防监控、汽车电子、防护用品等下游终端产品，公司与国内外终端客户建立了长期合作关系。

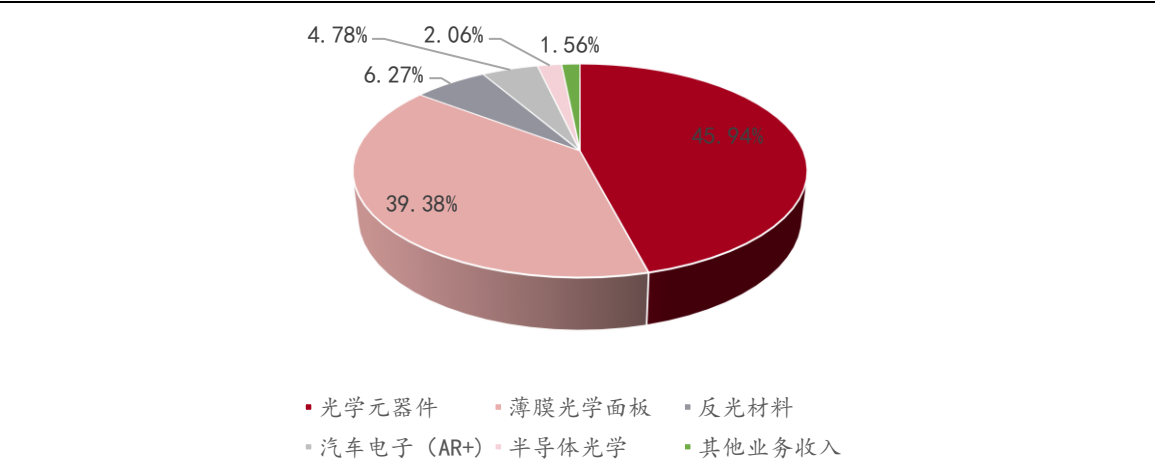
图表 39.水晶光电历史沿革



资料来源：公司官网，公司公告，中银证券

2019 年来，公司确立“5+3”战略布局，即构建光学元器件、薄膜光学面板、反光材料、汽车电子（AR+）、半导体光学五大业务板块和大中华区、欧美区、泛亚太区三大市场板块。2024 年五大业务板块收入占比分别为 45.94%/39.38%/6.27%/4.78%/2.06%。

图表 40. 水晶光电 2024 年五大业务板块营收占比



资料来源：公司 2024 年年报，中银证券

五大业务板块：

1) 光学元器件：主要包括手机摄像头用红外截止滤光片、潜望式摄像头用微棱镜、相机用低通滤波器等。光学元器件发挥“压舱石”作用，2024 年营收 28.84 亿元，新产品吸收反射复合型滤光片快速在智能手机中高端机型中推广应用，公司投入主要资源推进的微棱镜模块战略项目于 2023 年落地，将提供未来增长动力。

- 2) 薄膜光学面板：主要产品包括摄像头盖板、指纹识别盖板、智能手表盖板等。该业务过去几年收入持续创新高，快速发展成为公司第二大主业，较好支撑公司业绩增长。随着黄金线建设拉开公司智能制造序幕，产品线各工序将实现自动化流水线串连，该业务板块毛利率水平有望进一步提升。
- 3) 半导体光学：主要包括 3D 传感器窄带滤光片、DOE/Diffuser 等采用半导体微纳工艺制作的光学元器件。随着公司不断探索 新型 DOE、超声波屏下指纹等新产品，并通过对晶圆加工技术、微纳加工技术和光刻技术等持续开发，有望加快半导体光学业务发展速度。
- 4) 汽车电子（AR+）：主要产品有 AR-HDU/W-HUD、车载激光雷达视窗片、反射/衍射光波导光学模组、VR Pancake 光学模组等。车载 AR-HUD 成功实现量产，将反射光波导定为公司一号工程，正着力解决量产性难题。汽车电子业务有望成为公司二次成长新动能。
- 5) 反光材料：主要包括服装箱包类反光织物、车牌/交通类反光膜产品。子公司夜视丽为国内一流的反光材料、功能材料供应商，积极推进新品落地与新市场开发。随着 2022 年全面搬迁至新厂区，夜视丽正式迈入反光材料滨海新时代。

图表 41. 水晶光电五大业务板块及主要产品明细介绍

业务板块	产品	产品功能
光学元器件	红外截止滤光片及其组立件	允许可见光透过、截止或反射红外光的光学零组件，更好地还原图像的真实色彩
	吸收反射复合型滤光片（涂布滤光片）	在 IRCF 的加工工艺上引入微纳光学加工工艺，可极大地改善特殊场景中红色花瓣鬼影及色差问题
	棱镜及微棱镜模块	利用潜望式棱镜实现镜头长焦，可以在不增加手机厚度的同时，提高变焦能力，实现远距离高清拍摄
	光学低通滤波器	一种多片组合型滤光片，有效起到滤除高频光波引起的莫尔条纹、色差补正，更好地还原图像真实色彩的作用
薄膜光学面板业务	摄像头盖板	硬度高，光学折射率高(厚度更薄)，耐冲击和抗划伤，耐脏污，拍照还原度高
	指纹识别盖板	该产品可使用玻璃或蓝宝石材质，具有较高的介电常数，协助指纹识别模组实现快速解锁、便捷支付等功能
	智能手表表盖	使用高强度的玻璃，通过强化制程使玻璃抗冲击性提升。在其表面镀制超硬增透防污膜，使表盖耐摩擦、抗划伤、硬度高，清晰度高，同时降低表盖能耗
半导体光学业务	环境光/接近光传感器（多通道图形化滤光膜）	在玻璃/硅基片/硅芯片上分区域进行不同定制光谱的图形化加工，感知不同波段的光，是接近光、环境光等不同光学传感器的核心滤光元件
	窄带滤光片	实现特定波段入射光高透过，其他波段深截止的功能，同时满足大角度入射时较低的光谱偏移，使得 3D 成像产品具有识别精度高、抗干扰能力强、识别范围大等特点
	DOE/Diffuser	采用半导体设备及工艺技术，在基片表面制作不同的微纳形貌，使其达到将一束光变成光斑点阵的光器件
	AR-HDU/W-HUD	HUD 将仪表、导航、ADAS、座舱娱乐等与驾驶员息息相关的信息通过光学投影方式投射至驾驶员视线前方，给驾驶者带来全新的驾驶体验，提升驾驶舒适度及安全性
汽车电子（AR+）：车载光学	激光雷达视窗片	产品应用于自动驾驶汽车的激光雷达探测产品，通过镀制复合膜层实现产品特定波段的滤光性能，能够加热除雾，同时外表具有防尘和防水、防污功能
	PGU (图像生成单元)模组	光学引擎产品，为 HUD 提供高亮度的光源输出
	投影元件	在玻璃基板上通过光学设计&光刻加工出指定颜色的薄膜(图案和颜色)，叠加光源和透镜可以投出对应的图形，实现汽车迎宾光毯投影功能
	智驾伴侣（空气投影）	空气投影亦称无介质浮空投影技术，观察者可以裸眼观测空气中的影像，无需借助可见的介质作为屏幕，或穿戴专用的眼镜
	CMS 系统（电子后视镜）	CMS 系统（亦称为电子后视镜）通过左、右两个 CMS 摄像头模组以及成像模组组合起来替代左右两侧的物理后视镜，从而实现扩大视野范围，增强夜视等恶劣条件下的成像效果等

资料来源：公司 2024 年年报，中银证券

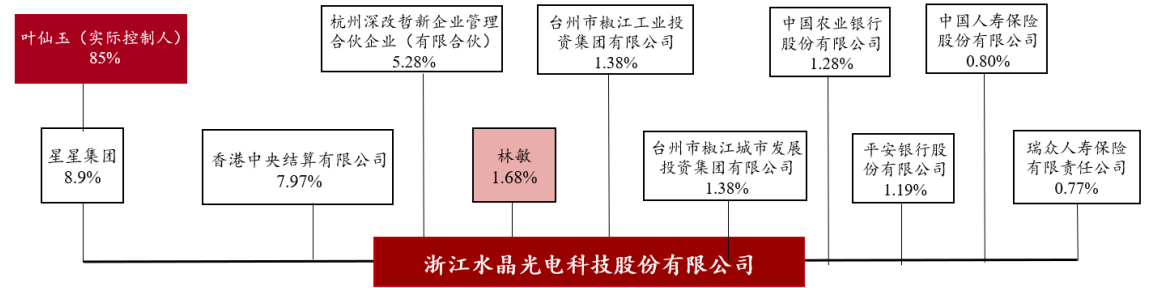
续 图表 41. 水晶光电五大业务板块及主要产品明细介绍

业务板块	产品	产品功能
汽车电子 (AR+):AR/VR	反射光波导片	运用几何反射原理,光线在半透半反的列阵膜层中进行扩展,同时该膜层把部分光线反射到使用者的眼睛中,使人眼观察到清晰的图像。产品具有轻薄、成像清晰、色彩均匀性好等特点
	衍射光波导片	运用光学衍射原理,机端发出的图像信息通过耦入光栅耦合到波导中,在中继光栅进行扩展并调控光线到耦出光栅,耦出光栅对光线进行扩展,并且耦合到使用者的眼睛中,使人眼能够清晰地观察到图像
	反射方片	通过光学冷加工、镀膜等工序制成的方片基材,裁切、切割、组合后可制成 AR 反射光波导镜片
	衍射晶圆	通过光学冷加工、镀膜等工序制成的晶圆基材,裁切、切割后可制成 AR 衍射光波导镜片;公司具备 4-12 寸晶圆加工能力
反光材料业务	反光织物	主要产品包括 T/C 反光布、阻燃反光布、反光热贴等,在具备高反射性能的同时,根据需实现阻燃、耐洗、耐磨等特性
	汽车牌照反光膜	通过逆反射原理实现光路定向回归,其高反射性能可以在夜间提高可见性
	反光膜	通过逆反射原理实现光路定向回归,其高反射性能可以在夜间提高可见性

资料来源:公司 2024 年年报,中银证券

截至 2025 年 3 月 31 日,公司实控人为星星集团叶仙玉先生。公司前十大股东共持有 30.63%的股份,其中叶仙玉先生通过星星集团有限公司间接持股 7.57%,公司第一大股东星星集团及其一致行动人杭州深改哲新企业管理合伙企业分别持有公司 8.90%和 5.28%股份,合计持股 14.18%。公司管理团队对公司的战略方针、经营管理负责,控股股东通过董事会、股东大会对公司重大决策进行审议并表决。公司旗下拥有江西水晶、浙江晶景、江西晶创、新台佳、夜视丽、浙江晶途和浙江晶特等多家子公司。

图表 42. 水晶光电股权结构图（截至 2025 年 3 月 31 日）

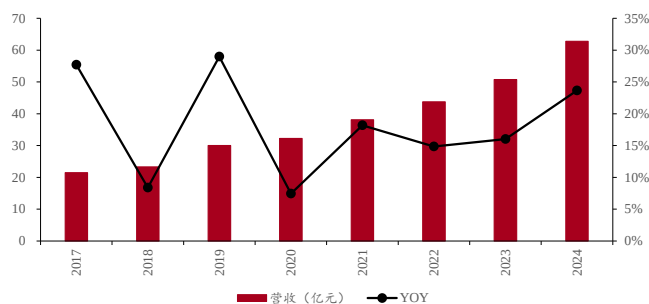


资料来源:公司公告,中银证券

业绩稳步提升，财务表现持续增强

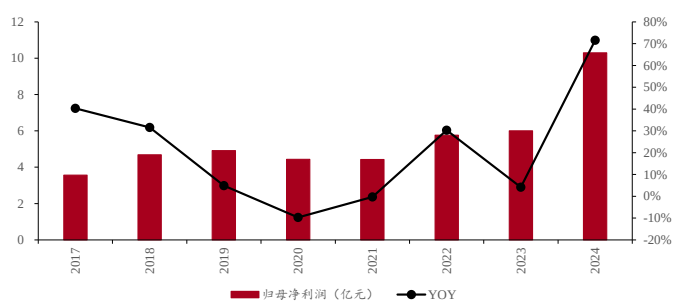
2024 年公司实现营业收入 62.78 亿元，较去年同期增长 23.67%；归属于上市公司股东的净利润 10.30 亿元，较去年同期增长 71.57%，公司业绩创历史新高。2024 年水晶光电营业收入和净利润实现显著增长，主要得益于消费电子市场的复苏、AI 技术带动的新兴需求以及车载光学领域的迅速拓展。具体而言，公司在光学元器件领域积极开发新产品并扩大海外市场份额；薄膜光学面板业务持续深化与北美客户的合作，扩大了在非手机市场的应用；半导体光学业务开拓了芯片镀膜等新产品机会，窄带产品抓住国内安卓大客户的量产机会，该产品销售业绩翻番，市占率大幅上升；车载光学业务的 AR-HUD 产品表现突出，市场份额稳步增长。此外，反光材料业务的销售亦超预期增长，受益于国内外车牌膜和反光织物业务的拓展，进一步拉动了公司整体业绩增长。

