

2023 年 08 月 10 日

中小盘研究团队

智能汽车系列深度(十二): 国内新势力智能驾驶进展——小鹏与理想篇

——中小盘主题

任浪 (分析师)

renlang@kysec.cn

证书编号: S0790519100001

李俊逸 (联系人)

lijunyi1@kysec.cn

证书编号: S0790122080014

徐剑峰 (联系人)

xujianfeng@kysec.cn

证书编号: S0790123070014

● 特斯拉引领, BEV+transformer 成自动驾驶新范式

自动驾驶进入大模型时代。感知端, BEV+Transformer 推动自动驾驶迈向普及。国内早期自动驾驶方案采用激光雷达+高精度地图为主, 2021 年特斯拉在 AI Day 上第一次将 BEV+Transformer 的算法形式引入到自动驾驶, 开启了以大模型视觉算法为主的自动驾驶新时代。截止到 2022Q4, 特斯拉北美地区 FSD 订阅用户数量大约为 40 万人, 截止 2023Q2, FSD 累计里程数已突破 3 亿英里, 较 2023Q1 的 1.5 亿英里翻倍。特斯拉发布 BEV+Transformer 算法以来, 行业广泛认可, 国内诸多玩家积极跟进, 包括华为、地平线、理想汽车、小鹏汽车等主要玩家都在积极布局, 分别推出自己的大模型算法。BEV+Transformer、占用网络等分别在地平线征程 5 芯片、华为 ADS2.0 智能驾驶系统、理想智能驾驶 AD Pro/AD Max 版本, 小鹏全栈自研 XNGP 智能驾驶系统上均有所体现。我们认为, 当前汽车智能化已进入发展新阶段, L3 级自动驾驶的奇点即将来临, 国内智能驾驶产业链将迎来加速落地。

相关研究报告

《次新股说: 本批盛科通信等值得重点跟踪 (2023 批次 29、30、31) ——中小盘 IPO 专题》-2023.7.31

《智能汽车系列深度(十一): 百舸争流千帆尽, 国产智驾竞风流——华为与地平线篇——中小盘主题》-2023.7.31

《华为 ADS 2.0 全栈自研, 稳居智能驾驶国内第一梯队, 新增推荐奥来德——中小盘周报》-2023.7.30

● 小鹏: 国内智驾领军企业, 三步走实现全场景辅助驾驶

小鹏是国内智能驾驶领域领军企业, 2021、2022 年公司分别推出高速 NGP、城市 NGP 功能。2023-2024 年公司有望实现 XNGP, 2025 年起公司将向无人驾驶迈进。小鹏通过自研 BEV 感知网络 XNet, 提供更强的环视感知能力, 以纯视觉方案成为行业内率先降低对高精地图的依赖的车企之一。XNet 系小鹏实现量产的 BEV 感知技术架构, 也是 XNGP 辅助驾驶系统的核心技术模块。XNet 通过将多个摄像头采集的数据, 进行多帧时序前融合, 输出 BEV 视角下的动态目标物的 4D 信息 (如车辆速度、运动预测等) 和静态目标物的 3D 信息 (如车道线位置等), 利用神经网络实现端到端数据驱动算法迭代, 大幅提升车辆的智能辅助驾驶能力, 尤其是面对城市复杂场景时的环境感知、动态物体运动轨迹预判、决策、执行等能力, 为 XNGP 技术的落地奠定坚实基础。

● 理想: 国内新势力龙头, 积极推动城市 NOA 落地

2023 年 4 月 18 日, 理想发布“双能战略” (在“智能”和“电能”方面全面发力), 其中“智能”方面将推出全新辅助驾驶系统 AD Max 3.0。AD Max 3.0 从技术上完美解决对物理世界的还原和对交通参与者的行为预测, 使智能驾驶车辆能够像人一样感知、规划、决策, 实现静态 BEV 道路结构还原、动态 BEV 交通参与者还原、Occupancy 道路占用的物理世界还原、预测模型与实时规划等功能, 并使用 NeRF 技术增强 Occupancy 网络算法使之实现更高的精度和细节。因此, AD Max 3.0 有望推动理想城市 NOA 功能加速落地, 进而逐步实现全场景 NOA 功能。

● **受益标的:** 德赛西威、经纬恒润、中科创达、华阳集团、北京君正、美格智能、晶晨股份、均胜电子、小鹏汽车-w、理想汽车-w

● **风险提示:** 技术发展进度不及预期、市场需求不及预期。

目录

1、特斯拉引领，BEV+transformer 成为自动驾驶新范式	4
2、小鹏：国内智能驾驶领军，三步走实现全场景辅助驾驶	7
2.1、发展历程：国内智能驾驶领军企业，已实现高速/城市 NGP 功能	7
2.2、配置端：XNGP 系辅助驾驶系统 2.0 版，以 XNet 等软硬件为支撑	7
2.3、产品端：多款 P7i 提供 XNGP，G6 有望成 25 万级领先电动 SUV	14
2.4、规划：城市 NGP 开启智驾下半场，将向 XNGP 乃至 Robotaxi 迈进	16
3、理想：国内智能驾驶龙头，积极推动城市 NOA 落地	21
3.1、发展历程：2021 年推出高速 NOA 功能，2023 年将落地城市 NOA	21
3.2、配置端：软硬件强力支撑，AD Max 3.0 将提供城市 NOA 功能	22
3.3、产品端：Air/Pro 车型提供高速 NOA，Max 车型将落地城市 NOA	30
3.4、规划：以通勤 NOA 为前哨，2023 年底计划落地 100 城	31
4、风险提示	33