图表 43. 水晶光电 2017-2024 年营收及同比增速



资料来源: iFind, 中银证券

图表 44. 水晶光电 2017-2024 年归母净利润及同比增速

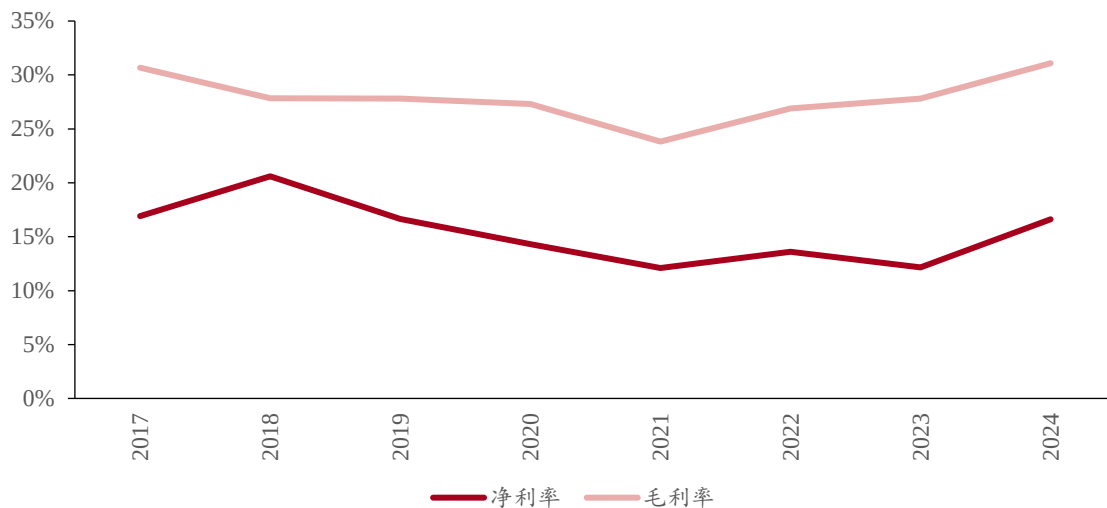


资料来源: iFind, 中银证券

近年薄膜光学面板业务成长较快。公司抓住薄膜光学面板发展的契机,通过深化与北美大客户合作、开拓智能家居/游戏办公等非手机领域的应用、打造智能制造产线并加强研发落地等手段,推动该业务快速增长。从区域来看,公司以全球化视野和格局推进研发创新,在全球范围开展多方面的开放合作。自 2019 年提出“5+3”战略规划以来,海外营收占比从 2019 年 49.19%逐渐提升至 2024 年 73.75%,目前公司在美国、日本、新加坡、韩国等地均设立有子公司或办事处,2021 年在越南建厂,进一步提高了海外研发与供货能力。

公司毛利率和净利率呈现回升态势。2024 年水晶光电的毛利率和净利率均出现明显回升,其中毛利率达到 31.09%,净利率提升至 16.63%。毛利率提升主要得益于公司技术革新带来的产品迭代和降本增效策略。净利率的改善源于智能手机市场复苏带动消费电子业务增长以及 AR-HUD 等高端车载光学产品市场份额提升,有效提升了整体盈利水平。展望未来,随着公司进一步深化在消费电子及车载光学领域的布局,尤其是 AR-HUD 等高端产品的持续放量,毛利率和净利率有望保持增长势头。

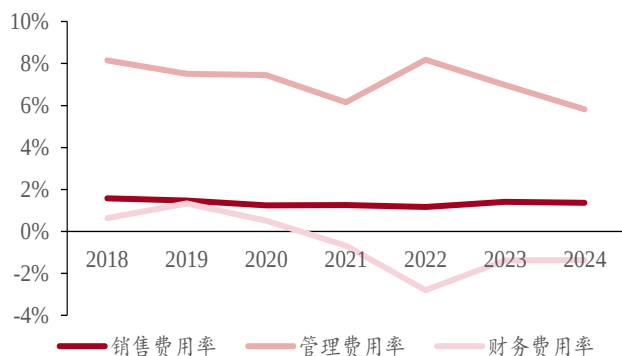
图表 45. 水晶光电 2017-2024 年盈利能力变动



资料来源: iFind, 中银证券

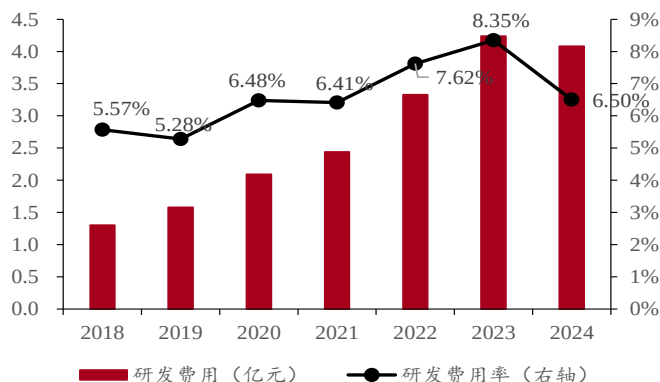
2024 年水晶光电期间费用率整体呈现下降趋势,其中销售费用率略降至 1.36%;管理费用率下降明显至 5.81%,主要得益于公司精简内部管理流程;财务费用率维持负值水平,体现了公司良好的现金流管理能力;研发费用达到 4.08 亿元,费用率为 6.50%,较 2023 年的高点 (8.35%) 有所回落,但公司仍保持工艺技术的迭代升级。

图表 46. 水晶光电 2018-2024 年三费变动



资料来源: Wind, 中银证券

图表 47. 水晶光电 2018-2024 年研发费用变动



资料来源: Wind, 中银证券

汽车电子是水晶光电第二成长方向，受益汽车智能化提升，AR-HUD、激光雷达视窗片有望持续增长

公司构建了面向未来的业务矩阵，传统业务稳健增长，车载业务有望成为重要增长动力。

传统业务方面，潜望式摄像头具有高光学变焦+轻薄优势，构筑智能手机差异化竞争力，微棱镜是潜望式摄像头的核心元器件，根据 Verified Market Reports 预测，全球微棱镜市场规模将由 2024 年的 12 亿美元增长至 2033 年的 25 亿美元，公司有望充分受益。在滤光片领域，公司将加快滤光片产品的技术迭代与市场渗透，深度挖掘单反相机市场潜力，并通过精益管理与持续改善提升整体运营效率和内生增长能力，进一步稳固行业领先地位。薄膜光学面板业务方面，公司将持续深化与北美重点客户的合作关系，积极拓展非手机类产品应用场景，在无人机、扫地机器人及运动相机等新兴领域实现业务规模扩张。

在车载光学方面，AR HUD 产品具有驾驶体验好、与智能驾驶有效结合等特性，是车企差异化的重要保障。根据 Future Market Insights 预测，全球 HUD 市场正迎来快速增长期，预计将从 2025 年的 18.92 亿美元增长至 2035 年的 92.52 亿美元，年复合增长率达 17.2%。根据高工智能汽车研究院监测数据显示，2024 年中国市场（不含进出口）乘用车前装标配 W/AR HUD 交付 356.49 万辆，同比增长 55.86%，前装搭载率提升至 15.55%。其中，AR-HUD 前装标配搭载量合计达到 88.43 万辆，同比增长 273.42%，交付占比 24.81%。

据高工智能汽车研究院监测数据显示，2024 年水晶光电在国内 AR-HUD 的市场份额为 22.96%，维持 AR-HUD 行业前三水平，公司已经在长安深蓝、岚图、长安马自达等主机上实现规模化量产出货。公司一方面优化客户结构，重点开发优质客户与海外客户，同时布局新高端产品，加速开发包括 LCoS、斜投影等高端方案的 AR-HUD 产品，我们认为汽车电子有望成为水晶光电重要第二成长曲线，带动公司业绩持续增长。

盈利预测及投资评级

- 光学成像元器件业务**：该业务主要包含滤光片产品和微棱镜产品。滤光片业务为传统业务，受智能手机增长趋缓的影响，滤光片市场规模增长不大；微棱镜方面，我们认为潜望式摄像头可塑造智能手机品牌差异化优势，渗透率有望提升，带动公司微棱镜业务较快增长。两者合计，光学成像元器件业务营收有望取得稳定增长，因为产品形态变化不大，毛利率有望持平。
- 薄膜光学面板业务**：该业务主要为摄像头、智能手表等盖板类业务，整体市场空间相对稳定。过去几年因大客户导入带动营收增长，随着公司份额提升，公司该业务营收增长将趋于稳定，毛利率维持稳定。
- 汽车电子 (AR+) 业务**：汽车电子方面，2024 年公司 HUD 业务发展较佳，出货量接近 30 万台，同时获得国内外十余个重点项目定点；在 LCOS 技术方面与大客户深度合作，进一步巩固了市场和技术优势。AR+方面，公司已构建了光学显示系统（波导片）、光机零组件等产品布局，在反射光波导量产方面，公司已打通核心工艺，建设初步的 NPI 产线，在衍射光波导深化与 Digilens 合作，实现小批量商业级出货。随着未来智能驾驶驱动 AR-HUD 渗透率提升，公司该业务营收有望获得较快增长，毛利率有望随规模效应稳步增长。

- 4) **半导体光学业务**: 该业务在 2024 年取得较大进展, 在窄带产品方面抓住了安卓系大客户的量产机会, 销售业绩翻番; 在芯片镀膜技术上取得显著突破, 产品良率提升。我们预计未来公司该业务在晶圆级产品、传感器技术上有望实现突破, 带动营收稳定增长, 毛利率保持稳定。
- 5) **反光材料业务**: 该业务由子公司夜视丽为主体, 致力于反光材料技术的积累与产品性能的提升, 夜视丽的产品覆盖人、车、路三大主线, 与国际客户建立深度的商业合作关系。我们预计随着反光材料在更多的领域的应用、夜视丽产品质量和技术水平提升, 未来该业务营收有望取得稳定增长, 毛利率维持稳定。

图表 48.公司盈利预测拆分

单位: 百万元		2024	2025E	2026E	2027E
光学成像元器件	营业收入	2,884	3,543	4,309	4,776
	YoY (%)	17.9	22.8	21.6	10.8
	毛利	1,047	1,252	1,589	1,772
	毛利率 (%)	36.3	35.3	36.9	37.1
薄膜光学面板	营业收入	2472	2700	2970	3,267
	YoY (%)	33.7	9.2	10.0	10.0
	毛利	659	729	817	898
	毛利率 (%)	26.7	27.0	27.5	27.5
汽车电子(AR+)	营业收入	300	419	714	1,172
	YoY (%)	3.0	39.6	70.4	64.2
	毛利	41	71	150	293
	毛利率 (%)	13.5	17.0	21.0	25.0
半导体光学	营业收入	129	142	157	172
	YoY (%)	19.5	10.0	10.0	10.0
	毛利	52	57	63	69
	毛利率 (%)	40.3	40.0	40.0	40.0
反光材料	营业收入	394	453	498	548
	YoY (%)	37.2	15.0	10.0	10.0
	毛利	122	140	154	170
	毛利率 (%)	30.9	31.0	31.0	31.0
其他业务收入	营业收入	98	103	108	114
	YoY (%)	3.9	5.0	5.0	5.0
	毛利	32	36	38	40
	毛利率 (%)	32.4	35.0	35.0	35.0
合计	营业收入	6,278	7,360	8,755	10,048
	YoY (%)	23.7	17.2	19.0	14.8
	毛利	1,952	2,286	2,811	3,240
	毛利率 (%)	31.1	31.1	32.1	32.2

资料来源: 公司年报, 中银证券

估值

我们选取主营业务同为光学元器件的上市公司蓝特光学、永新光学、腾景科技作为水晶光电的可比公司, 蓝特光学的主要业务为光学校镜, 永新光学的主要业务为光学元件产品, 腾景科技主要业务为精密光学元件, 与水晶光电主营业务类似。

截至 2025 年 7 月 14 日收盘, 水晶光电 2025/2026/2027 年的 PE 分别为 22.3/17.8/15.3 倍, 低于可比公司市盈率平均值。我们认为公司光学元器件业务受益潜望式摄像头和 AR 光波导增长趋势, 同时 AR-HUD 业务受益智能驾驶驱动汽车升规趋势, 且公司估值有上升空间。首次覆盖, 给予**买入**评级。

图表 49. 相对估值

证券简称	证券代码	最新股价 (元)	总市值 (亿元)	归母净利润 (元)			市盈率 (倍)			评级
				2025E	2026E	2027E	2025E	2026E	2027E	
蓝特光学	688127.SH	24.90	99.3	3.7	5.0	5.7	27.1	19.9	17.4	买入
永新光学	603297.SH	88.10	97.9	3.0	3.9	4.8	32.3	25.3	20.5	未有评级
腾景科技	688195.SH	40.82	52.8	1.0	1.4	1.8	51.7	38.1	28.9	未有评级
平均值							37.0	27.8	22.2	
水晶光电	002273.SZ	19.65	273.3	12.2	15.3	17.8	22.3	17.8	15.3	买入

资料来源：iFinD，中银证券

注：股价与市值截至日为 2025 年 7 月 14 日。永新光学、腾景科技尚未覆盖，未有评级公司盈利预测均来自 ifind 一致预期。

风险提示

- 1. **宏观环境风险。**当前，地缘政治风险存在不确定性，中美博弈将持续性发展，复杂多变的宏观环境将影响终端市场的消费能力以及产业链上下游投资发展意愿。如果公司不能灵活调整应对宏观环境变动风险，会给公司经营带来不确定性风险。
- 2. **大客户依赖风险。**公司与行业龙头企业的合作中，存在一定单一大客户业务比重较高的情况。若大客户生产经营发生重大变化，将直接对公司经营业绩产生较大不利影响
- 3. **运营管理风险。**公司开启对台州滨海、台州临海、江西鹰潭、越南兴安四大生产基地业务格局的系统性重塑，对运营能力提出较高挑战。公司组织能力能否迅速响应、及时调整与高效提升，成为决定公司战略转型成败的关键制约因素。
- 4. **汇率风险。**2024 年公司外销占比约 73.75%，当市场汇率出现较大波动，汇兑损益对公司的经营业绩会造成一定的影响。

利润表(人民币 百万)

年结日：12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
营业总收入	5,076	6,278	7,360	8,755	10,048
营业收入	5,076	6,278	7,360	8,755	10,048
营业成本	3,665	4,326	5,074	5,945	6,809
营业税金及附加	48	59	65	81	92
销售费用	71	85	88	105	121
管理费用	354	365	442	525	603
研发费用	424	408	515	595	653
财务费用	(70)	(86)	(65)	(74)	(89)
其他收益	115	100	70	70	70
资产减值损失	(32)	(50)	0	0	0
信用减值损失	(21)	(1)	0	0	0
资产处置收益	6	(6)	0	0	0
公允价值变动收益	(3)	0	0	0	0
投资收益	14	14	60	60	60
汇兑收益	0	0	0	0	0
营业利润	665	1,178	1,370	1,708	1,990
营业外收入	4	4	2	2	2
营业外支出	3	6	4	4	4
利润总额	666	1,176	1,368	1,706	1,988
所得税	48	133	100	119	139
净利润	617	1,044	1,269	1,587	1,849
少数股东损益	17	14	44	56	65
归母净利润	600	1,030	1,224	1,531	1,784
EBITDA	886	1,491	1,846	2,335	2,762
EPS(最新股本摊薄, 元)	0.43	0.74	0.88	1.10	1.28