图表目录

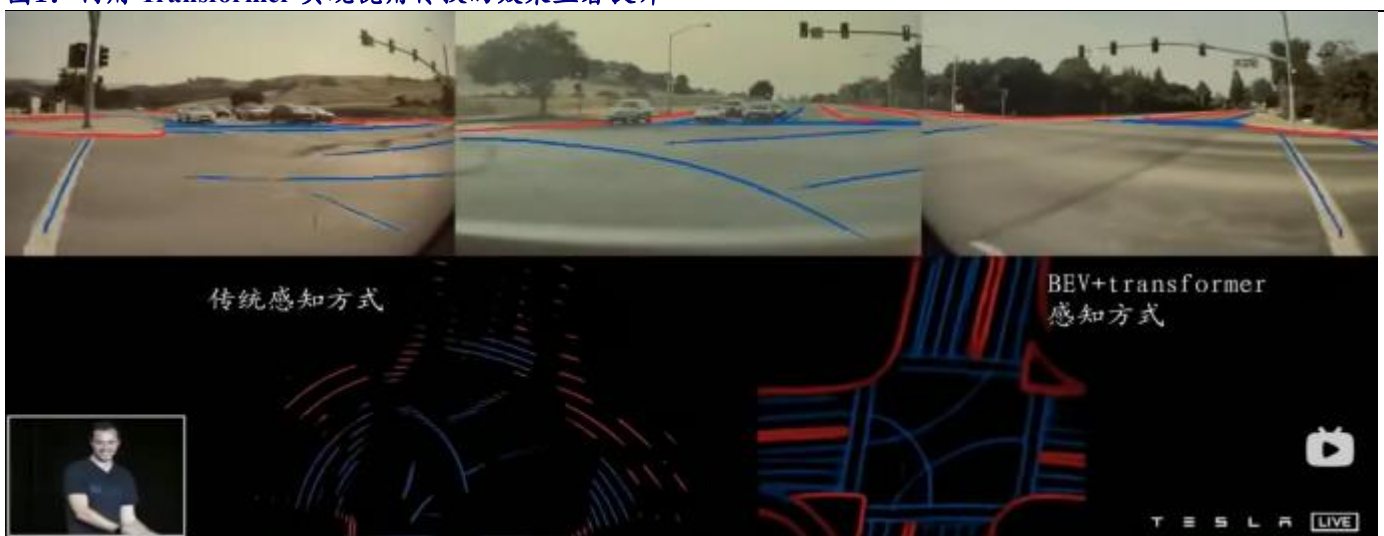
图 1：利用 Transformer 实现视角转换的效果显著提升	4
图 2：截止 2023Q2, FSD 累计里程数已突破 3 亿英里	4
图 3：Dojo 超算中心规划至 2024Q4 算力达 100EFLOPS	4
图 4：小鹏获得大众集团 7 亿美元投资，交割后大众将持有小鹏 4.99% 股份	6
图 5：2018 年以来，小鹏汽车快速推进智能驾驶领域相关布局	7
图 6：XNGP 引入高速 NGP、城市 NGP 功能，可实现随时随地的全场景辅助驾驶	8
图 7：小鹏与阿里云共建自动驾驶智算中心“扶摇”，将自动驾驶模型训练速度提升近 170 倍	10
图 8：XNet 通过学习多相机多帧数据直接出感知结果	11
图 9：XNet 准确检测出车辆周围的各种动静态物体	11
图 10：小鹏构建全闭环、自成长的 AI 数据体系，核心是黄金骨干模型	11
图 11：定向采集长尾场景数据用于模型优化	12
图 12：Corner case 数据传输至云端用于模型训练	12
图 13：自研全自动标注系统，效率提升 4.5 万倍	12
图 14：云端并行计算等举措将模型训练效率提升 602 倍	12
图 15：车端部署 XNet 所需 122%Orin 的算力降低至 9%	13
图 16：小鹏掌握大规模仿真和持续集成能力	13
图 17：XNGP 智能辅助驾驶系统是小鹏扶摇架构智能体系的重要组成部分	14
图 18：Xpilot 发布新的发展规划，将在 2023 年下半年提升高速 NGP 性能	17
图 19：城市 NGP 的落地是小鹏智能驾驶下半场的开端	18
图 20：北上广深城市 NGP 效率已接近人类司机 90% 的水平	18
图 21：小鹏推出 AI 代驾模式，2023Q4 开始将在无高精地图覆盖的城市布局	19
图 22：XNGP 2023H2 将在大部分无高精地图城市开放变道、超车、左右转能力，提供类似城市 NGP 的智驾体验	20
图 23：小鹏计划 2024 年底在全国约 200 座城市落地 XNGP	20
图 24：小鹏推出 G9，系国内首个通过自动驾驶封闭道路测试的零改装量产 Robotaxi	21
图 25：2021 年公司推出高速 NOA 功能，2023 年将落地城市 NOA	22
图 26：理想 AD Max 3.0 系统能够实现物理世界数字化	23
图 27：AD Max 3.0 将终身免费提供全场景 NOA 功能	23
图 28：静态 BEV 可以实现大多数道路的实时结构还原	24
图 29：NPN 提升静态 BEV 网络对环境信息的理解能力	24
图 30：通过结合 NPN 网络的云端先验信息，BEV 网络生成的车道线信息更加精准	24
图 31：信号灯意图网络 TIN 可实现端到端输出	25
图 32：TIN 网络具备超远距离红绿灯识别	25
图 33：动态 BEV 网络实时还原交通参与者空间位置	25
图 34：Occupancy 精准识别通用障碍物的边界及类型	25
图 35：理想规控算法通过学习大量人类司机的驾驶行为生成更好的行车路线	26
图 36：理想 AD Pro/AD Max 辅助驾驶系统分别搭载征程 5/Orin-X 算力芯片	27
图 37：理想构建软件 2.0 闭环架构，有望推动高阶辅助驾驶大模型加速落地	28
图 38：L9 上市以来，理想单月汽车销量保持增长态势	29

图 39: 理想通过自动标注技术提升数据标注效率.....	29
图 40: 理想汽车自动驾驶训练里程已经从 2023 年 4 月 18 日的 4 亿+公里增长至 2023 年 6 月 17 日的 6 亿+公里.....	29
图 41: 理想计划 2025 年形成“1+5+5”产品布局.....	31
图 42: 理想计划 2023 年年底发布超级旗舰 MEGA.....	31
图 43: 城市内驾驶时长占驾驶总时长的比例高达 82%.....	32
图 44: 城市通勤 NOA 可覆盖 95%+的用户通勤场景.....	32
图 45: 理想城市 NOA 将不再依赖高精地图.....	32
图 46: 2023 年底理想城市 NOA 计划将落地 100 座城市.....	32
表 1: 特斯拉不同版本辅助驾驶功能与定价.....	5
表 2: 小鹏持续推进 Xpilot 辅助驾驶系统升级迭代.....	7
表 3: 小鹏汽车坚持以视觉为核心, 并融合激光雷达等以实现安全的冗余.....	9
表 4: 小鹏 Xpilot 4.0 采用的英伟达 Orin-X 芯片算力高达 254TOPS.....	9
表 5: G3i 搭载 Xpilot 2.5 智能辅助驾驶系统, 提供较低级别的辅助驾驶功能.....	14
表 6: P7 搭载 Xpilot 3.0 智能辅助驾驶系统, 开始提供高速 NGP 功能.....	14
表 7: P5 搭载 Xpilot 3.5 智能辅助驾驶系统, 开始提供城市 NGP 功能.....	15
表 8: G9 搭载 Xpilot 4.0 智能辅助驾驶系统, 开始提供全场景辅助驾驶功能.....	15
表 9: P7i 多款车型提供全场景辅助驾驶功能, 价格相比 G9 明显更低.....	16
表 10: G6 有望成为 25 万级领先智能电动 SUV, 多款车型提供全场景辅助驾驶功能.....	16
表 11: 小鹏汽车等拟推出不依赖高精地图的智能辅助驾驶方案.....	19
表 12: 理想持续推进自研辅助驾驶系统升级迭代.....	22
表 13: 结合 NMP 后, 静态 BEV 网络在各视野范围、天气环境等的感知能力明显增强.....	24
表 14: 理想汽车坚持以视觉为核心, 融合激光雷达等以实现安全的冗余.....	27
表 15: 理想持续提升算力芯片性能.....	27
表 16: Air、Pro 车型搭载的 AD Pro 主要提供高速 NOA 功能, AD Max 有望落地城市 NOA 功能.....	30
表 17: L7 价格普遍比 L8 同类型低 2 万元, Max 车型未来有望提供全场景 NOA 功能.....	31

1、特斯拉引领，BEV+transformer 成为自动驾驶新范式

国内早期自动驾驶方案采用激光雷达+高精度地图为主，2021 年特斯拉在 AI Day 上第一次将 BEV+Transformer 的算法形式引入到自动驾驶，开启了大模型视觉算法为主的自动驾驶新时代。BEV+Transformer 算法可在车端实时构建媲美高精地图的高精度局部地图，能够在任意常规道路条件下，实现自动驾驶所需的静态场景深刻理解，然后以此为基础，端到端的输出障碍物的轨迹和速度、车道线信息等，实现复杂场景下的自动驾驶应用，不需要依赖高精地图。BEV+Transformer 发布的算法以来，行业广泛认可，国内诸多玩家积极跟进，包括华为、地平线、理想汽车、小鹏汽车等都在 BEV+transformer 的算法形式方面有所布局，分别推出了自己的大模型算法。

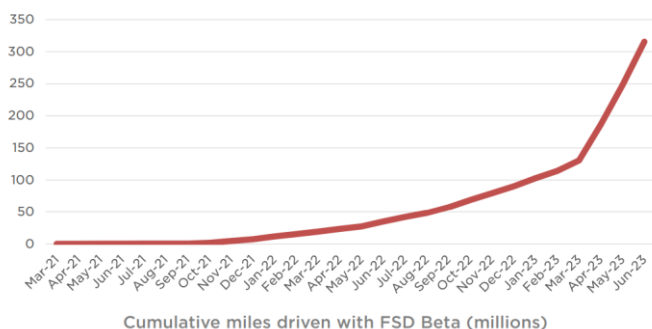
图1：利用 Transformer 实现视角转换的效果显著提升



资料来源：特斯拉 AI DAY 2021、开源证券研究所

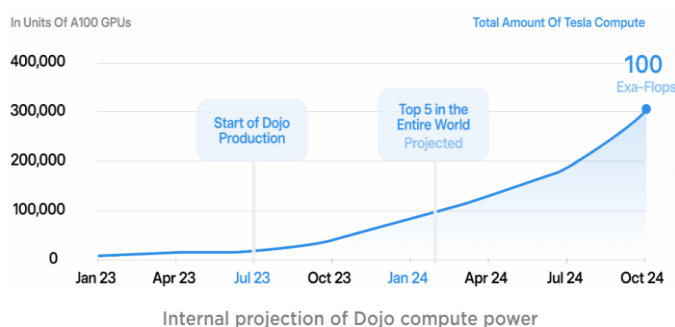
足够丰富的真实世界数据、大规模神经网络训练、强大的车端硬件和软件是自动驾驶发展的支柱。截止到 2022Q4，特斯拉北美地区 FSD 订阅用户数量大约为 40 万人，截止 2023Q2，FSD 累计里程数已突破 3 亿英里，较 2023Q1 的 1.5 亿英里翻倍。海量数据积累将有助于特斯拉算法训练和持续迭代。在云端算力方面，Dojo 超级计算中心 2023Q3 已正式启动并快速，计划至 2024Q1 特斯拉算力规模达到全球前 5 水平，并在 2024Q4 实现 100EFLOPS 算力总规模。