资料来源：公司公告，中银证券预测

资产负债表(人民币 百万)

年结日：12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
流动资产	4,771	4,232	5,600	6,567	8,461
现金及等价物	2,421	2,062	2,594	3,322	4,587
应收帐款	1,143	1,110	1,466	1,695	1,933
应收票据	7	1	7	2	9
存货	719	785	1,048	1,099	1,360
预付账款	45	12	44	38	56
合同资产	0	0	0	0	0
其他流动资产	437	263	440	409	517
非流动资产	6,484	7,448	7,559	7,987	8,017
长期投资	847	995	995	995	995
固定资产	4,352	4,460	4,952	5,273	5,427
无形资产	296	445	431	418	405
其他长期资产	989	1,548	1,180	1,301	1,191
资产合计	11,255	11,680	13,159	14,554	16,478
流动负债	2,099	2,070	2,637	2,846	3,410
短期借款	135	82	80	80	80
应付账款	1,263	1,328	1,914	1,884	2,466
其他流动负债	701	661	643	883	864
非流动负债	184	226	201	214	207
长期借款	0	0	0	0	0
其他长期负债	184	226	201	214	207
负债合计	2,282	2,296	2,838	3,060	3,617
股本	1,391	1,391	1,391	1,391	1,391
少数股东权益	370	354	398	454	519
归属母公司股东权益	8,603	9,029	9,923	11,041	12,343
负债和股东权益合计	11,255	11,680	13,159	14,554	16,478

资料来源：公司公告，中银证券预测

现金流量表(人民币 百万)

年结日：12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
净利润	617	1,044	1,269	1,587	1,849
折旧摊销	424	508	670	831	991
营运资金变动	188	22	(125)	(100)	(31)
其它	1	213	28	(211)	(111)
经营活动现金流	1,230	1,787	1,842	2,107	2,698
资本支出	(1,106)	(924)	(1,100)	(1,100)	(1,100)
投资变动	7	(246)	0	0	0
其他	417	226	60	60	60
投资活动产生的现金流	(682)	(945)	(1,040)	(1,040)	(1,040)
银行借款	8	(54)	(2)	0	0
股权融资	(282)	(743)	(331)	(414)	(482)
其他	65	82	63	75	89
筹资活动现金流	(209)	(715)	(269)	(339)	(393)
净现金流	339	127	532	728	1,264

资料来源：公司公告，中银证券预测

财务指标

年结日：12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
成长能力					
营业收入增长率(%)	16.0	23.7	17.2	19.0	14.8
营业利润增长率(%)	7.6	77.2	16.3	24.7	16.5
归属于母公司净利润增长率(%)	4.2	71.6	18.9	25.1	16.5
息税前利润增长(%)	27.3	112.7	19.5	28.0	17.7
息税折旧前利润增长(%)	21.4	68.3	23.8	26.5	18.3
EPS(最新股本摊薄)增长(%)	4.2	71.6	18.9	25.1	16.5
获利能力					
息税前利润率(%)	9.1	15.7	16.0	17.2	17.6
营业利润率(%)	13.1	18.8	18.6	19.5	19.8
毛利率(%)	27.8	31.1	31.1	32.1	32.2
归母净利润率(%)	11.8	16.4	16.6	17.5	17.8
ROE(%)	7.0	11.4	12.3	13.9	14.5
ROIC(%)	7.9	15.7	17.8	21.6	24.9
偿债能力					
资产负债率	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
净负债权益比	(0.3)	(0.2)	(0.2)	(0.3)	(0.3)
流动比率	2.3	2.0	2.1	2.3	2.5
营运能力					
总资产周转率	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6
应收账款周转率	5.2	5.6	5.7	5.5	5.5
应付账款周转率	4.5	4.8	4.5	4.6	4.6
费用率					
销售费用率(%)	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2
管理费用率(%)	7.0	5.8	6.0	6.0	6.0
研发费用率(%)	8.4	6.5	7.0	6.8	6.5
财务费用率(%)	(1.4)	(1.4)	(0.9)	(0.8)	(0.9)
每股指标(元)					
每股收益(最新摊薄)	0.4	0.7	0.9	1.1	1.3
每股经营现金流(最新摊薄)	0.9	1.3	1.3	1.5	1.9
每股净资产(最新摊薄)	6.2	6.5	7.1	7.9	8.9
每股股息	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3
估值比率					
P/E(最新摊薄)	45.5	26.5	22.3	17.8	15.3
P/B(最新摊薄)	3.2	3.0	2.8	2.5	2.2
EV/EBITDA	17.2	18.1	12.5	9.6	7.6
价格/现金流(倍)	22.2	15.3	14.8	13.0	10.1

资料来源：公司公告，中银证券预测

300752.SZ

买入

市场价格:人民币 20.32

板块评级:强于大市

股价表现



(%)	今年至今	1个月	3个月	12个月
绝对	23.7	(6.3)	13.3	47.1
相对深圳成指	17.8	(11.9)	5.2	26.5

发行股数 (百万)	228.50
流通股 (百万)	157.26
总市值 (人民币 百万)	4,643.10
3个月日均交易额 (人民币 百万)	133.83
主要股东	
吴新理	41.68%

资料来源:公司公告, Wind, 中银证券
以 2025 年 7 月 14 日收市价为标准

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

电子: 光学光电子

证券分析师: 苏凌瑶

lingyao.su@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号: S1300522080003

联系人: 周世辉

shihui.zhou@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300123050013

联系人: 茅珈恺

jiakai.mao@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300123050016

隆利科技

车载 Mini-LED 背光+LIPO 双发力, “1+2+N” 布局前景佳

隆利科技是专业从事 LED 背光显示模组开发、生产和销售的国家高新技术企业。公司进行“1+2+N”多元化布局, 在车载 Mini-LED 背光模组和 LIPO 超窄边框技术两大增长点均有望取得较大成长。首次覆盖, 给予买入评级。

支撑评级的要点

- **公司 Mini-LED 车载背光模组业务进入收获期。**车载显示智能化、大屏化、多屏化、高清化、交互化的趋势日益显著, 以 Mini-LED 技术为代表的新型显示, 因极具亮眼的显示效果和节能特点, 满足了车载显示屏对新型显示的需求。Mini-LED 显示技术加速渗透, 屏数量也从单一中控屏逐渐延伸至液晶仪表屏、副驾娱乐屏、后排娱乐屏、HUD 等多种类型; 单屏的主流尺寸也从 8~10 英寸升级至 15~16 英寸, 座舱显示升规趋势明显。公司是 Mini-LED 车载背光显示头部企业, 已与小鹏、吉利、极氪、蔚来、理想等知名车企建立了良好的合作关系, 未来公司车载背光业务有望迎来高速发展。
- **隆利科技布局超窄边框 LIPO 业务三年, 已至收获时机。**超窄边框成高端智能手机的竞争差异化指标, 苹果引领潮流, 安卓快速跟随, 将边框缩减到 1.5mm 以内。LIPO 是实现超窄边框的重要技术, 可提升密封性、提高屏占比, 实现一体化, 更轻薄化, 同时提升产品跌落可靠性。公司 2022 年开始布局 OLED 显示相关的工艺创新技术 LIPO, 经过三年的研发积累和客户的多方验证, 2024 年 LIPO 技术得到客户的高度认可, 截至 2025 年 6 月, 该业务逐步进入量产阶段。我们预计公司 LIPO 业务收入将受益于超窄边框机型的渗透和折叠机铰链的研发进展, 获得较快增长。
- **公司传统消费电子背光业务持续复苏。**公司布局了消费电子全系列应用领域的技术, 取得了一定的先发优势, 公司研究的 Mini-LED 技术可应用于平板电脑、笔记本电脑、电视、显示器以及智能穿戴等, 并已经向部分车载客户、VR 客户、消费类客户批量出货。2024 年以来, 随着宏观经济和消费需求逐步恢复, 消费电子延续了复苏态势, 未来盈利能力有望持续改善。

估值

- 预计隆利科技 2025/2026/2027 年 EPS 分别为 0.95/1.36/1.75 元, 对应 2025/2026/2027 年 PE 分别为 21.3/14.9/11.6 倍。考虑到公司在车载显示领域和 LIPO 技术的领先优势, 有望深度受益智能驾驶升级带动汽车座舱升规和超窄边框的渗透率提升趋势。首次覆盖, 给予买入评级。

评级面临的主要风险

- 市场竞争加剧的风险、产品价格下降的风险、新技术风险、客户集中度较高的风险、部分原材料依赖进口的风险、中美贸易摩擦的风险。

投资摘要

年结日: 12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
主营收入(人民币 百万)	1,026	1,320	1,904	2,402	3,276
增长率(%)	(18.0)	28.6	44.2	26.2	36.4
EBITDA(人民币 百万)	72	132	296	432	552
归母净利润(人民币 百万)	46	106	218	312	400
增长率(%)	(113.8)	132.9	105.1	42.8	28.4
最新股本摊薄每股收益(人民币)	0.20	0.47	0.95	1.36	1.75
市盈率(倍)	101.7	43.6	21.3	14.9	11.6
市净率(倍)	4.2	3.9	3.4	2.9	2.4
EV/EBITDA(倍)	55.8	26.1	14.6	9.8	7.1
每股股息 (人民币)	0.0	0.0	0.2	0.3	0.4
股息率(%)	0.0	0.0	1.0	1.4	1.8

资料来源:公司公告, 中银证券预测

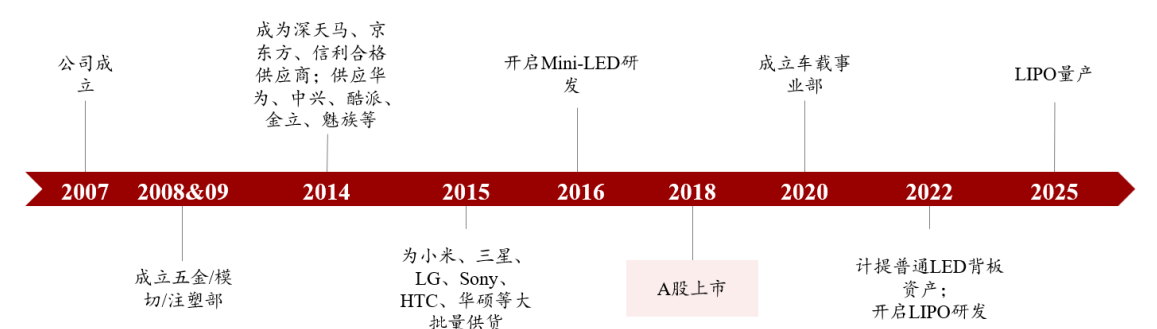
背光模组厂商再起航，车载 Mini-LED 背光+LIPO 成双增长动力

深圳市隆利科技股份有限公司于 2007 年 8 月 16 日在深圳设立，是专业从事 LED 背光显示模组开发、生产和销售的国家高新技术企业，产品广泛用于手机通讯、计算机、工业控制、车载、医用显示等领域，在中国 LED 背光行业中处于领先地位。

凭借核心技术，公司与国内一线品牌手机、模组终端建立了长期合作的伙伴关系，公司合作客户包括 TCL、vivo、OPPO、小米、华为等。公司现有员工近 2000 名，实现了全产业链高度自动化生产，旗下生产基地包括深圳市龙华工业园、惠州仲恺科技园、深圳宝安工业园、印度北方邦诺伊达工业园。

公司在背光模组的方案设计、量产和客户基础方面处于行业领先地位，具有核心竞争力，是国家级高新技术企业，荣获“广东省工程技术研究中心”、“深圳市企业技术中心”等称号。

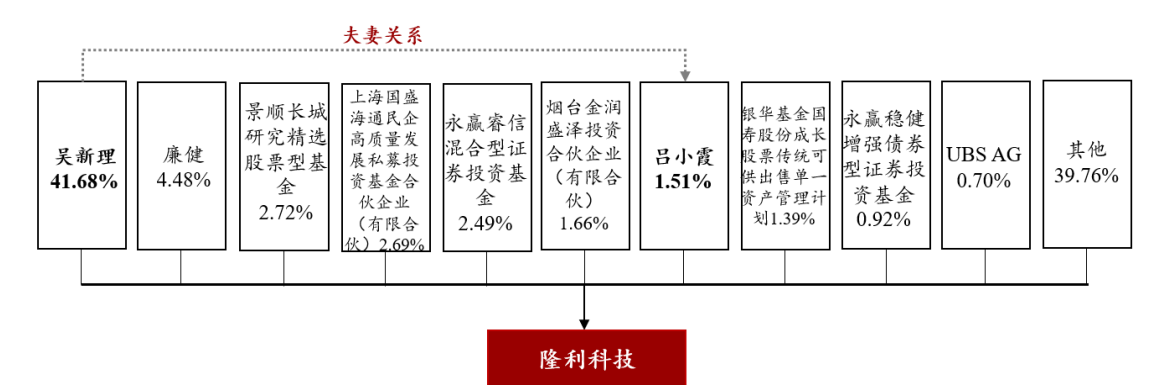
图表 50. 隆利科技发展历程



资料来源：公司官网，公司投资者关系活动记录，中银证券

公司股权结构稳定。公司实控人为吴新理先生，吴新理与吕小霞女士为夫妻关系，截至 2025 年 3 月 31 日，两人合计共持有 43.19% 股权。

图表 51. 隆利科技股权结构图



资料来源：公司 2025 年一季度报，中银证券

公司业务：以消费电子背光业务为主体，“1+2+N”多元化布局

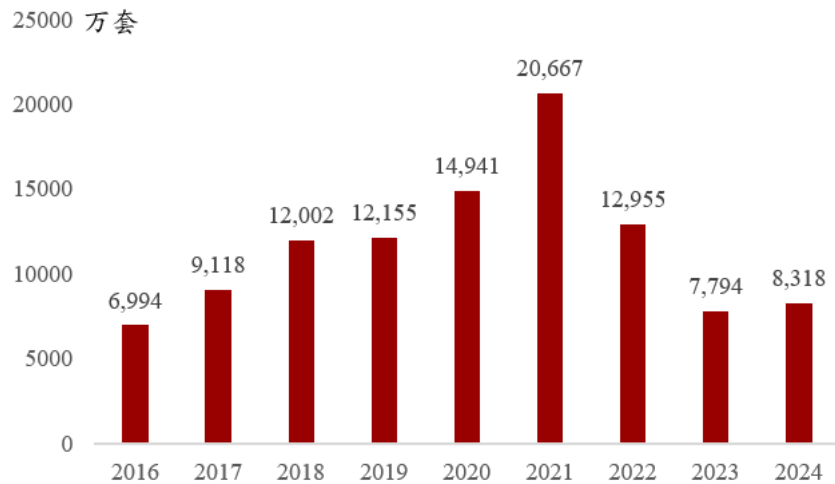
隆利科技是一家专注于整体背光显示模组解决方案的提供商，积极拓展多元化业务布局，形成了：1) 以手机/平板/NB 等消费电子作为基本业务，2) 快速增长的车载显示业务和已初步量产的 LIPO 业务为两大核心业务，3) 以新型智能硬件终端相关的 AR/VR 显示、精密结构件等 N 个具有未来增长潜力业务的“1+2+N”多元化布局。