图2：截止 2023Q2，FSD 累计里程数已突破 3 亿英里



资料来源：特斯拉官网

图3：Dojo 超算中心规划至 2024Q4 算力达 100EFLOPS



资料来源：特斯拉官网

特斯拉基础版自动辅助驾驶功能可以使车辆在车道内实现自动辅助转向、加速和制动。增强版自动辅助驾驶和完全自动驾驶能力则包含自动辅助导航驾驶、召唤功能、自动泊车、自动辅助变道等功能，完全自动驾驶能力版本在北美地区可以识别交通信号灯和停车标志并做出反应，后续还将推出在城市街道中自动辅助驾驶（城市 NOA）。目前基础版买断价 6000 美元，完全自动驾驶能力买断 15000 美元。特斯拉已于 2023 年 7 月 21 日将 FSD Beta V 11.4.6 版本推送至特斯拉员工车辆，还未应用于客户车辆。搭载 FSD 最新版本的特斯拉将能够对占用网络识别的所有物体（而不仅仅是车辆）应用自动紧急制动，从而可以提高弱势道路使用者（VRU）和其他物体的安全性。

表1：特斯拉不同版本辅助驾驶功能与定价

版本类型	功能	国内买断价格	美国买断价格
基础版本 AP	车道内自动辅助转向、加速和制动	标配	标配
增强版本 EAP	自动辅助导航驾驶、召唤功能、自动泊车、自动辅助变道	32000 元	6000 美元
完全版本 FSD	自动辅助导航驾驶、召唤功能、自动泊车、自动辅助变道、识别交通信号灯和停车标志并做出反应、城市 NOA（待上线）	64000 元	15000 美元

资料来源：特斯拉官网、开源证券研究所

2023 年 4 月，上海车展前夕华为推出 ADS2.0 高阶智能驾驶系统。ADS2.0 使用自研 MDC 610 计算平台，基于华为自研昇腾 610 AI 芯片，采用 7nm 制程，AI 算力 200TOPS；拥有 27 个感知硬件，首创 GOD 模式，基于多传感器融合方案，结合高性能智能驾驶平台以及拟人化智驾算法，实现了面向高速、城区、泊车全场景的自动驾驶，计划 2023Q4 实现 45 个无图城市的落地。地平线在早在 2021 年 7 月发布新一代征程 5 车载智能芯片的同期，便推出基于征程 5 的纯视觉 BEV 感知原型方案，印证了征程 5 对 BEV 感知的原生支持。此外，地平线学者提出“感知决策一体化”的自动驾驶通用大模型 UniAD，建立了以全局任务为目标的自动驾驶大模型架构。UniAD 模型第一次将检测、跟踪、建图、轨迹预测，占据栅格预测以及规划，整合到一个基于 Transformer 的端到端网络框架下，并将各项任务通过 token 的形式在特征层面，按照感知-预测-决策的流程进行深度融合，实现了自动驾驶系统算法性能的全面提升。小鹏汽车 2021、2022 年公司分别推出高速 NGP、城市 NGP 功能。2023-2024 年公司有望实现 XNGP，2025 年起公司将向无人驾驶迈进。Xpilot 系小鹏全栈自研高阶辅助驾驶系统，XNGP 作为小鹏第二代智驾系统，硬件方面小鹏坚持以视觉为核心并融合激光雷达以实现安全的冗余。同时，Xpilot 4.0 采用算力高达 254TOPS 的 Orin 芯片，此外云端联合阿里云建设了算力达 600PFLOPS 的扶摇智算中心。软件方面，Xnet 系小鹏自研 BEV 感知网络，降低了对高精地图的依赖。基于小鹏汽车在智能驾驶、智能座舱方面全栈自研的技术积累，2023 年 7 月 26 日，小鹏汽车获得大众集团 7 亿美元投资，交割后大众将持有小鹏 4.99% 的股权，获得 1 个小鹏董事会观察席位。并且双方合作将依托小鹏现有 G9 平台，共享供应链，初期将合作开发 2 款车型聚焦国内市场。理想汽车则是推出智能驾驶 AD Pro 与 AD Max 两个版本，分别搭载地平线征程 5 与英伟达 Orin 自动驾驶芯片，并在 2021 年推出高速 NOA 功能，2023 年 6 月开启城市 NOA 内测。理想计划以通勤 NOA 为基础逐步向无图城市推送城市 NOA，2023 年底计划在 100 城落地城市 NOA。展望未来，“算力+数据”双轮驱动下，理想汽车计划 2025 年在高速及封闭道路实现 L4 级自动驾驶。我们认为，当前汽车智能化已进入发展新阶段，L3 自动驾驶的奇点即将来临，国内智能驾驶产业链各环节有望长期受益于电动化、智能化、网联化大趋势。上篇报告我们重点介绍了华为和地平线在智能汽车方面的最新进展，本篇报告中我们将对国内新势力主机厂的智能驾驶进展进行深度分析。

图4：小鹏获得大众集团 7 亿美元投资，交割后大众将持有小鹏 4.99%股份

VOLKSWAGEN
GROUP CHINA

新闻详情

大众汽车及奥迪品牌分别与中国本土汽车制造商达成战略合作 为快速增长的中国电动出行市场推出更多车型

2023-07-26

- 着眼长期合作，大众汽车品牌与小鹏汽车达成技术合作框架协议。
- 此外，大众汽车集团将向小鹏汽车增资约7亿美元，以每ADS(*) 15美元的价格，在交易完成后持有小鹏汽车约4.99%的股权。
- 奥迪与上汽集团签署备忘录，深化现有合作。
- 两项合作均将联合开发专属中国市场的电动智能网联汽车（ICV）。
- 新增车型将补充现有产品组合，同时在快速增长的中国电动出行市场开拓更多细分及客户群体。
- 作为大众汽车集团“在中国，为中国”战略的组成部分，全新战略合作将进一步提升集团本土研发能力，并使集团更好地满足中国客户的需求。

【2023年7月26日，北京/沃尔夫斯堡】通过大众汽车品牌与小鹏汽车、奥迪与上汽集团的合作，大众汽车集团正在强化其在中国汽车市场的地位，并不断推进在华电动化战略的发展，其目标是快速拓展全新客户群体及细分市场，以全面参与到中国电动汽车市场的蓬勃发展中。

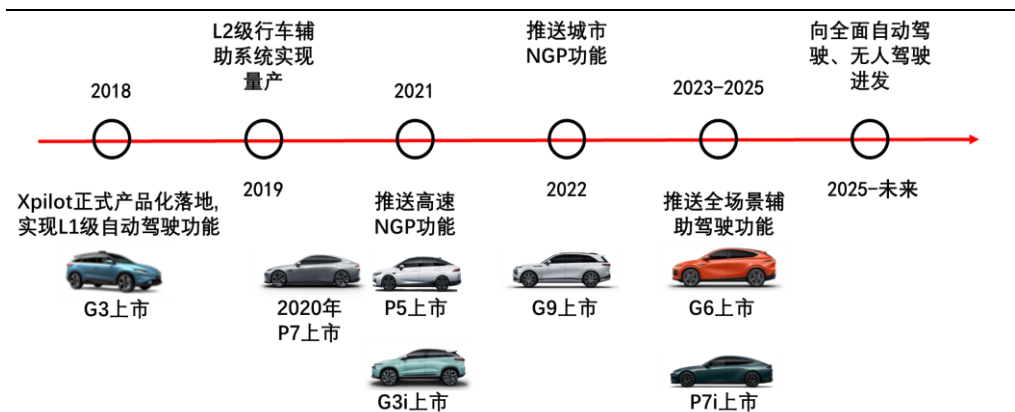
资料来源：大众汽车集团官网

2、小鹏：国内智能驾驶领军，三步走实现全场景辅助驾驶

2.1、发展历程：国内智能驾驶领军企业，已实现高速/城市 NGP 功能

小鹏汽车系国内智能驾驶领域领军企业，2018 年以来快速推进相关布局。掌握视觉感知、传感器融合、决策、规划、控制等一系列核心能力，实现智能驾驶方案全栈自研。2018 年，公司 Xpilot 智能辅助驾驶系统正式落地，能够提供单车道辅助驾驶等 L1 级别辅助驾驶功能，开启公司智能驾驶领域探索之路。2019 年，公司 L2 级行车辅助系统成功实现量产应用。2021 年，公司推出高速 NGP 功能。2022 年，公司推出城市 NGP 功能，完成智能辅助驾驶上半场（高速、地下停车场等单场景高级辅助驾驶）最后一个核心能力的建设，同时根据小鹏汽车公众号，截至 2022 年底公司高速 NGP 功能里程渗透率已超过 60%。展望未来，公司计划在 2023-2024 年实现全场景智能辅助驾驶，2025 年起向无人驾驶迈进。

图5：2018 年以来，小鹏汽车快速推进智能驾驶领域相关布局



资料来源：小鹏汽车官网、佐思汽车研究公众号、九章智驾公众号、开源证券研究所

2.2、配置端：XNGP 系辅助驾驶系统 2.0 版，以 XNet 等软硬件为支撑

➤ Xpilot 系小鹏全栈自研高级辅助驾驶系统，XNGP 为小鹏第二代辅助驾驶系统

Xpilot 系小鹏自研的全栈式高级辅助驾驶系统，Xpilot 4.0 已释放城市领航辅助驾驶功能。2018 年，Xpilot 首个正式产品 Xpilot2.0 落地，提供自适应巡航等低阶功能。2019 年，L2 级行车辅助系统 Xpilot2.5 推出，能够提供自动辅助驾驶、自适应巡航、ACC 智能巡航、车道居中辅助、自动变道辅助等功能。2021 年，Xpilot3.0 落地，能够提供高速场景 NGP 功能。2021 年，Xpilot3.5 推出，开始提供覆盖城市路况的 NGP 功能，拥有红绿灯路口通行、城市路况超车、定制化跟车、自动限速调节和环岛通行能力等，城市场景的落地标志着公司智能辅助驾驶下半场的开局。2022 年，Xpilot 4.0 在 G9 车型上搭载，在硬件全面升级的情况下，将提供全场景辅助驾驶功能。2023 年，搭载 G6 Xpilot 4.0 的小鹏 G6 一经发布就好评如潮。展望未来，到 Xpilot 5.0 发布时，将有望实现全冗余的自动驾驶软硬件架构，并逐步向自动驾驶进化。

表2：小鹏持续推进 Xpilot 辅助驾驶系统升级迭代

时间	2018	2019	2020	2021	2022	2023-2024
系统版本	Xpilot 2.0	Xpilot 2.5（免费）	Xpilot 3.0（前装 2 万，后装 3.8 万）	Xpilot 3.5（前装 2.5 万，后装 4.5 万）	Xpilot 4.0	Xpilot 5.0
能力	自主研	端到端自	辅助驾	首次实现	高速导	全自研
				基于 AI	城市智能领	停车场
					全场	通过 OTA 实现
						局部的完

时间	2018	2019	2020	2021	2022	2023-2024						
实现	发的自适应巡航系统实现量产	研实现数据闭环的自动泊车系统量产	驶能力从单车道向多车道迈进	遥控泊车的量产	航领航停车场记忆泊车	360 度感知能力量产	的智能座舱量产	航辅助驾驶能力	自主泊车量产	景智能辅助驾驶	Xpilot 3.0 向 4.0 迭代	全自动驾驶能力释放
自研部分	-	-	最底层的线控路径规划和控制部分；自动泊车的感知算法由供应商提供	端到端自研能力：XPU 的平台软件(Xpilot 系统架构)；Xpilot 系统应用层软件：包括 OTA、诊断服务虚拟化、摄像头服务、CAN 服务、自动驾驶应用(感知、定位、预测、路径规划、决策)	全栈自研算法具备基于数据的感知、定位、规划、控制功能迭代升级全栈式软件开发能力	引入全新的决策架构，可反向兼容 3.5 版本	-					
算力布置	-	-	小鹏 G3i 智尊版：Mobileye EyeQ4	小鹏 P7 智尊版：英伟达 Xavier 计算平台+英飞凌 Aurix MCU 2.0	小鹏 P5：英伟达 Xavier	小鹏 G9、小鹏 G6：英伟达 Orin	-					
传感器	-	-	20 个传感器：1 个单目摄像头 4 个环视摄像头+1 个前置毫米波雷达+2 个后置毫米波雷达+12 超声波雷达	30 个传感器：1 个单目前置摄像头+前置三目摄像头+5 个增强感知摄像头+4 个环视摄像头+5 个毫米波雷达+12 超声波雷达+高精地图+高精度定位	32 个传感器：13 个高清摄像头+5 个毫米波雷达+12 个超声波传感器+2 个车规级激光雷达+高精地图+高精度定位	32 个传感器：13 个高精摄像头+5 个毫米波雷达+12 个超声波传感器+2 个车规级激光雷达+高精地图+高精度定位	-					

资料来源：赛博汽车公众号、新生代市场监测机构公众号、开源证券研究所

XNGP 系小鹏第二代智能辅助驾驶系统，将提供行业首个全场景辅助驾驶功能。2022 年 9 月，小鹏 G9 上市并搭载 XNGP 辅助驾驶系统，这是由 Xpilot 升级而来的小鹏第二代智能辅助驾驶系统，全场景智能辅助驾驶即从起点停车位到终点停车位全程使用辅助驾驶的能力，包括从停车位泊出，到城市道路、高速/快速路，再到停车场内部道路等，最终泊入车位都可以使用智能驾驶辅助系统。全场景智能辅助驾驶能力将使驾驶体验得到非常大的提升，在高速/城市道路实现零接管，在安全性、道路博弈能力和通行效率上超过大部分司机。高精地图资质审核严格、生产周期长、采集过程复杂，影响高精地图的覆盖范围。因此，XNGP 还将在无高精地图区域推进辅助驾驶，着力实现“全国都能用，全程都能用”

图6：XNGP 引入高速 NGP、城市 NGP 功能，可实现随时随地的全场景辅助驾驶



资料来源：小鹏汽车官网

XNGP 的实现需要以传感器、算力芯片等硬件以及 XNet 为代表的软件及 AI 体系作为支撑。硬件方面，从最初的 Mobileye EyeQ4 到目前的英伟达 Orin，公司不断引进高性能算力芯片，摄像头等传感器方面性能也持续提升，并搭建了 600PFLOPS 算力的扶摇超算中心提供云端算力支持。软件及 AI 体系方面，以 XNet 为例，小鹏从 2021 年下半年开始构建基于 Transformer 的 BEV 视觉感知系统 XNet，作为

XNGP 的核心技术模块，提升小鹏智能驾驶领域的感知能力，降低对高精地图的依赖，为 XNGP 系统感知、规划、决策能力提升奠定坚实的基础。此外，影子模式、仿真等为 XNGP 模型的训练提供大量素材。

➤ 硬件端：XNGP 的实现需要摄像头等传感器、算力芯片、超算中心等硬件支持

感知端：小鹏坚持以视觉为核心，并融合激光雷达以实现安全的冗余。比如高速 NGP 功能仅依赖摄像头，而城市 NGP 功能则需要在摄像头的基础上融合激光雷达。从 P7 开始，Xpilot 逐步形成前视三目摄像头+翼子板侧后视摄像头+反光镜前视摄像头+后视摄像头+5 个毫米波雷达+4 个环视摄像头+12 个超声波雷达+高精地图+高精定位构成的“小鹏风格”的融合感知系统。同时，从 P5 开始，Xpilot 引入激光雷达，能够直接对现实场景进行 3D 点云的虚拟建模，之后通过融合算法将不同传感器的原始数据或感知结果进行 4D 一致化融合，由此建立向量空间。此外，小鹏 G9 将前视三目摄像头换成双目摄像头，即 1 个窄视+1 个鱼眼，主要由于三目摄像头分辨率无法满足 Xpilot4.0 对摄像头分辨率的需求。