1. 传统消费电子背光业务

公司 2016 年开始 Mini-LED 领域研发，基于公司在新型显示的光学效果处理方面的深厚积累，目前公司布局了全系列应用领域的技术，取得了一定的先发优势，公司研究的 Mini-LED 技术可应用于平板电脑、笔记本电脑、电视、显示器以及智能穿戴等，并已经向部分车载客户、VR 客户、消费类客户批量出货。

2024 年以来，随着宏观经济和消费需求逐步恢复，消费电子延续了复苏态势，公司的手机/平板/NB 等消费电子业务处于逐步恢复阶段。同时，公司进一步优化产品结构，智能手机业务占比持续降低，中大尺寸业务（平板/NB/PC）业务占比持续提升，消费电子业务的整体盈利能力持续改善。

图表 52. 隆利科技 2016-2024 年背光模组销量变动图



资料来源: ifind, 中银证券

根据公司披露的历年背光模组销量数据可以看到,2024 年来,公司背光模组销量下行趋势得到缓解,重回正增长态势。

2. 汽车背光业务

随着智能座舱渗透率的逐步加速，车载显示智能化、大屏化、多屏化、高清化、交互化的趋势日益显著，以 Mini-LED 技术为代表的新型显示，因极具亮眼的显示效果和节能特点，满足了车载显示屏对新型显示的需求。如小米于 2025 年 5 月最新发布的 YU7 车型，搭载了创新的“天际屏”，该平面采用 3 块 Mini-LED 屏幕组合而成，可将信息直接反射到前风挡下黑区，实现 1.1 米超宽全景显示。

图表 53. 小米天际屏采用 3 块 Mini-LED 屏



资料来源: IT 之家, 中银证券

公司是 Mini-LED 车载背光显示头部企业，在技术储备、专利、量产方面具有显著优势，充分利用 Mini-LED 技术的先发优势，不断加大拓展力度。2024 年，公司和小鹏、吉利、极氪、蔚来、理想等知名车企合作的新车型案子已经量产交付。

我们预计未来 Mini-LED 在更多车型应用，公司车载显示业务有望取得快速增长。

3. LIPO 业务

超窄边框成高端智能手机的竞争差异化指标，有望促进 LIPO 技术的渗透率。

超窄边框对于高端手机的观感差异提升较明显，苹果引领潮流，安卓快速跟随。如下 9to5mac 制作的模拟对比图，可以看到虽然边框在数值上仅缩窄了不到 1 毫米，但是观感的差异较为明显。iPhone 16 Pro Max 的边框从上一代的 1.55mm 进一步缩减到 1.15mm。根据中关村在线，小米 15 手机上下左右四边均缩窄到 1.38mm。

图表 54. 不同代际苹果 pro 款手机的边框效果图



资料来源：9to5mac，中银证券

LIPO 是实现超窄边框的重要技术。LIPO，全称为 Low-injection pressure over-molding，即低压注塑成型，其通过使用高分子材料进行液态封装，来保护显示屏幕排线连接处，再通过对高分子材料进行固化，使高分子材料、显示屏幕和手机中框紧密结合，从而缩减手机屏幕的边框宽度。

LIPO 技术意义：这一技术可以提升 OLED 模组与整机的结构强度密封性，进一步提升屏占比，实现一体化，更轻薄化，同时大幅提升产品跌落可靠性，这一技术的研发提升了公司 OLED 面板相关领域的竞争力。

从工艺过程看，LIPO 工艺包含低压环境、胶黏剂选型、注射、脱模成型几个步骤，具体如下：将特制的胶水，在相对低温（因为屏幕很多材料不耐高温），低压填到注塑设备的溶胶缸中熔融，熔融后液体流动性非常好，用很小的压力就注塑到很小的模具空间中，待胶水冷却凝固后，便能脱模成型。

苹果 iPhone 15 Pro/Max 首次将 LIPO 技术用在手机上，得益于该技术，苹果成功将边框从前代的 2.2mm 缩小至 1.5mm。我们预计随着安卓纷纷推出超窄边框的产品，将带动 LIPO 技术的使用率大幅提升。

隆利科技布局 LIPO 业务三年，已至收获时机。

为了应对 OLED 显示技术对公司背光显示模组业务的冲击，公司 2022 年开始布局 OLED 显示相关的工艺创新技术 LIPO，不断提升公司在 OLED 显示领域的竞争力。经过三年的研发积累和客户的多方验证，2024 年 LIPO 技术得到客户的高度认可，截至 2025 年 6 月，该业务逐步进入量产阶段。

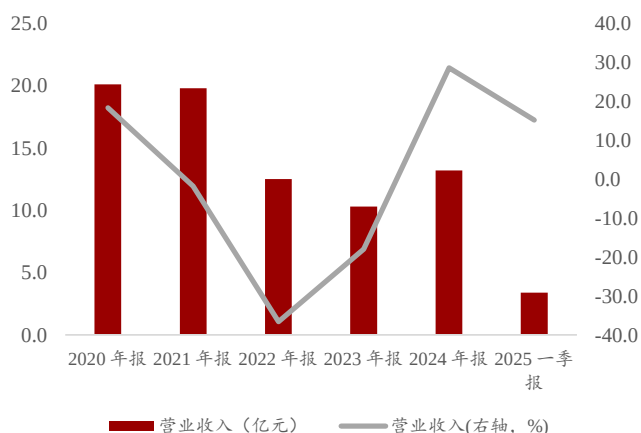
公司同时开展 LIPO 技术用于折叠屏铰链的研发项目。根据公司 2024 年年报披露，目前折叠屏铰链存在展开后三个区域的结构平整度较低的问题，公司研发 LIPO 创新技术，可根据铰链的结构设计出对应的精密注塑模具，帮助折叠屏手机改善并解决折叠部位的褶皱，为后续实现 OLED 折叠屏幕超窄边框打下坚实基础。

我们预计公司 LIPO 业务收入将受益于超窄边框机型的渗透和折叠机铰链的研发进展，获得较快增长。

从经营低谷走出，近两年恢复增长韧性，同时管理提效，费用率下降明显

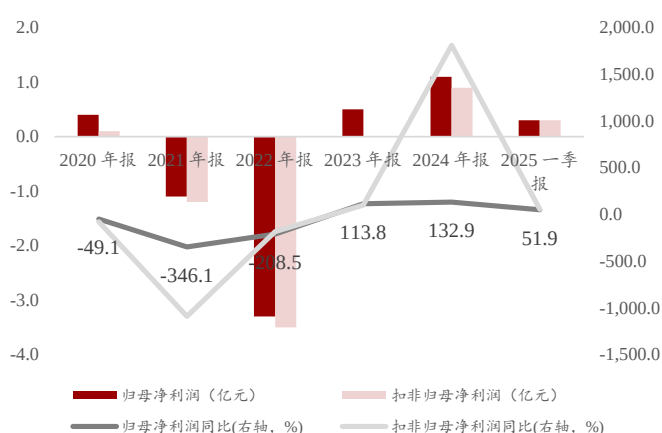
2020-2024 年，过去 5 年间公司完成了一轮经营业绩的逆转。受 OLED 技术渗透加速，叠加手机终端需求不足等因素影响，公司前几年经营压力较大。公司于 2022 年计提了相关资产减值，并重新规划了发展方向；2023 年是业绩拐点，此后公司的营业收入、盈利能力均有显著好转。

图表 55. 隆利科技 2020-2025Q1 营收变动情况



资料来源: Wind, 中银证券

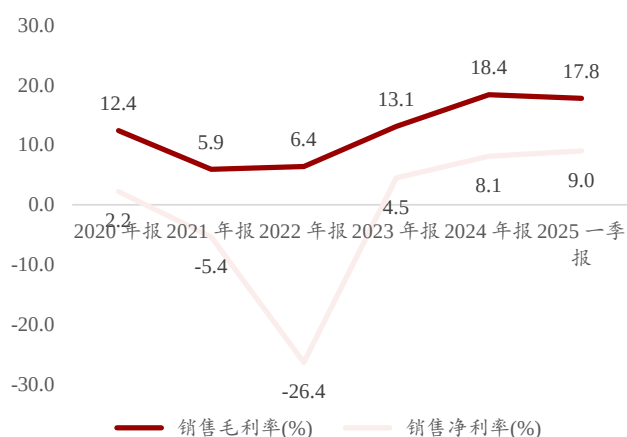
图表 56. 隆利科技 2020-2025Q1 净利润变动情况



资料来源: Wind, 中银证券

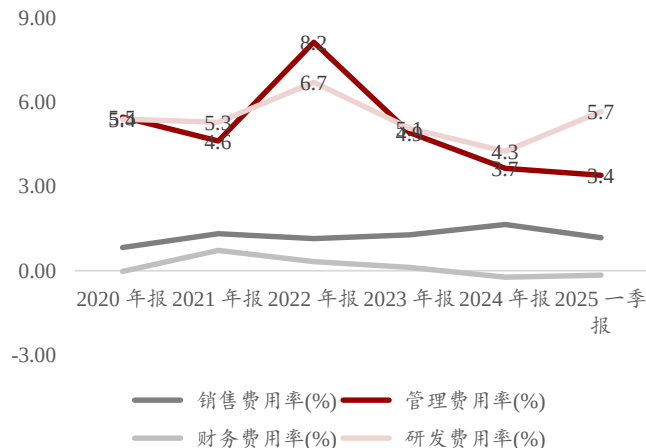
营业收入方面，2024 年和 2025 年一季度，公司营收恢复了正增长。2024 年公司营收 13.2 亿元，同比增长 28.6%，2025Q1 公司营收 3.4 亿元，同比增长 15.2%，显示新增长动能逐渐发力。**净利润方面**，2022 年亏损幅度较大，达 3.3 亿元，其中计提减值 2.7 亿元。公司 2023 年开始轻装上阵，当年实现扭亏，2024 年公司归母净利润/扣非归母净利润分别为 1.1/0.9 亿元，同比增长 132.9%/1813.6%，2025Q1 依然保持高速增长态势，净利润/扣非归母净利润分别为 0.3/0.3 亿元，同比增长 51.9%/57.2%。

图表 57. 隆利科技 2020-2025Q1 盈利能力变动情况



资料来源: Wind, 中银证券

图表 58. 隆利科技 2020-2025Q1 费用率变动情况



资料来源: Wind, 中银证券

盈利能力修复显著。2022 年受行业竞争和资产计提等影响，毛利率/净利率均陷入低谷，随着公司计提传统业务资产减值、Mini-LED 等新技术逐步应用，2022 年至今，公司毛利率从 6.4% 提升至 17.8%，净利率从 -26.4% 提升至 9.0%，盈利能力得到有效修复。

费用率方面，管理费用得到有效控制、研发费用率也呈趋势性下行。公司管理费用率从 2022 年 8.2% 的高点下降至 2025Q1 的 3.4%，下降 4.8 个百分点；研发费用率从 2022 年高点 6.7% 下降至 2024 年 4.3%，呈现稳定下行趋势。2025Q1 因 LIPO 等业务投入，又提升至 5.7%。

智驾等级提升带动座舱显示升规趋势下，公司车载背光业务望持续受益

随着智能驾驶和无人驾驶技术日益成熟及应用加速，智能座舱渗透率不断提升，整车的人机交互正向个性化、便捷化和多模态发展。作为车内人机交互体验核心载体的车载显示，用户对其显示效果、分辨率、尺寸、数量等提出了更高要求，Mini-LED 显示技术加速渗透，屏数量也从单一中控屏逐渐延伸至液晶仪表屏、副驾娱乐屏、后排娱乐屏、HUD 等多种类型；单屏的主流尺寸也从 8~10 英寸升级至 15~16 英寸，座舱显示升规趋势明显。

公司车载业务具备先发优势与客户关系的优势，有望受益智驾带动座舱显示的升规趋势。公司于 2016 年就开始布局 Mini-LED 业务，具有先发优势；同时，公司已与小鹏、吉利、极氪、蔚来、理想等知名车企建立了良好的合作关系，未来公司车载背光业务有望迎来高速发展。

盈利预测与投资分析

盈利预测

背光显示模组业务方面，传统消费电子背光模组保持稳定，车载背光模组有望受益 Mini-LED 显示技术加速渗透的趋势，公司已与小鹏、吉利、极氪、蔚来、理想等知名车企建立了良好的合作关系，未来公司车载背光业务有望迎来高速发展。我们预计未来背光显示模组业务有望取得稳健增长，因背光模组行业较为成熟，我们预计毛利率保持稳定。

LIPO 及其他业务方面，随着苹果带动超窄边框潮流，未来安卓系列机型超窄边框渗透率有望快速提高，带动 LIPO 业务快速放量。公司布局 LIPO 业务三年，2024 年已得到客户的高度认可，且于 2025 年 6 月正式量产，我们预计公司该业务有望获得持续高速增长。毛利率方面，如前分析，2025 年 6 月 LIPO 业务正式量产，我们预计 2026 年 LIPO 业务营收有望大幅增长，规模效应将驱动毛利率上升，2027 年或面临竞争压力，毛利率有所回落。

图表 59. 隆利科技盈利预测

时间	2024	2025E	2026E	2027E
1、背光显示模组 营业收入（百万元）	1,284	1,504	1,786	2,034
YoY(%)	28.8	17.2	18.8	13.9
毛利润（百万元）	237	329	396	455
毛利率(%)	18.4	21.9	22.2	22.4
2、LIPO 及其他 营业收入（百万元）	37	400	616	1242
YoY(%)	22.9	992.9	54.0	101.6
毛利润（百万元）	7	98	198	332
毛利率(%)	18.1	24.5	32.1	26.8
总营业收入（百万元）	1,320	1,904	2,402	3,276
YoY(%)	28.6	44.2	26.2	36.4
总毛利润（百万元）	243	427	594	787
毛利率(%)	18.4	22.4	24.7	24.0

资料来源：隆利科技，中银证券

估值

我们选取主营业务同为背光显示模组的木林森、聚飞光电、芯瑞达可比公司。

截至 2025 年 7 月 14 日收盘，隆利科技 2025/2026/2027 年的 PE 分别为 21.3/14.9/11.6 倍，与可比公司市盈率平均值相近。考虑到隆利科技的未来发展不限于传统背光模组，已经拓展出的全新的车载 Mini-LED 背光和 LIPO 业务，我们预计公司未来盈利增长的速度较快，公司估值有上升空间。首次覆盖，给予 **买入** 评级。

图表 60. 相对估值

证券简称	证券代码	最新股价 (元)	总市值 (亿元)	归母净利润 (亿元)			市盈率 (倍)			评级
				2025E	2026E	2027E	2025E	2026E	2027E	
木林森	002745.SZ	8.1	119.9	6.6	8.8	9.5	18.1	13.6	12.6	未有评级
聚飞光电	300303.SZ	6.2	87.6	4.0	4.8	5.5	21.7	18.3	16.0	未有评级
芯瑞达	002983.SZ	21.1	47.2	1.8	2.2	2.7	25.6	21.7	17.8	未有评级
平均值							21.8	17.9	15.5	
隆利科技	300752.SZ	20.3	46.4	2.2	3.1	4.0	21.3	14.9	11.6	买入

资料来源: iFinD, 中银证券

注: 股价与市值截至日为 2025 年 7 月 14 日。木林森、聚飞光电、芯瑞达尚未覆盖, 未有评级公司盈利预测均来自 ifind 一致预期。

风险提示

- 市场竞争加剧的风险。**若市场竞争进一步加剧, 可能导致公司产品价格不占优势或销量大幅波动, 从而对生产经营产生不利影响。
- 产品价格下降的风险。**若行业竞争加剧、新技术逐步成熟, 公司产品的价格或面临下降的风险。
- 新技术风险。**以 OLED 为代表的新技术不断涌现, 若未来在显示器市场中大量采用 OLED 显示技术, 将会对公司 LCD 背光显示模组造成重大不利影响。
- 客户集中度较高的风险。**公司客户包括京东方、深天马、TCL 集团、长信科技、蓝思科技、信利光电、帝晶光电等国内外液晶显示模组知名企业, 若公司主要客户的生产经营和市场销售不佳, 或对公司产品销售及应收账款的及时回收产生不利影响。
- 部分原材料依赖进口的风险。**公司生产所需原材料中高端膜材、导光板塑料粒、LED 等部分原材料依赖进口, 若原材料供应商因意外事件导致交付能力下降、原材料价格大幅上涨或汇率波动等情形, 将会影响公司正常生产经营。
- 中美贸易摩擦的风险。**公司产品应用于智能手机、车载显示、笔记本电脑等终端产品, 而手机、笔记本电脑等产品位于中美贸易战中美方对终端产品加征关税清单之列, 若中美贸易摩擦再度升级, 或对公司经营产生不利影响。

利润表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
营业总收入	1,026	1,320	1,904	2,402	3,276
营业收入	1,026	1,320	1,904	2,402	3,276
营业成本	892	1,077	1,477	1,808	2,489
营业税金及附加	6	7	10	13	17
销售费用	13	22	30	38	52
管理费用	51	48	72	91	124
研发费用	52	56	88	111	151
财务费用	1	(3)	(2)	4	1
其他收益	27	30	30	30	30
资产减值损失	14	(18)	0	0	0
信用减值损失	(2)	(7)	0	0	0
资产处置收益	1	0	0	0	0
公允价值变动收益	1	2	0	0	0
投资收益	0	0	0	0	0
汇兑收益	0	0	0	0	0
营业利润	51	120	258	367	471
营业外收入	0	0	2	2	2
营业外支出	0	0	4	4	4
利润总额	51	120	256	365	469
所得税	6	14	30	42	54
净利润	46	106	226	323	415
少数股东损益	0	0	8	11	15
归母净利润	46	106	218	312	400
EBITDA	72	132	296	432	552
EPS(最新股本摊薄, 元)	0.20	0.47	0.95	1.36	1.75

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

资产负债表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
流动资产	1,134	1,223	1,665	2,085	2,849
现金及等价物	342	428	571	721	983
应收帐款	433	517	625	883	1,119
应收票据	56	24	82	51	131
存货	94	90	115	136	209
预付账款	1	1	16	4	23
合同资产	0	0	0	0	0
其他流动资产	208	163	256	290	384
非流动资产	658	756	857	906	902
长期投资	1	1	1	1	1
固定资产	365	344	467	551	588
无形资产	76	73	69	66	62
其他长期资产	216	338	320	288	251
资产合计	1,791	1,979	2,522	2,992	3,751
流动负债	624	748	1,102	1,316	1,744
短期借款	50	4	161	254	161
应付账款	305	386	517	588	864
其他流动负债	269	358	424	474	719
非流动负债	71	51	56	54	55
长期借款	10	0	0	0	0
其他长期负债	61	51	56	54	55
负债合计	694	799	1,158	1,370	1,798
股本	228	225	228	228	228
少数股东权益	0	0	8	20	34
归属母公司股东权益	1,096	1,180	1,356	1,602	1,918
负债和股东权益合计	1,791	1,979	2,522	2,992	3,751

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

现金流量表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
净利润	46	106	226	323	415
折旧摊销	47	47	70	90	109
营运资金变动	(312)	226	(124)	(139)	14
其它	68	(31)	(18)	12	(3)
经营活动现金流	(151)	348	153	287	535
资本支出	(120)	(132)	(150)	(150)	(100)
投资变动	0	(13)	0	0	0
其他	(1)	0	0	0	0
投资活动产生的现金流	(121)	(145)	(150)	(150)	(100)
银行借款	(112)	(56)	158	93	(94)
股权融资	270	(31)	(42)	(65)	(84)
其他	40	(41)	24	(15)	4
筹资活动现金流	198	(128)	139	12	(173)
净现金流	(74)	75	143	149	262

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

财务指标

年结日: 12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
成长能力					
营业收入增长率(%)	(18.0)	28.6	44.2	26.2	36.4
营业利润增长率(%)	(113.8)	134.2	114.5	42.0	28.4
归属于母公司净利润增长率(%)	(113.8)	132.9	105.1	42.8	28.4
息税前利润增长(%)	(106.1)	253.3	163.8	50.8	29.6
息税折旧前利润增长(%)	(125.9)	84.7	123.4	45.8	27.8
EPS(最新股本摊薄)增长(%)	(113.8)	132.9	105.1	42.8	28.4
获利能力					
息税前利润率(%)	2.4	6.5	11.9	14.2	13.5
营业利润率(%)	5.0	9.1	13.6	15.3	14.4
毛利率(%)	13.1	18.4	22.4	24.7	24.0
归母净利润率(%)	4.5	8.1	11.5	13.0	12.2
ROE(%)	4.2	9.0	16.1	19.4	20.9
ROIC(%)	2.2	9.4	19.2	24.6	32.3
偿债能力					
资产负债率	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
净负债权益比	(0.2)	(0.3)	(0.3)	(0.3)	(0.4)
流动比率	1.8	1.6	1.5	1.6	1.6
营运能力					
总资产周转率	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
应收账款周转率	2.6	2.8	3.3	3.2	3.3
应付账款周转率	2.9	3.8	4.2	4.3	4.5
费用率					
销售费用率(%)	1.3	1.6	1.6	1.6	1.6
管理费用率(%)	4.9	3.6	3.8	3.8	3.8
研发费用率(%)	5.1	4.3	4.6	4.6	4.6
财务费用率(%)	0.1	(0.2)	(0.1)	0.2	0.0
每股指标(元)					
每股收益(最新摊薄)	0.2	0.5	1.0	1.4	1.8
每股经营现金流(最新摊薄)	(0.7)	1.5	0.7	1.3	2.3
每股净资产(最新摊薄)	4.8	5.2	5.9	7.0	8.4
每股股息	0.0	0.0	0.2	0.3	0.4
估值比率					
P/E(最新摊薄)	101.7	43.6	21.3	14.9	11.6
P/B(最新摊薄)	4.2	3.9	3.4	2.9	2.4
EV/EBITDA	55.8	26.1	14.6	9.8	7.1
价格/现金流(倍)	(30.8)	13.4	30.3	16.2	8.7

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

603893.SH

增持

市场价格:人民币 154.10

板块评级:强于大市

股价表现



(%)	今年至今	1个月	3个月	12个月
绝对	49.9	8.0	(1.8)	127.9
相对上证综指	42.1	3.8	(9.7)	109.4

发行股数 (百万)	420.68
流通股 (百万)	420.56
总市值 (人民币 百万)	64,826.47
3 个月日均交易额 (人民币 百万)	1,207.51
主要股东	
励民	37.48%

资料来源:公司公告, Wind, 中银证券
以 2025 年 7 月 14 日收市价为标准

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

电子: 半导体

证券分析师: 苏凌瑶

lingyao.su@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号: S1300522080003

联系人: 周世辉

shihui.zhou@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300123050013

联系人: 茅珈恺

jiakai.mao@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300123050016

瑞芯微

中国领先的 AIoT SoC 厂商

瑞芯微是中国领先的 AIoT SoC 厂商, 其下游应用广泛。2021 年以来公司经营业绩扎实, 财务数据稳健。首次覆盖, 给予**增持**评级。

支撑评级的要点

- **瑞芯微是中国领先的 AIoT SoC 设计企业。**瑞芯微产品采用“雁形方阵”布局: 1) 旗舰芯片 RK3588 采用 8nm 制程, 拥有 6Tops NPU 算力, 为“头雁”; 2) 通用处理器 RK3576/3568 等覆盖全场景, 满足从消费电子到工业控制、汽车电子的差异化需求。公司自研 NPU 技术可以实现 0.5~6Tops 算力平台算法快速移植, 并配套电源管理、接口芯片形成一站式解决方案。公司在边缘计算、机器人等新兴领域亦有积极布局。
- **瑞芯微经营业绩扎实, 财务数据稳健。**瑞芯微 2024 年营收 31.36 亿元, YoY+47%, 系 RK3588 等芯片在汽车电子、机器视觉领域较快增长; 2025Q1 营收 8.85 亿元, YoY+63%, 创 2019 年以来一季度营收新高。瑞芯微 2024 年毛利率 37.6%, YoY+3.3pcts; 2025Q1 毛利率 40.9%, YoY+6.3pcts, 创 2019 年以来一季度毛利率新高。2022 至 2024 年公司经营性现金流从-6.22 亿元转为+13.79 亿元。2021~2024 年公司研发费用稳定超过 5 亿元/年, 随着收入扩张, 研发费用率有望下降, 经营效率有望提升。
- **汽车电子成为重点布局方向之一。**瑞芯微积极将 AIoT SoC 领域的技术优势延伸至汽车电子, 覆盖智能座舱、仪表、机器视觉等领域。RK3588M 舱泊一体平台算力达 6Tops, 支持 1.5B~1.8B 端侧大模型, 已经量产 50 万颗, 搭载于 10+主机厂、20+车型。下一代 RK3688M 采用 4nm 制程, NPU 算力升级至 32Tops, 支持 12 屏输出, 定位高性能智能座舱, 预计将于 2026 年推出。随着 AI 技术从云侧向端侧普及, 瑞芯微有望受益于行业趋势, 而 RK3588M 和 RK3688M 有望成为公司汽车电子业务的重点增长驱动力。

估值

- 预计瑞芯微 2025/2026/2027 年 EPS 分别为 1.92/2.70/3.48 元。截至 2025 年 7 月 14 日, 公司 2025/2026/2027 年 PE 分别为 80.4/57.1/44.3 倍。考虑到 AI 技术从云侧向端侧普及的趋势, 瑞芯微凭借在 AIoT SoC 领域的技术积累, 有望深度受益于行业发展趋势。公司重点布局的汽车电子亦有望贡献积极增量。首次覆盖, 给予**增持**评级。

评级面临的主要风险

- 行业需求不及预期。市场竞争格局恶化。终端应用创新不及预期。原材料价格上涨。

投资摘要

年结日: 12 月 31 日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
主营收入(人民币 百万)	2,135	3,136	4,189	5,226	6,235
增长率(%)	5.2	46.9	33.6	24.8	19.3
EBITDA(人民币 百万)	214	554	886	1,152	1,456
归母净利润(人民币 百万)	135	595	806	1,136	1,463
增长率(%)	(54.6)	341.0	35.5	40.9	28.8
最新股本摊薄每股收益(人民币)	0.32	1.41	1.92	2.70	3.48
市盈率(倍)	480.6	109.0	80.4	57.1	44.3
市净率(倍)	21.2	18.3	16.3	14.1	12.0
EV/EBITDA(倍)	119.6	79.5	70.4	53.6	42.0
每股股息 (人民币)	0.2	0.7	0.9	1.2	1.6
股息率(%)	0.3	0.6	0.6	0.8	1.0

资料来源:公司公告, 中银证券预测

瑞芯微：中国领先的 AIoT SoC 厂商

瑞芯微电子股份有限公司成立于 2001 年，总部位于福州，在深圳、上海、北京、杭州、香港设有分公司/子公司，专注于集成电路设计和研发。瑞芯微已经发展为中国领先的物联网（IoT）和人工智能物联网（AIoT）处理器芯片企业。