表3：小鹏汽车坚持以视觉为核心，并融合激光雷达等以实现安全的冗余

车型	摄像头	毫米波雷达	超声波雷达	激光雷达	车型	摄像头	毫米波雷达	超声波雷达	激光雷达
580 长续航 Pro	12	5	12	0	702 Pro	12	5	12	0
580 长续航 Max	12	5	12	2	702 Max	12	5	12	2
755 超长续航 Pro	12	5	12	0	P7i 610 Max 性能版	12	5	12	2
755 超长续航 Max	12	5	12	2	610 腾翼性能版	12	5	12	2
700 四驱高性能 Max	12	5	12	2	570 Plus	11	5	12	0
460G+	1	0	4	0	570 Pro	11	5	12	0
460E+	4	5	12	0	570 Max	11	5	12	2
P5 550G	1	0	4	0	G9 702 Pro	11	5	12	0
550E	4	5	12	0	702 Max	11	5	12	2
550P	4	5	12	2	650 性能版 Pro	11	5	12	0
					650 性能版 Max	11	5	12	2

数据来源：小鹏汽车官网、开源证券研究所

计算端，随着 Xpilot 辅助驾驶系统持续迭代，为满足相关算力需求，小鹏引进性能更高的芯片。小鹏 Xpilot 2.0 及 Xpilot 2.5 采用 Mobileye EyeQ4 芯片，28nm 工艺制程，算力为 2.5TOPS。随着辅助驾驶系统升级至 Xpilot 3.0 及 Xpilot 3.5，小鹏开始使用英伟达首次推出的车规级芯片 Xavier。该芯片采用 12nm 工艺制程，功耗仅为 30W，支持 L2 级的辅助驾驶。到 Xpilot 4.0 阶段，小鹏将算力平台升级为英伟达 Orin-X 芯片，该芯片由 210 亿个晶体管组成，采用 7nm 工艺制程，算力高达 254TOPS，能支持 L2-L5 级自动驾驶功能。根据新智驾公众号的数据，由于搭载 2 颗 Orin-X 芯片，小鹏汽车在 NGP 方面配置的算力已从之前的 30TOPS 提升至目前的 508TOPS。

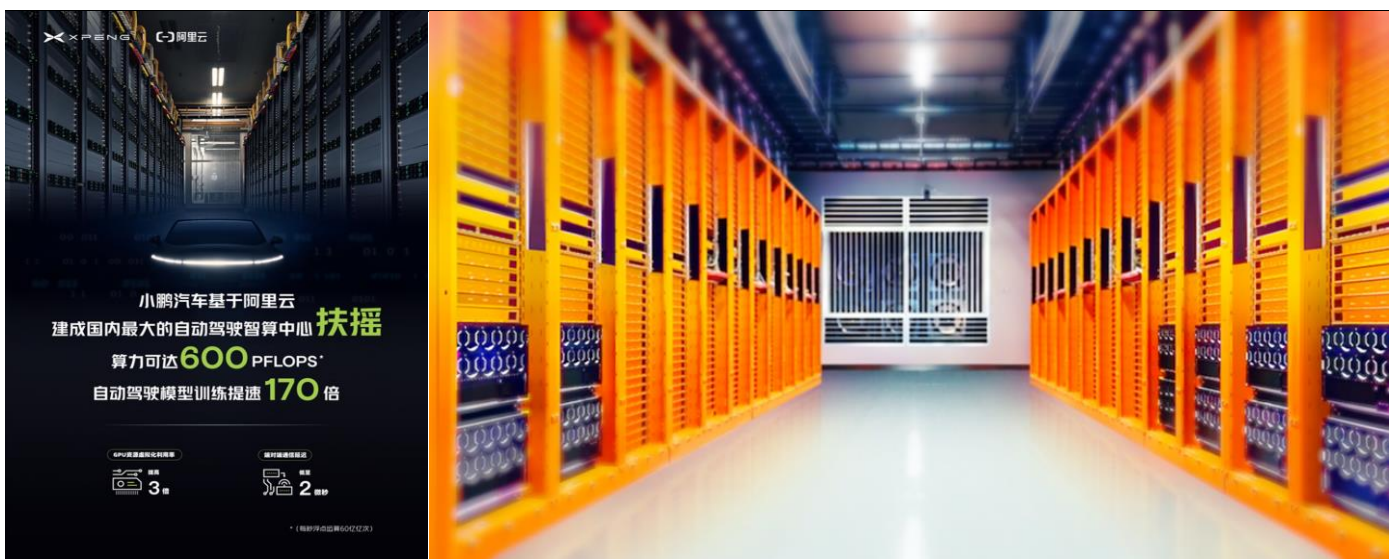
表4：小鹏 Xpilot 4.0 采用的英伟达 Orin-X 芯片算力高达 254TOPS

自动驾驶方案	芯片厂商	芯片	算力(TOPS)	功耗(W)	单位功耗算力(TOPS/W)	晶体管数(亿)	制程(nm)
小鹏 Xpilot 2.0	Mobileye	EyeQ4	2.5	3	0.83	-	28
小鹏 Xpilot 2.5							
小鹏 Xpilot 3.0	英伟达	Xavier	30	30	1.00	90	12
小鹏 Xpilot 3.5							
小鹏 Xpilot 4.0		Orin	254	45	5.64	210	7

数据来源：水信科技公众号、焉知汽车公众号、巨视安防公众号、汽车之家公众号、佐思汽车研究公众号、开源证券研究所

小鹏与阿里云共建自动驾驶智算中心“扶摇”，将自动驾驶模型训练速度提升近 170 倍。根据阿里云基础设施公众号，为进一步提高模型训练的效率，小鹏与阿里云合作在乌兰察布共建自动驾驶智算中心“扶摇”，算力达 600PFLOPS。扶摇以更低成本提供更强的算力：首先，对 GPU 资源进行细粒度切分、调度，将 GPU 资源虚拟化利用率提高 3 倍，支持更多人同时在线开发，效率提升 10 倍以上。在通讯层面，端对端通信延迟降低 80%至 2 微秒。整体计算效率上，实现算力的线性扩展。存储吞吐比业界 20GB/s 的普遍水准提升 40 倍。此外，阿里云机器学习平台 PAI 提供模型训练部署、推理优化等 AI 工程化工具。“扶摇”支持小鹏自动驾驶核心模型的训练时长从 7 天，缩短至 1 小时内，大幅提速近 170 倍。

图7：小鹏与阿里云共建自动驾驶智算中心“扶摇”，将自动驾驶模型训练速度提升近 170 倍

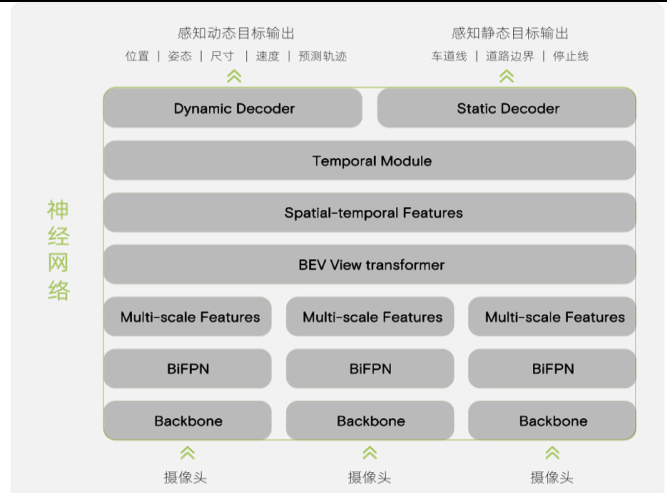


资料来源：小鹏汽车官网

➤ 软件端：XNet 为小鹏量产 BEV 感知，降低其智驾系统对高精地图的依赖

XNet 系小鹏实现量产的 BEV 感知技术架构，也是 XNGP 辅助驾驶系统的核心技术模块。XNet 通过将多个摄像头采集的数据，进行多帧时序前融合，输出 BEV 视角下的动态目标物的 4D 信息（如车辆速度、运动预测等）和静态目标物的 3D 信息（如车道线位置等），利用神经网络实现端到端数据驱动算法迭代，大大提升车辆的智能辅助驾驶能力，尤其是面对城市复杂场景时的环境感知、动态物体运动轨迹预判、决策、执行等能力，为 XNGP 技术的落地奠定坚实基础。XNet 通过**超强环境感知能力降低对高精地图的依赖，从而避免获取高精地图所需的昂贵成本以及严格的资质审查**。同时，XNet 作为以视觉为中心的 BEV 感知架构，能够降低对雷达等价格更高的传感器的依赖，进一步降低小鹏智能驾驶方案的成本，加速小鹏 XNGP 渗透。