2001 年，瑞芯微推出复读机芯片。2022 年，公司成功研发“变速不变频”技术，成为复读机芯片行业的领先者。

2006 年，公司产品进入 MP3/MP4 领域，并取得国内领先的市场占有率。2006~2008 年，公司均获得“中国芯”最佳市场表现奖。

2009 年，公司率先推出安卓系统平板电脑，促进中国平板电脑制造厂商的发展。

2014~2015 年，公司进入战略转型期。为了应对市场需求变化，公司持续加大研发投入，力争在产业布局、产品结构、应用领域等方面有所突破，研发的产品系列向消费电子和智能物联应用领域延伸。

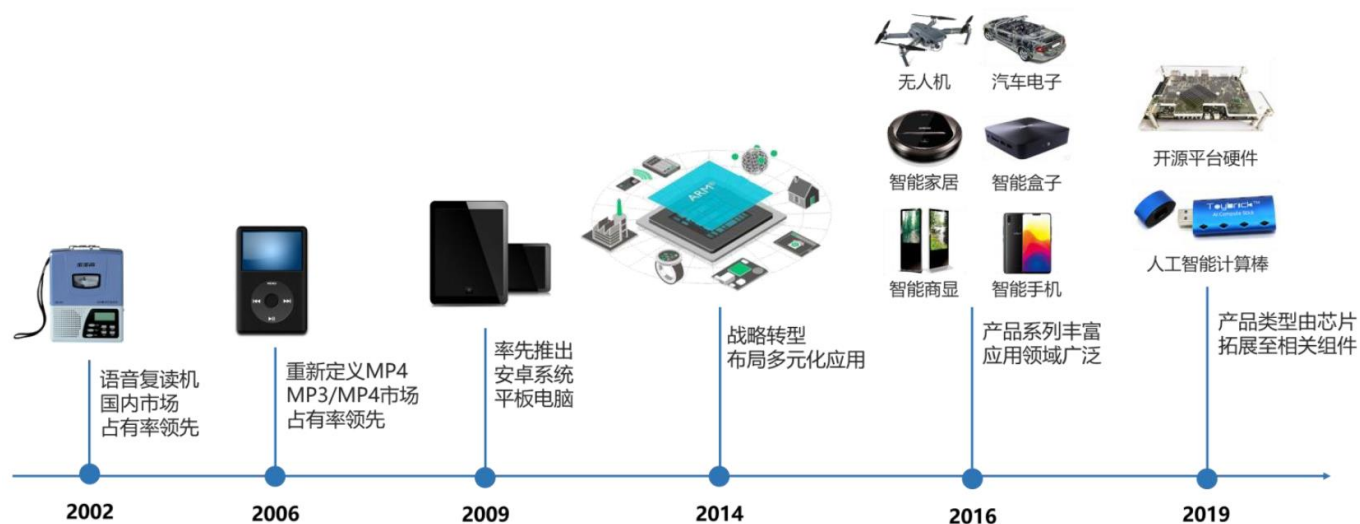
2016 年以来，公司基本完成战略转型目标，进入了全新发展阶段，公司芯片产品逐步进入多元化智能应用市场。

2019 年，公司进一步拓展产品类型，从芯片拓展至相关组件，涵盖开源平台硬件、人工智能计算棒等，并持续加大对高分辨率智能影像处理器（ISP）、高性能视频编解码、神经网络处理等基础技术在算法、IP 上的研发投入。

2020 年，公司成功在 A 股上市。中国 AIoT 市场进入快速增长期，公司经过多年布局也顺利转型 AIoT 领域，产品应用由消费电子向行业应用延伸。

瑞芯微 AIoT SoC 芯片平台形成了“高端-中高端-中端-入门级”全系列布局。公司以高端智能应用处理器在行业内形成标杆效应，协同各性能、算力水平的 IoT 和 AIoT 芯片平台，满足下游各条产品线中不同客户的多层次算力需求，并与周边芯片形成完整解决方案。

图表 61. 瑞芯微主要产品演变进程



资料来源：瑞芯微招股说明书，中银证券

瑞芯微致力于打造“雁形方阵”产品矩阵，其中旗舰芯片 RK3588 为“头雁”，具备性能强、通用性高、IP 集成丰富的特点；不同性能、算力水平的 IoT 和 AIoT 算力平台排列组成“两翼”，覆盖下游不同领域，为客户提供多样化的产品解决方案。

RK3588 为 8nm 制程，采用四核 Cortex-A76 + 四核 Cortex-A55，GPU 配备 Arm Mali-G610 MC4，NPU 算力达到 6Tops。RK3588 在应用场景上更加注重人工智能和机器学习的应用，支持 TensorFlow Lite、Caffe、MXNet 等多种深度学习框架，以及人脸识别、语音识别、图像识别等多种人工智能算法。

瑞芯微 2018 年推出首颗单独的 NPU 芯片 RK1808 以来，围绕 AIoT 领域不断布局，为客户提供从 0.5Tops 到 6Tops 不同算力的芯片。客户基于瑞芯微自研 NPU 可以在不同算力平台之间实现 AI 算法快速移植、更新迭代，从而有效缩短产品研发周期并节省研发投入。

瑞芯微的人工智能应用处理芯片可以分为通用应用处理器、机器视觉处理器、车载处理器、工业控制处理器等。

通用应用处理器（如 RK3588/3576/3399Pro/3568/3562 系列等）拥有不同性能层次的 CPU 和 GPU 内核，并搭载不同算力水平的 NPU，同时具有强大的多媒体处理能力、丰富的外设接口，能够满足众多复杂场景下的应用需求。

机器视觉处理器（如 RV1109/1126/1106/1103 系列等）拥有良好的影像处理能力、AI 视觉处理能力，可适用于多场景下的机器视觉应用。

车载处理器（如 RK3588M）能实现“一芯带七屏”、AVM（全景环视影像）等功能，在汽车前装智能座舱中应用广泛。

工业控制处理器（如 RK3568J/3588J 等）拥有可靠性高、抗干扰性强、可扩展性好的特点，可以在高低温环境下良好运行。

值得关注的是，在人工智能领域，瑞芯微 NPU IP 从 2018 年至今历经多次迭代，对神经网络模型的支持和计算单元的利用效率不断提升。其高性能产品 RK3588、RK3576 针对端侧主流的 2B 参数数量级别的模型运行速度能达到 10tokens/s，满足小模型在边缘侧的部署需求。

传统智能应用处理器（如 RK3399/3288/3368/3326/3528 系列等）根据产品定位分别搭载了不同性能层次的 CPU、GPU 内核，具有不同水平的处理能力，充分满足下游各领域产品的差异化需求。其中 RK3399 采用双 Cortex-A72 + 四 Cortex-A53 大小核 CPU 结构，频率最高达 1.8GHz，GPU 配置 Mali-T860，支持 OpenGL ES1.1/2.0/3.0/3.1，广泛应用于无人机、人脸识别和支付、开发板和工控、Arm 服务器、视频会议系统、商业显示、行业平板和电子白板、自主设备等领域；RK3288 采用四核 Cortex-A17，主频最高达 1.8GHz，GPU 配置 Mali-T764，支持 OpenGL ES1.1/2.0/3.1，广泛应用于商业显示、收银机、人脸识别及测温、行业平板、开发板及工控、自助设备、云终端、电子书、汽车电子、视频会议系统等。

除 AIoT SoC 芯片外，瑞芯微主要产品还覆盖数模混合芯片和模组产品等。数模混合芯片包含电源管理芯片、接口转换芯片、无线连接芯片、快充协议芯片等。电源管理芯片通常和公司的智能应用处理器芯片协同配套，为下游客户打造一站式、完整的硬件设计方案。接口转换芯片和无线连接芯片则和智能应用处理器芯片灵活组合，为整体解决方案增添更多优势和可能性。瑞芯微亦在积极拓展上述芯片的外部市场，借助规模效应降低成本、提高效益、力求在市场中占据更有利地位。

图表 62. 瑞芯微主要产品系列及其应用领域

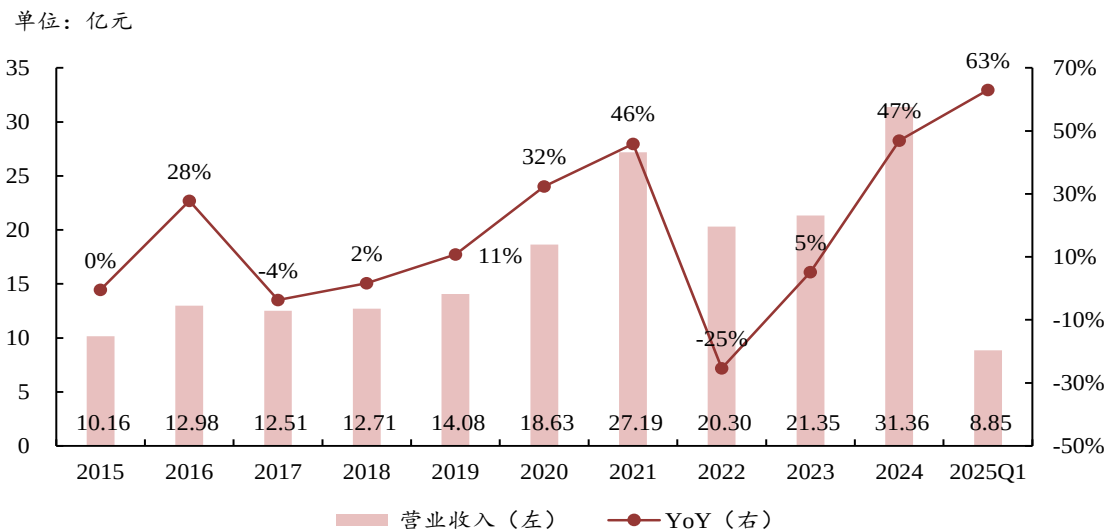
类别	子类	主要特点	产品	应用领域
智能应用处理器芯片	人工智能通用应用处理器	采用高性能 CPU 和 GPU 内核，内置自研 NPU，具有强大的多媒体处理器能力，以及众多外设接口，可以适应众多复杂场景应用的需求，可以运行 Android、Linux 等操作系统，是公司的代表性产品	RK3588 系列	Arm PC，平板，高端摄像头，NVR，8K 和大屏设备，汽车智能座舱，云服务设备和边缘计算，AR/VR 等
			RK3576 系列	汽车智能座舱，平板电脑，电子书，交互大屏，投影仪，网络存储设备，云电脑，机器视觉，工业应用等
			RK3562 系列	平板，智能家居，教育电子，工业应用等
			RK3399Pro 系列	无人机，人脸识别及支付，开发板及工控，Arm 服务器，视频会议系统，商业显示，行业平板，自助设备等
			RK3568/3566 系列	平板电脑，NVR，NAS，电子书，云终端，网关等
	传统应用处理器	搭载了不同性能层次的 CPU、GPU 内核，具有不同水平的处理能力	RK3399 系列	无人机，人脸识别及支付，开发板及工控，Arm 服务器，视频会议系统，商业显示，行业平板，自助设备等
			RK3368 系列	教育电子，收银机，智能家电，智能门禁等
			RK3326 系列	平板电脑，智能音箱，扫地机器人，翻译笔，家居中控等
			RK3288 系列	商业显示，收银机，人脸识别及测温，行业平板，开发板及工控，自助设备，云终端，汽车电子，视频会议系统等
			RK3188 系列	平板电脑，工控板，云终端等
	机器视觉处理器	具有良好的影像处理能力，以及 AI/视觉处理能力、无图形处理能力，适用于多场景下的机器视觉和 AI 运算的应用	RK312X 系列	平板电脑，数码相框等
			RV1106/1103 系列	IPC、智能家居、汽车电子、会议设备等
			RV1109/1126 系列	安防摄像头、人脸门禁、行车记录仪等
			RK180X 系列	边缘计算等
			RV1108 系列	扫地机器人，行车记录仪，智能门禁等
专用微处理器	智能语音处理器	具有丰富的语音外设和控制接口的处理器	RK16XX 系列	结构光模组产品，智能门禁，视觉增强等
			RK2118 系列	车载音频、Soundbar、通用音频等
			RK3308 系列	扫地机器人、智能语音设备、智能音箱、工业控制等
	工控处理器	符合工业高低温场景和高可靠性的芯片	RK3568J/3588J/3358J 系列	工业应用等
	车载处理器	符合车载应用的高低温场景及高可靠性的芯片	RK3588M/3568M/3358M/PX 系列	汽车仪表，汽车中控等
	流媒体处理器	突出流媒体处理的应用处理器	RK3528 系列	智能 IPTV/OTT 和中高端多媒体应用等
			RK3328 系列	电视盒子等
			RK322X 系列	电视盒子等
			RK3036 系列	视频投屏器等
	语音微处理器	MCU 类产品，适合语音或音频等专用的嵌入式应用	RK2206/2108/Nano 系列	语音处理器，音频播放器等
数模混合芯片	电源管理芯片	内置 LDO、DC/DC、数字电路，控制上电时序和输出电压	RK80X/81X 系列	处理器配套电源管理芯片等
	快充协议芯片	内置 ADC、比较器、数字电路，控制电池大电流充电	RK82X/83X 系列	快充应用等
其他芯片		接口和无线芯片	RK6XX/9XX/10XX 系列	显示等接口转换，音频数模转换及无线连接芯片，主要是 SoC 芯片的配套使用
组件	开源平台硬件（开发板）、人工智能计算棒、结构光模组		RK3288/3399EVB 开发板；RK1808 计算棒；RMSL201/205/312 结构光模组	学习和评估平台，小批量嵌入式应用，人工智能边缘计算，人脸支付，3D 感知，工业控制平板等