图8: XNet 通过学习多相机多帧数据直接出感知结果



资料来源: 小鹏汽车官网

图9: XNet 准确检测出车辆周围的各种动静态物体



资料来源: 小鹏汽车官网

➤ 数据闭环: 小鹏构建全闭环、自成长的 AI 数据体系

小鹏构建全闭环、自成长的 AI 数据体系, 核心是一个自监督学习的技术网络——黄金骨干模型。根据九章智驾对小鹏自动驾驶中心感知首席工程师 Patrick Liu 采访介绍, 黄金骨干模型包括从数据采集、标注、训练到最后部署, 同时还包括仿真能力建设。通过黄金骨干模型, 车辆遇到某个长尾场景时会自动上传云端, 并找出大量的同类真实场景数据输入模型中进行训练。而仿真数据的处理不同, 一些在真实场景罕有的长尾场景, 一旦被采集到就会通过 UE 引擎产生具备真值的同类仿真场景, 之后再输入到模型进行训练。而黄金骨干模型的核心优势是使 XNGP 技术网络的提升和发布模型训练解耦, 新长尾场景出现时只需要在现有骨干网络上优化, 无需从头训练, 因此算法的迭代速度和成本大幅优化。

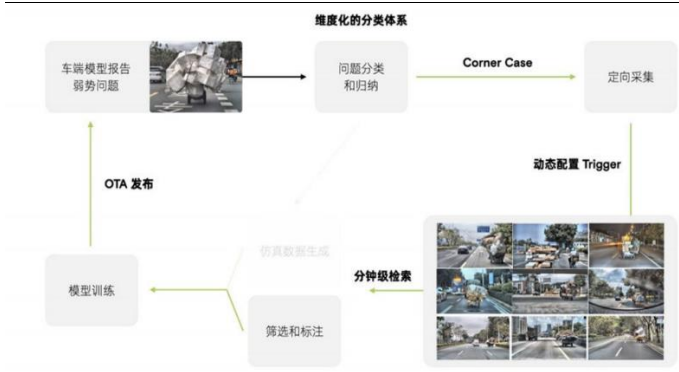
图10: 小鹏构建全闭环、自成长的 AI 数据体系, 核心是黄金骨干模型



资料来源: 小鹏汽车官网

小鹏通过定向采集智能辅助驾驶系统长尾场景数据用于模型优化。目前已经销售的汽车为小鹏采集真实行车数据提供重要渠道, 当出现车端智能辅助驾驶系统处理不好的长尾场景时, 车端设置的触发器会定向采集相关数据, 这些数据将被传输到云端, 经过筛选和标注后用于智能辅助驾驶模型训练。模型训练完后, 将被部署到车端以实现最佳的驾驶体验。

图11：定向采集长尾场景数据用于模型优化



资料来源：汽车之家

图12：Corner case 数据传输至云端用于模型训练



资料来源：汽车之家

根据小鹏自动驾驶中心感知首席工程师 Patrick Liu 在 CVPR2023 会议介绍，XNet 深度神经网络的训练需要几十万甚至上百万个视频，数据标注量达到约 2000 人年。要对如此大规模的数据进行标注，如果使用人工，即使有 1000 人标注也需要两年，并且过程中不能出现新的长尾场景数据。为更高效地进行海量数据标注，小鹏自研全自动标注系统，将相机图像、激光雷达、毫米波雷达等信息作为输入，将视频中出现的各种目标物的位置、尺寸、速度、加速度标注出来。相比人工，全自动标注系统的数据标注质量远超人工标注质量，包含的信息更加全面（包括 3D 位置、尺寸、速度、轨迹等），数据标注产能更大（峰值日产 30000 clips，约合 15 个自动驾驶数据集 NuScene 的数据量）。同时，全自动标注系统极大提升数据标注的效率，2000 人年的数据标注量现在 16.7 天就可以完成，效率提升约 4.5 万倍。XNet 深度神经网络训练如果采用单机全精度方式训练需要 276 天。为提升模型训练效率，小鹏通过为 Transformer 定制混合精度训练的方式将训练效率提升 1.8 倍，通过网络结构和算子优化将训练效率提升 1.6 倍，通过网络训练 scheme 优化从而减少 epoch 方式将训练效率提升 3.0 倍，因此优化后的单机训练市场缩短至 32 天。同时，凭借自动驾驶计算中心“扶摇”提供的 600PFLOPS 的算力，小鹏将云端单机训练转为 80 机并行加速训练的方式（需要通过高性能存储及网络提供接近线性的加速比），使得模型训练时长从 32 天进一步降低至 11 小时，即训练效率提升约 70 倍。小鹏通过混合精度训练、网络结构与算子优化、优化训练 scheme、云端并行计算等将模型训练效率提升 602 倍。

图13：自研全自动标注系统，效率提升 4.5 万倍



资料来源：CVPR2023

图14：云端并行计算等举措将模型训练效率提升 602 倍

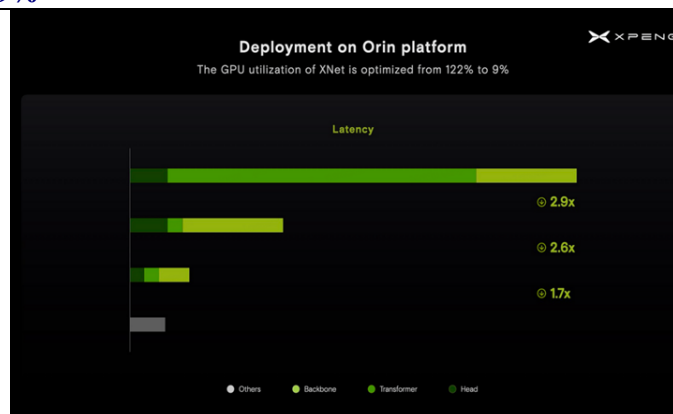


资料来源：CVPR2023

小鹏使用 Transformer 架构将模型训练结果部署到车端。如果没有重构优化，在 Orin-X 芯片上单运行 XNet 就需要消耗 122% 的算力。为提升车端模型部署效率，小鹏在三方面发力：（1）重新设计 Transformer 模块。Transformers 层原先占据部署

的大部分时间，因此小鹏将 Transformer 模块进行重新设计以更好地支持 Orin 平台，计算效率提升至原先的 2.9 倍；（2）骨干网络剪枝。通过对骨干网络进行优化，计算效率在已有基础上进一步提升至 2.6 倍；（3）多硬件协同调度。Orin-X 芯片上有 GPU、DLA、CPU 三种计算单元，且对网络的不同算子的支持程度有所差异。通过统一调度三种计算单元，将不同网络构件放到最适合的计算单元运行，能够使计算效率在已有基础上进一步提升至 1.7 倍。车端部署动态 XNet 所需的 Orin-X 算力大幅降低至 9%。

图15：车端部署 XNet 所需 122%Orin 的算力降低至 9%



资料来源：CVPR2023

图16：小鹏掌握大规模仿真和持续集成能力



资料来源：新智驾公众号

仿真数据是辅助驾驶系统的重要数据来源之一，尤其是现实行车过程中极难获取到的长尾数据。以小鹏科技日的案例为例，大卡车轮胎脱落导致与地面摩擦起火的情形十分罕见，收集到足够多的数据可能需要数年时间。而仿真的存在可以通过特定设计生成大量相似场景。例如，小鹏根据实车数据采用技术领先的 unreal5 作为渲染引擎产生成千上万个类似场景，模拟出各种车轮脱落的情形。具体而言，可以先用 4D 自动标注从真实场景里提取 4D 结构化信息（动态物体的 4D 轨迹和静态场景的 3D 布局等），然后用渲染引擎对结构化信息进行渲染填充，形成仿真图片。仿真环境为辅助驾驶系统提供重要测试场景。相比场地测试和道路测试，仿真测试更易形成规模化。经过多年的积累，小鹏掌握大规模仿真和持续集成能力，其辅助驾驶系统的每一行代码都经过 5000 万公里仿真行驶里程、5000+个核心模拟场景、17000+个专项模拟场景测试。小鹏平常的集成测试都会通过一些测试保证没有引入新的 bug，持续提升辅助驾驶系统的技术水平。

➤ 扶摇架构：使 XNGP 的综合研发效率提升 30%，车型适配成本降低 70%

小鹏汽车开发 SEPA2.0 扶摇全域智能进化架构，将智能辅助驾驶 XNGP 的综合研发效率提升 30%、车型适配成本降低 70%。小鹏推出 SEPA2.0 扶摇全域智能进化架构，汇集小鹏在动力补能、智能体系、整车智造等领域的最核心技术，将从产品开发、技术迭代、体系建设等方面全面赋能。根据财联社公众号，在扶摇架构加持下，小鹏新车型研发周期将缩短 20%，架构零部件通用化率将达到 80%。其中 XNGP 智能辅助驾驶系统（包括自动驾驶智算中心以及 XNet 深度视觉神经网络算法）是小鹏扶摇架构智能体系的重要组成部分，而扶摇架构有利于促进 XNGP 的升级迭代。在扶摇架构支撑下，小鹏智能驾驶领域 XNGP 的综合研发效率将提升 30%，车型适配成本将降低 70%。

图17: XNGP 智能辅助驾驶系统是小鹏扶摇架构智能体系的重要组成部分


资料来源：小鹏汽车官网

2.3、产品端：多款 P7i 提供 XNGP，G6 有望成 25 万级领先电动 SUV

小鹏 G3i 搭载 Xpilot 2.5 智能辅助驾驶系统，是一款“智·潮都市 SUV”，有着潮流的设计以及舒适的体验。G3i 由小鹏第一款智能汽车 G3 改造而来，感知端采用雷达和视觉双重环境感知方案，整体更加安全，更适应中国复杂的路况。其 G3i 460N+、G3i 520N+ 车型能够提供 ACC 自适应巡航、LCC 车道居中辅助、ALC 智能辅助变道、SAS 智能限速辅助、ATC 自适应弯道巡航等较低级别的辅助驾驶功能。同时，G3i 售价在 14.9 万-17.7 万之间，相对便宜。

表5: G3i 搭载 Xpilot 2.5 智能辅助驾驶系统，提供较低级别的辅助驾驶功能

Xpilot 智能辅助驾驶系统	G3i 460G+	G3i 460N+	G3i 520N+
售价（元）	148,900	163,900	176,900
CCS 定速巡航	√	-	-
ACC 自适应巡航	-	√	√
LCC 车道居中辅助	-	√	√
ALC 智能辅助变道	-	√	√
SAS 智能限速辅助	-	√	√
ATC 自适应弯道巡航	-	√	√

资料来源：小鹏汽车官网、开源证券研究所

P7 搭载 Xpilot 3.0 智能辅助驾驶系统，开始提供高速 NGP 功能。小鹏 P7 是一款超长续航的智能轿跑，有着高级轿跑曲线设计。P7 续航里程达 706km，百公里加速达到 4 秒级。P7 搭载全自研智能辅助驾驶系统 Xpilot 3.0，更适应中国的路况。P7 提供 ACC 自适应巡航、ATC 自适应弯道巡航、LCC 车道居中辅助、ALC 智能辅助变道等辅助驾驶功能。更关键的是，P7 480E、P7 625E 两款车型开始提供高速 NGP 功能，实现重大突破。

表6: P7 搭载 Xpilot 3.0 智能辅助驾驶系统，开始提供高速 NGP 功能

Xpilot 智能辅助驾驶系统/ Xpilot 3.0 软件及升级服务	P7 480G	P7 480E	P7 586G	P7 625E
售价（元）	209,900	229,900	229,900	249,900
辅助驾驶模拟显示系统	-	√	-	√
ACC 自适应巡航	-	√	-	√

Xpilot 智能辅助驾驶系统/ Xpilot 3.0 软件及升级服务	P7 480G	P7 480E	P7 586G	P7 625E
LCC 车道居中辅助	-	√	-	√
ALC 智能辅助变道	-	√	-	√
ATC 自适应弯道巡航	-	√	-	√
CCS 定速巡航	√	-	√	-
超级智能辅助泊车	-	√	-	√
高速 NGP 智能导航辅助驾驶	-	√	-	√
SR 环境模拟显示	-	√	-	√
停车场记忆泊车	-	√	-	√
IHB 智能远光灯	-	√	-	√

资料来源：小鹏汽车官网、开源证券研究所

P5 搭载 Xpilot 3.5 智能辅助驾驶系统，开始提供城市 NGP 功能。小鹏 P5 是一款百变舒适智能家轿。P5 成功实现小鹏激光雷达全球率先量产上车，双激光雷达覆盖前方横向 150°视野，最远探测距离达 150 平方米，具备天然感知环境三维信息的能力，测距精度达到厘米级，空间分辨率更高。P5 具备 360°双重感知融合能力，最多有 32 个感知传感器，融合视觉、雷达、高精度定位单元与高级驾驶辅助地图进行环境感知，感知能力更强，更适合中国复杂路况。同时，P5 搭载 Xpilot 3.5 智能辅助驾驶系统，提供更高阶的智能导航辅助驾驶功能。在 ACC/LCC/NGP 工况下，加塞车辆更早识别与应对，拥堵路况下舒适性增强，支持 VPA 停车场记忆泊车增强版，尤其是新增城市 NGP、高速 NGP 增强版功能。

表7：P5 搭载 Xpilot 3.5 智能辅助驾驶系统，开始提供城市 NGP 功能

智能辅助驾驶系统 Xpilot 软件及升级服务	P5 460G+	P5 460E+	P5 550G	P5 550E	P5 550P
售价（元）	156,900	174,900	170,900	188,900	202,900
VPA 停车场记忆泊车	-	√	-	√	√
高速 NGP 智能导航辅助驾驶	-	√	-	√	√
SR 环境模拟显示	-	√	-	√	√
IHB 智能远光灯	-	√	-	√	√
VPA 停车场记忆泊车增强版	-	-	-	-	√
高速 NGP 智能导航辅助驾驶增强版	-	-	-	-	√
ACC 自适应巡航增强版	-	-	-	-	√
LCC 车道居中辅助增强版	-	-	-	-	√
城市 NGP 智能导航辅助驾驶	-	-	-	-	√

资料来源：小鹏汽车官网、开源证券研究所

G9 搭载 Xpilot 4.0 智能辅助驾驶系统，开始提供全场景辅助驾驶功能 XNGP。小鹏 G9 是一款超快充分智能 SUV，拥有最多 31 个感知元件带来超强感知决策能力，双 NVIDIA DRIVE Orin 芯片提供 508Tops 的高算力。G9 搭载 Xpilot 4.0 智能辅助驾驶系统，根据小鹏汽车 XPENG 公众号，2022 年 9 月，G9 在行业率先实现量产发布城市 NGP 功能。同时，G9 也是国内首个通过自动驾驶封闭场地测试的在售量产车。目前，G9 570 Max、G9 702 Max、G9 650 性能版 Max 三款车型均具备城市 NGP 以及全场景 NGP 功能。但 G9 定价明显高于小鹏以往车型，尽管辅助驾驶功能有所提升，但从消费者反馈来看，G9 并不及最初的预期。

表8：G9 搭载 Xpilot 4.0 智能辅助驾驶系统，开始提供全场景辅助驾驶功能

XNGP 智能辅助驾驶系统	G9 570 Plus	G9 570 Pro	G9 570 Max	G9 702 Pro	G9 702 Max	G9 650 性能版 Pro	G9 650 性能版 Max
售价（元）	309,900	329,900	349,900	349,900	369,900	399,900	419,900
高速 NGP 智能导航辅助驾驶增强版	-	-	√	-	√	-	√
城市 NGP 智能导航辅助驾驶	-	-	√	-	√	-	√