资料来源：与非网，瑞芯微，中银证券

瑞芯微 2025Q1 营业收入创 2019 年以来一季度营业收入新高。2015~2024 年瑞芯微营业收入从 10.16 亿元增长至 31.36 亿元，CAGR 约 13%。2024 年瑞芯微营业收入 31.36 亿元，YoY+47%。根据瑞芯微 2024 年年度报告，2024 年公司依托 AIoT SoC 芯片平台布局优势，在旗舰芯片 RK3588 带领下，以多层次、满足不同需求的产品组合拳，促进下游 AIoT 多产品线的市占率持续提升，尤其是在汽车电子、机器视觉、工业和行业类应用等领域；以 RK3588、RK356X、RV11 系列为代表的各 AIoT 算力平台快速增长，驱动业绩较快增长。2025Q1 瑞芯微营业收入 8.85 亿元，YoY+63%，创 2019 年以来一季度营业收入新高，继续保持同比较快增长趋势。

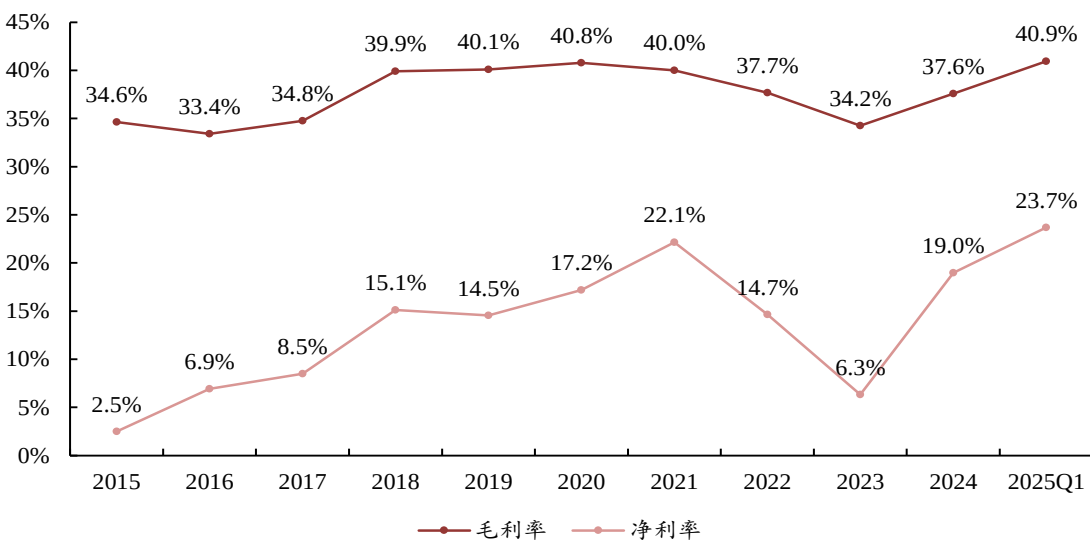
瑞芯微 2025Q1 毛利率创 2019 年以来一季度毛利率新高。2015~2024 年瑞芯微毛利率基本维持在 33.0% 以上。2023 年瑞芯微毛利率下降至 34.2%，根据瑞芯微 2022 年年度报告和 2023 年年度报告，受 2022 年下半年和 2023 年上半年全球电子产品需求下滑叠加下游客户去库存影响，公司产品在面临激烈的市场竞争中价格承压，毛利率亦同步承压。2024 年瑞芯微毛利率 37.6%，YoY+3.3pcts。根据瑞芯微 2024 年年度报告，2024 年公司持续优化产品结构，毛利率逐季改善。2025Q1 瑞芯微毛利率 40.9%，YoY+6.3pcts，创 2019 年以来一季度毛利率新高。类似的，2023 年瑞芯微净利率下降至 6.3%；2024 年瑞芯微净利率 19.0%，YoY+12.6pcts；2025Q1 瑞芯微净利率 23.7%，YoY+11.2pcts，亦创下 2019 年以来一季度净利率新高。

图表 63. 瑞芯微营业收入变动趋势



资料来源：ifind，中银证券

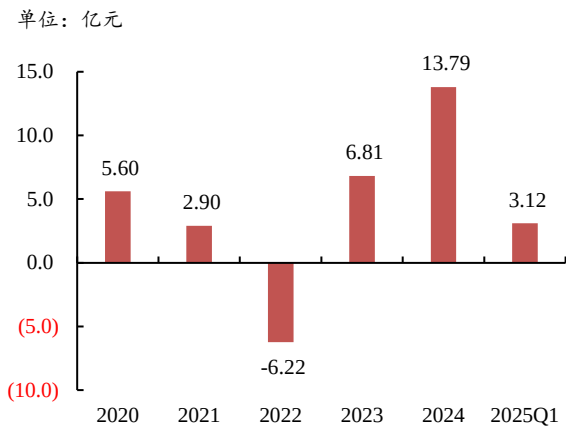
图表 64. 瑞芯微毛利率和净利率变动趋势



资料来源：ifind，中银证券

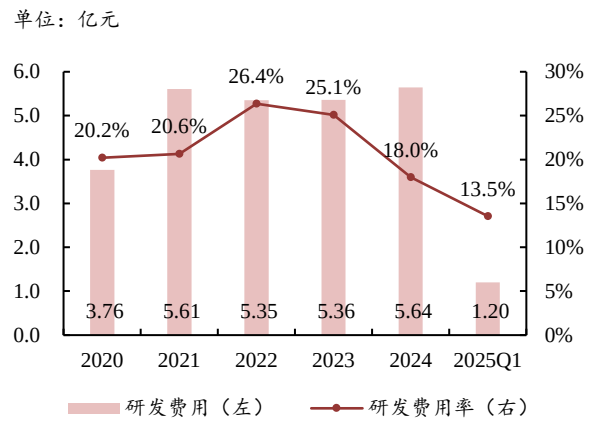
经营性现金流量改善，研发费用保持稳定。2022~2024 年瑞芯微经营性现金流量从 -6.22 亿元增长至 13.79 亿元，呈现良好的恢复和增长趋势。2021~2024 年瑞芯微年度研发费用基本保持在 5.00 亿元以上；2022~2024 年，随着营业收入的较快增长，瑞芯微的研发费用率呈现下降趋势。我们预计未来瑞芯微年度研发费用绝对值将继续保持增长，而研发费用率将在营业收入基数变大的情况下进一步下降。

图表 65. 瑞芯微经营性现金流量变动趋势



资料来源: ifind, 中银证券

图表 66. 瑞芯微研发费用和研发费用率变动趋势



资料来源: ifind, 中银证券

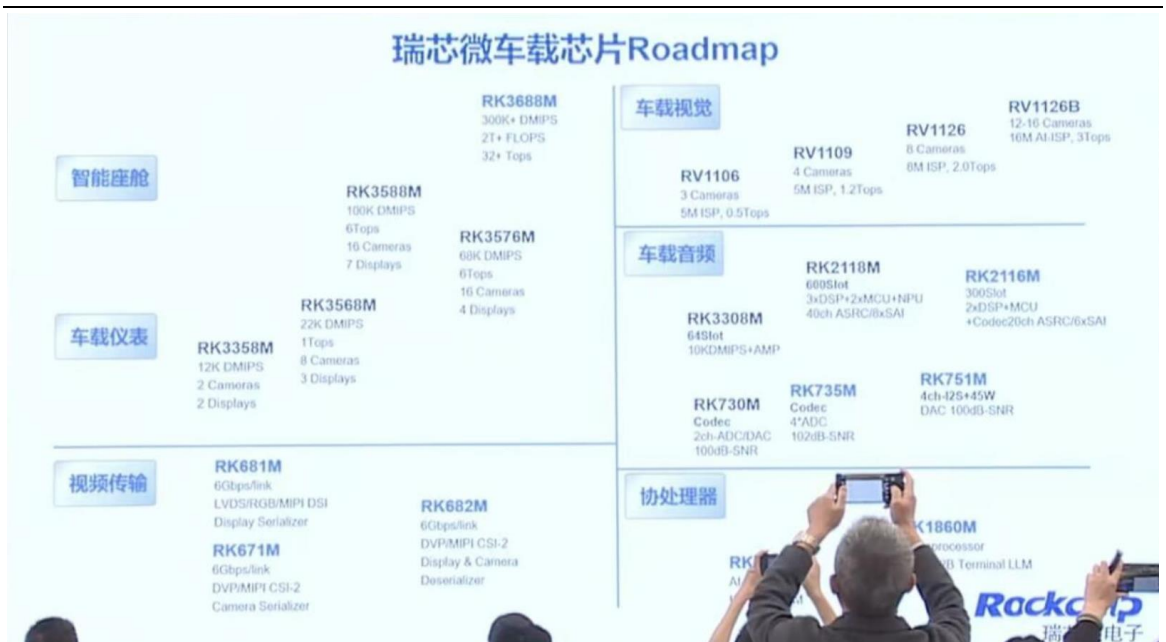
根据电子发烧友报道，2025 年 4 月 26 日瑞芯微在上海车展汽车半导体芯片大会上发表演讲《AI 赋能车载多场景》，重点介绍了瑞芯微在汽车芯片方面的布局和最新旗舰产品。

瑞芯微车载事业部 VP 陈楚毅表示：瑞芯微 2013 年进入车载行业，2021 年进入车载前装行业。瑞芯微可以把 AIoT 领域积累的各种技术优势赋能到汽车电子上，如智能座舱、仪表、音频功放、车载视觉等领域。以机器视觉为例，瑞芯微行业摄像头方案中的 AI ISP 能在各种暗光的环境下很好地还原暗光和色彩，这一技术可以复用至汽车环视 IPC，两者具有共通性。

陈楚毅指出，瑞芯微车载芯片主要布局智能座舱、车载仪表、车载视觉、车载音频、视频传输和协处理器六大领域。瑞芯微车载芯片覆盖 10K、20K、70K 到 300K 的 DMIPS 算力。对于车机里面不同算力需求，瑞芯微都可以提供对应的解决方案。

陈楚毅分析称：RK3588M 是瑞芯微主力支持端侧模型的舱泊一体平台。RK3588M 在座舱领域有三个方向的应用：1) 做域控，既可以做单中控，又可以为座舱支持 DLP 大灯、AR HUD、流媒体后视镜等功能；2) 做娱乐域控，支持像副驾屏、后舱屏、吸顶屏、投影仪等应用；3) 做车载视觉主机，支持车载高清平台摄像头和多传感器、多摄像头融合的方案。RK3588M 算力达到 6Tops，可以跑车载端侧大模型，支持 1.5B、1.8B 的端侧大模型，可以做舱泊一体。集成 RK3588M 的舱泊一体车型 2025 年会在国内上市。

图表 67. 瑞芯微车载芯片布局



资料来源: 电子发烧友, 瑞芯微, 中银证券

根据电子发烧友报道，RK3588M 在 2023 年中上车量产。截至 2024 年，瑞芯微车载芯片已经量产 50 万颗，覆盖 10 多家主机厂和 20 多款上市车型，还有 30 多款车型正在研发中，预计将在 2025 年和 2026 年上市。

陈楚毅还重点提及下一代智能座舱芯片——4nm 旗舰 AI SoC RK3688M，CPU 为 300K DMIPS，GPU 为 2TFlops，NPU 算力达到 32Tops，可以支持最多 12 屏或 4K6 屏。RK3688M 预计将于 2026 年推出。

盈利预测

瑞芯微主营业务覆盖 AIoT SoC、数模混合芯片、其他芯片等。在 AIoT SoC 领域，瑞芯微为消费电子、工业控制、汽车电子等领域提供解决方案。公司同时提供电源管理、接口转换、无线连接等数模混合芯片的配套解决方案。随着人工智能从云侧向边缘侧普及，AIoT SoC 在消费电子、工业控制、汽车电子等领域的应用越来越多。瑞芯微亦在积极拓展行业应用，力争扩大规模、提高效益。

在汽车电子领域，瑞芯微将 AIoT 领域积累的各种技术优势赋能到智能座舱、仪表、音频功放、汽车视觉等领域。瑞芯微的重点产品 RK3588M 可以支持域控、娱乐域控、车载视觉等应用，下一代产品 RK3688M 在 CPU、GPU、NPU 参数上会进一步升级。汽车电子是瑞芯微重点布局的方向之一。

我们预计 2025~2027 年公司芯片业务营业收入有望迎来较快增长，同时随着规模效应的释放，毛利率有望小幅上升。我们预计 2025~2027 年公司技术服务和其他业务将保持小幅增长，同时毛利率保持相对稳定。

图表 68. 瑞芯微盈利预测

时间	2024	2025E	2026E	2027E
1、芯片（百万元）	3,116	4,168	5,204	6,213
YoY(%)		33.8	24.9	19.4
毛利润（百万元）	1,167	1,584	2,004	2,423
毛利率(%)	37.4	38.0	38.5	39.0
2、技术服务和其他（百万元）	20	21	21	22
YoY(%)		3.0	3.0	3.0
毛利润（百万元）	12	12	13	13
毛利率(%)	61.5	60.0	60.0	60.0
总营业收入（百万元）	3,136	4,188	5,225	6,235
YoY(%)		33.6	24.8	19.3
总毛利润（百万元）	1,179	1,596	2,016	2,436
毛利率(%)	37.6	38.1	38.6	39.1

资料来源：瑞芯微，中银证券

估值

我们选取主营业务同为 AIoT SoC 和数模混合芯片的上市公司全志科技、乐鑫科技、恒玄科技作为瑞芯微的可比对象。

截至 2025 年 7 月 14 日收盘，瑞芯微 2025/2026/2027 年的 PE 分别为 80.4/57.1/44.3 倍，而可比公司平均值为 62.1/44.9/34.5 倍。

考虑到瑞芯微的 AIoT SoC 覆盖下游消费电子、工业控制、汽车电子等多个领域。人工智能正在从云侧向端侧拓展，瑞芯微有望受益于行业趋势。其中汽车电子是瑞芯微的重点布局方向之一，RK3588M 和 RK3688M 有望成为公司汽车电子业务的重点增长驱动力。我们认为公司估值尚有上升空间。首次覆盖，给予 **增持** 评级。

图表 69. 瑞芯微和同行企业估值对比

证券代码	证券名称	总市值 (亿元)	归母净利润 (亿元)			PE (倍)			评级
			2025E	2026E	2027E	2025E	2026E	2027E	
300458.SZ	全志科技	316	3.5	4.9	6.5	90.4	64.1	48.8	未有评级
688018.SH	乐鑫科技	239	4.9	6.6	8.6	49.2	36.5	27.8	未有评级
688608.SH	恒玄科技	390	8.4	11.5	14.5	46.6	34.0	26.8	增持
	平均值					62.1	44.9	34.5	
603893.SH	瑞芯微	648	8.1	11.4	14.6	80.4	57.1	44.3	增持

资料来源: ifind, 中银证券

注: 时间截至 2025 年 7 月 14 日收盘。全志科技、乐鑫科技尚未覆盖, 未有评级公司盈利预测均来自 ifind 一致预期。

风险提示

- 1. **行业需求不及预期。**全球宏观经济存在不确定性。SoC 行业下游需求受宏观经济复苏影响。如果终端需求复苏不及预期, 这将影响整个板块的业绩表现。
- 2. **市场竞争格局恶化。**随着越来越多的市场竞争者进入 SoC 行业及其产业链, 市场竞争格局有进一步恶化的可能性。如果市场价格战持续, 这将影响整个板块的业绩表现。
- 3. **终端应用创新不及预期。**智能眼镜属于终端创新产品, 这也是恒玄科技重点布局的增长领域。如果终端创新产品功能升级不及消费者预期, 其渗透率提升速度也会相对缓慢, 并进而影响供应链公司的业绩表现。
- 4. **原材料价格上涨。**如果晶圆厂稼动率恢复, 其可能会对上游供应链采取涨价措施来调控投片量, 这将会提高设计环节的成本, 并对整个板块的盈利能力造成影响。

利润表(人民币 百万)

年结日：12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
营业总收入	2,135	3,136	4,189	5,226	6,235
营业收入	2,135	3,136	4,189	5,226	6,235
营业成本	1,404	1,957	2,592	3,209	3,799
营业税金及附加	6	12	17	21	25
销售费用	45	64	80	94	106
管理费用	99	102	117	131	143
研发费用	536	564	628	679	717
财务费用	(22)	(61)	(44)	(52)	(64)
其他收益	35	93	63	52	31
资产减值损失	(27)	(25)	(13)	0	0
信用减值损失	2	1	0	0	0
资产处置收益	0	0	0	0	0
公允价值变动收益	1	40	0	0	0
投资收益	5	5	0	0	0
汇兑收益	0	0	0	0	0
营业利润	83	611	849	1,196	1,540
营业外收入	1	1	0	0	0
营业外支出	1	1	0	0	0
利润总额	82	612	849	1,196	1,540
所得税	(53)	17	42	60	77
净利润	135	595	806	1,136	1,463
少数股东损益	0	0	0	0	0
归母净利润	135	595	806	1,136	1,463
EBITDA	214	554	886	1,152	1,456
EPS(最新股本摊薄, 元)	0.32	1.41	1.92	2.70	3.48

资料来源：公司公告，中银证券预测

资产负债表(人民币 百万)

年结日：12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
流动资产	2,853	3,619	4,193	4,985	5,746
货币资金	1,013	2,072	2,513	3,135	3,741
应收账款	294	287	318	355	383
应收票据	0	0	0	0	0
存货	1,251	784	873	999	1,111
预付账款	21	28	37	43	52
合同资产	0	0	0	0	0
其他流动资产	274	449	452	452	459
非流动资产	654	647	517	459	459
长期投资	282	319	319	319	319
固定资产	40	37	16	0	0
无形资产	128	92	18	0	0
其他长期资产	204	199	164	140	140
资产合计	3,507	4,266	4,709	5,444	6,204
流动负债	421	664	679	793	762
短期借款	0	0	46	2	5
应付账款	275	275	294	321	342
其他流动负债	146	390	339	471	416
非流动负债	26	56	47	52	50
长期借款	0	0	0	0	0
其他长期负债	26	56	47	52	50
负债合计	446	720	726	845	812
股本	418	419	421	421	421
少数股东权益	0	0	0	0	0
归属母公司股东权益	3,061	3,546	3,983	4,599	5,392
负债和股东权益合计	3,507	4,266	4,709	5,444	6,204

资料来源：公司公告，中银证券预测

现金流量表(人民币 百万)

年结日：12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
净利润	135	595	806	1,136	1,463
折旧摊销	193	141	144	60	11
营运资金变动	304	705	(165)	(11)	(189)
其他	49	(61)	(9)	(69)	(55)
经营活动现金流	681	1,379	777	1,116	1,230
资本支出	(162)	(125)	(5)	(7)	(9)
投资变动	(127)	(163)	0	0	0
其他	5	(55)	0	0	0
投资活动现金流	(284)	(343)	(5)	(7)	(9)
银行借款	0	0	46	(44)	3
股权融资	(106)	(228)	(369)	(520)	(670)
其他	21	176	(7)	77	51
筹资活动现金流	(86)	(52)	(330)	(487)	(616)
净现金流	312	984	441	622	606

资料来源：公司公告，中银证券预测

财务指标

年结日：12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
成长能力					
营业收入增长率(%)	5.2	46.9	33.6	24.8	19.3
营业利润增长率(%)	(67.8)	638.3	38.8	40.9	28.8
归属于母公司净利润增长率(%)	(54.6)	341.0	35.5	40.9	28.8
息税前利润增长率(%)	(70.0)	1,933.5	79.4	47.2	32.4
息税折旧前利润增长率(%)	(15.1)	159.5	59.9	30.0	26.4
EPS(最新股本摊薄)增长率(%)	(54.6)	341.0	35.5	40.9	28.8
获利能力					
息税前利润率(%)	1.0	13.2	17.7	20.9	23.2
营业利润率(%)	3.9	19.5	20.3	22.9	24.7
毛利率(%)	34.2	37.6	38.1	38.6	39.1
归母净利润率(%)	6.3	19.0	19.2	21.7	23.5
ROE(%)	4.4	16.8	20.2	24.7	27.1
ROIC(%)	1.1	11.2	17.3	22.3	25.2
偿债能力					
资产负债率	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
净负债权益比	(0.3)	(0.6)	(0.6)	(0.7)	(0.7)
流动比率	6.8	5.4	6.2	6.3	7.5
营运能力					
总资产周转率	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
应收账款周转率	7.4	10.8	13.8	15.5	16.9
应付账款周转率	8.1	11.4	14.7	17.0	18.8
费用率					
销售费用率(%)	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7
管理费用率(%)	4.7	3.2	2.8	2.5	2.3
研发费用率(%)	25.1	18.0	15.0	13.0	11.5
财务费用率(%)	(1.0)	(1.9)	(1.0)	(1.0)	(1.0)
每股指标(元)					
每股收益(最新摊薄)	0.3	1.4	1.9	2.7	3.5
每股经营现金流(最新摊薄)	1.6	3.3	1.8	2.7	2.9
每股净资产(最新摊薄)	7.3	8.4	9.5	10.9	12.8
每股股息	0.2	0.7	0.9	1.2	1.6
估值比率					
P/E(最新摊薄)	480.6	109.0	80.4	57.1	44.3
P/B(最新摊薄)	21.2	18.3	16.3	14.1	12.0
EV/EBITDA	119.6	79.5	70.4	53.6	42.0
价格/现金流(倍)	95.2	47.0	83.5	58.1	52.7

资料来源：公司公告，中银证券预测

披露声明

本报告准确表述了证券分析师的个人观点。该证券分析师声明，本人未在公司内、外部机构兼任有损本人独立性与客观性的其他职务，没有担任本报告评论的上市公司的董事、监事或高级管理人员；也不拥有与该上市公司有关的任何财务权益；本报告评论的上市公司或其它第三方都没有或没有承诺向本人提供与本报告有关的任何补偿或其它利益。

中银国际证券股份有限公司同时声明，将通过公司网站披露本公司授权公众媒体及其他机构刊载或者转发证券研究报告有关情况。如有投资者于未经授权的公众媒体看到或从其他机构获得本研究报告的，请慎重使用所获得的研究报告，以防止被误导，中银国际证券股份有限公司不对其报告理解和使用承担任何责任。

评级体系说明

以报告发布日后公司股价/行业指数涨跌幅相对同期相关市场指数的涨跌幅的表现为基准：

公司投资评级：

买入：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 20%以上；
增持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 10%-20%；
中性：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数变动幅度在-10%-10%之间；
减持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数跌幅在 10%以上；
未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

行业投资评级：

强于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现强于基准指数；
中性：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现基本与基准指数持平；
弱于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现弱于基准指数；
未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

沪深市场基准指数为沪深 300 指数；新三板市场基准指数为三板成指或三板做市指数；香港市场基准指数为恒生指数或恒生中国企业指数；美股市场基准指数为纳斯达克综合指数或标普 500 指数。

风险提示及免责声明

本报告由中银国际证券股份有限公司证券分析师撰写并向特定客户发布。

本报告发布的特定客户包括：1) 基金、保险、QFII、QDII 等能够充分理解证券研究报告，具备专业信息处理能力的中银国际证券股份有限公司的机构客户；2) 中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队，其可参考使用本报告。中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队可能以本报告为基础，整合形成证券投资顾问服务建议或产品，提供给接受其证券投资顾问服务的客户。

中银国际证券股份有限公司不得以任何方式或渠道向除上述特定客户外的公司个人客户提供本报告。中银国际证券股份有限公司的个人客户从任何外部渠道获得本报告的，亦不应直接依据所获得的研究报告作出投资决策；需充分咨询证券投资顾问意见，独立作出投资决策。中银国际证券股份有限公司不承担任何由此产生的任何责任及损失等。

本报告期内含保密信息，仅供收件人使用。阁下作为收件人，不得出于任何目的直接或间接复制、派发或转发此报告全部或部分内容予任何其他人，或将此报告全部或部分内容发表。如发现本研究报告被私自刊载或转发的，中银国际证券股份有限公司将及时采取维权措施，追究有关媒体或者机构的责任。所有本报告期内使用的商标、服务标记及标记均为中银国际证券股份有限公司或其附属及关联公司（统称“中银国际集团”）的商标、服务标记、注册商标或注册服务标记。

本报告及其所载的任何信息、材料或内容只提供给阁下作参考之用，并未考虑到任何特别的投资目的、财务状况或特殊需要，不能成为或被视为出售或购买或认购证券或其它金融票据的要约或邀请，亦不构成任何合约或承诺的基础。中银国际证券股份有限公司不能确保本报告中提及的投资产品适合任何特定投资者。本报告的内容不构成对任何人的投资建议，阁下不会因为收到本报告而成为中银国际集团的客户。阁下收到或阅读本报告须在承诺购买任何报告中所指之投资产品之前，就该投资产品的适合性，包括阁下的特殊投资目的、财务状况及其特别需要寻求阁下相关投资顾问的意见。

尽管本报告所载资料的来源及观点都是中银国际证券股份有限公司及其证券分析师从相信可靠的来源取得或达到，但撰写本报告的证券分析师或中银国际集团的任何成员及其董事、高管、员工或其他任何个人（包括其关联方）都不能保证它们的准确性或完整性。除非法律或规则规定必须承担的责任外，中银国际集团任何成员不对使用本报告的材料而引致的损失负任何责任。本报告对其中所包含的或讨论的信息或意见的准确性、完整性或公平性不作任何明示或暗示的声明或保证。阁下不应单纯依靠本报告而取代个人的独立判断。本报告仅反映证券分析师在撰写本报告时的设想、见解及分析方法。中银国际集团成员可发布其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦有可能采取与本报告观点不同的投资策略。为免生疑问，本报告所载的观点并不代表中银国际集团成员的立场。

本报告可能附载其它网站的地址或超级链接。对于本报告可能涉及到中银国际集团本身网站以外的资料，中银国际集团未有参阅有关网站，也不对它们的内容负责。提供这些地址或超级链接（包括连接到中银国际集团网站的地址及超级链接）的目的，纯粹为了阁下的方便及参考，连结网站的内容不构成本报告的任何部份。阁下须承担浏览这些网站的风险。

本报告所载的资料、意见及推测仅基于现状，不构成任何保证，可随时更改，毋须提前通知。本报告不构成投资、法律、会计或税务建议或保证任何投资或策略适用于阁下个别情况。本报告不能作为阁下私人投资的建议。

过往的表现不能被视作将来表现的指示或保证，也不能代表或对将来表现做出任何明示或暗示的保障。本报告所载的资料、意见及预测只是反映证券分析师在本报告所载日期的判断，可随时更改。本报告中涉及证券或金融工具的价格、价值及收入可能出现上升或下跌。

部分投资可能不会轻易变现，可能在出售或变现投资时存在难度。同样，阁下获得有关投资的价值或风险的可靠信息也存在困难。本报告中包含或涉及的投资及服务可能未必适合阁下。如上所述，阁下须在做出任何投资决策之前，包括买卖本报告涉及的任何证券，寻求阁下相关投资顾问的意见。

中银国际证券股份有限公司及其附属及关联公司版权所有。保留一切权利。

中银国际证券股份有限公司

中国上海浦东
银城中路 200 号
中银大厦 39 楼
邮编 200121
电话: (8621) 6860 4866
传真: (8621) 5888 3554

相关关联机构:

中银国际研究有限公司

香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话: (852) 3988 6333
致电香港免费电话:
中国网通 10 省市客户请拨打: 10800 8521065
中国电信 21 省市客户请拨打: 10800 1521065
新加坡客户请拨打: 800 852 3392
传真: (852) 2147 9513

中银国际证券有限公司

香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话: (852) 3988 6333
传真: (852) 2147 9513

中银国际控股有限公司北京代表处

中国北京市西城区
西单北大街 110 号 8 层
邮编: 100032
电话: (8610) 8326 2000
传真: (8610) 8326 2291

中银国际(英国)有限公司

2/F, 1 Lothbury
London EC2R 7DB
United Kingdom
电话: (4420) 3651 8888
传真: (4420) 3651 8877

中银国际(美国)有限公司

美国纽约市美国大道 1045 号
7 Bryant Park 15 楼
NY 10018
电话: (1) 212 259 0888
传真: (1) 212 259 0889

中银国际(新加坡)有限公司

注册编号 199303046Z
新加坡百得利路四号
中国银行大厦四楼(049908)
电话: (65) 6692 6829 / 6534 5587
传真: (65) 6534 3996 / 6532 3371