请务必参阅正文后面的信息披露和法律声明

XNGP 智能辅助驾驶系统	G9 570 Plus	G9 570 Pro	G9 570 Max	G9 702 Pro	G9 702 Max	G9 650 性能版 Pro	G9 650 性能版 Max
全场景智能辅助驾驶	-	-	√	-	√	-	√
ACC-L 自适应巡航增强版	-	-	√	-	√	-	√
LCC-L 车道居中辅助增强版	-	-	√	-	√	-	√
VPA-L 停车场记忆泊车增强版	-	-	√	-	√	-	√

资料来源：小鹏汽车官网、开源证券研究所

P7i 多款车型提供全场景辅助驾驶功能，价格相比 G9 明显更低。小鹏 P7i 是一款超智能轿跑，拥有 31 个感知元件带来超强感知决策能力，双 Orin-X 芯片提供 508Tops 高算力，XNet 深度视觉神经网络能够提供更强的 360 感知，实时生成“高精地图”。目前，P7i 702 Max、P7i 610 Max 性能版、P7i 610 鹏翼性能版具备与 G9 相同的 XNGP 全场景智能辅助驾驶能力，可以实现高速 NGP、城市 NGP 等高阶辅助驾驶功能，并且无需依赖高精度地图。同时，相比 G9，P7i 价格明显更低，性价比优势更为突出。

表9：P7i 多款车型提供全场景辅助驾驶功能，价格相比 G9 明显更低

XNGP 智能辅助驾驶系统 (已含 Xpilot 全功能)	P7i 702 Pro	P7i 702 Max	P7i 610 Max 性能版	P7i 610 鹏翼性能版
售价（元）	249,900	269,900	289,900	339,900
全场景智能辅助驾驶	-	√	√	√
城市 NGP 智能导航辅助驾驶	-	√	√	√
高速 NGP 智能导航辅助驾驶增强版	-	√	√	√
ACC-L 自适应巡航增强版	-	√	√	√
LCC-L 车道居中辅助增强版	-	√	√	√
VPA-L 停车场记忆泊车增强版	-	√	√	√

资料来源：小鹏汽车官网、开源证券研究所

G6 有望成为 25 万级领先智能电动 SUV，多款车型提供全场景辅助驾驶功能。小鹏 G6 是一款超智驾轿跑 SUV，基于 BEV+Transformer 技术架构，拥有包括激光雷达在内的 31 个高性能智能驾驶传感器以及总算力高达 508TOPS 的双 Orin-X 芯片。小鹏 G6 Max 版本在交付之后即可免费使用全场景辅助驾驶功能 XNGP，其 G6 580 长续航 Max 版车型能够以不到 23 万的价格享受全场景辅助驾驶功能，性价比优势继续提升，有望成为 25 万级最强智能电动 SUV。同时，G6 是小鹏 SEPA 2.0 扶摇技术架构下的首款战略产品，后续小鹏在车型开发、零部件通用性等方面能够有效对成本进行控制。

表10：G6 有望成为 25 万级领先智能电动 SUV，多款车型提供全场景辅助驾驶功能

XNGP 智能辅助驾驶系统（已含 XPILOT 全功能）	G6 580 长续航 Pro	G6 580 长续航 Max	G6 755 超长续航 Pro	G6 755 超长续航 Max	G6 700 四驱高性能 Max
售价（元）	209,900	229,900	234,900	254,900	276,900
高速 NGP 智能导航辅助驾驶增强版	-	√	-	√	√
城市 NGP 智能导航辅助驾驶	-	√	-	√	√
全场景智能辅助驾驶	-	√	-	√	√
ACC-L 自适应巡航增强版	-	√	-	√	√
LCC-L 车道居中辅助增强版	-	√	-	√	√
VPA-L 停车场记忆泊车增强版	-	√	-	√	√

资料来源：小鹏汽车官网、开源证券研究所

2.4、规划：城市 NGP 开启智驾下半场，将向 XNGP 乃至 Robotaxi 迈进

➤ 高速 NGP 功能实现再升级

Xpilot 优化推动高速 NGP 再升级，城市 NGP 的落地标志着小鹏智能驾驶上半场终结。在小鹏汽车智能驾驶规划中，高速、地下停车场等单场景的高级辅助驾驶能力建设是上半场的重要工作。通过 Xpilot 辅助驾驶系统的建设，小鹏实现记忆泊车、高速 NGP 的落地。2022 年 1024 小鹏汽车科技日上，Xpilot 发布新的发展规划，将在 2023 年下半年提升高速 NGP 性能，并实施限速调节、脱手检测等高速 NGP 策略优化。小鹏计划 2023 年内实现高速场景每千公里接管次数小于 1 次的目标。同时，随着消费者对智能驾驶水平要求的提升以及小鹏技术水平的持续进步，Xpilot 将 NGP 使用场景拓宽到城市，同时还提供红绿灯识别、车道级导航功能，城市 NGP 的落地标志着小鹏智能驾驶下半场的开始。

图18: Xpilot 发布新的发展规划，将在 2023 年下半年提升高速 NGP 性能



资料来源：小鹏汽车官网

➤ XNGP 第一步：在北上广深等有高精地图覆盖的城市落地城市 NGP

城市 NGP 的落地开启小鹏智能驾驶下半场，将向更高阶智能驾驶持续迈进。2022 年 9 月，小鹏基于城市路况的高阶智能辅助驾驶功能城市 NGP 在广州首发。城市 NGP 指在城市道路内，车辆会按照用户输入的起终点自行前往目的地的高级辅助驾驶功能。城市 NGP 的落地是小鹏迈向智能驾驶下半场的决定性一步。按照小鹏的规划，从城市 NGP 开始，小鹏将逐步向实现全场景辅助驾驶甚至全面自动驾驶、无人驾驶迈进。根据小鹏的调研，普通用户有 71% 的驾驶里程发生在城市道路上，有 90% 的驾驶时间是在城市道路，而 100% 的用户都会途径城市场景，因此城市 NGP 发展潜力很大。但相比高速 NGP，城市 NGP 面临的场景更为复杂，比如行人过马路、多出口环岛、多岔路等场景。场景复杂度的提升将对智能辅助驾驶算法提出更高的要求。根据 1024 小鹏汽车科技日数据，城市 NGP 代码量是高速 NGP 的 6 倍，感知模型数量是高速 NGP 的 4 倍，预测、规划、控制相关代码量更是达到高速 NGP 的 88 倍。

图19：城市 NGP 的落地是小鹏智能驾驶下半场的开端


资料来源：小鹏汽车官网

目前小鹏城市 NGP 已陆续开放广州、上海、深圳、北京等高精地图覆盖的城市，城市 NGP 已接近人类司机 90% 的水平。城市 NGP 是小鹏全场景辅助驾驶的第一阶段，2023Q1，小鹏城市 NGP 已发布支持广州、深圳和上海三个城市，全国范围内开放红绿灯识别并直行通过路口的能力。2023 年 6 月 15 日，小鹏城市 NGP 在北京正式开放，系业内最早在北京城区内开放的高级辅助驾驶功能，主要用于北京各环线及主要快速路。根据小鹏 G6 上市发布会的数据，在已落地的北上广深所有可用城市 NGP 的路段中，小鹏城市 NGP 的里程渗透率达到 62%，每百公里紧急接管次数仅为 0.65 次，效率已接近人类司机 90% 的水平。

图20：北上广深城市 NGP 效率已接近人类司机 90% 的水平


资料来源：小鹏 G6 发布会

➤ XNGP 第二步：攻坚无图化，在高精地图未覆盖的区域逐步落地城市 NGP

高精地图成本高、更新慢、资质审核严等缺陷影响小鹏城市 NGP 落地节奏，XNet 推动小鹏降低对高精地图的数据依赖。小鹏汽车城市 NGP 目前仅落地北上广深四地，主要由于高精地图成本高、更新慢且小鹏无高精地图资质，影响其在无高精地图城市的布局。小鹏通过自研 BEV 感知网络 XNet，提供更强的环视感知能力，以纯视觉方案成为行业内率先降低对高精地图的依赖的车企之一。从 2023 年开始，小鹏宣布从高速 NGP 到城市 NGP 都将不再依赖高精地图，有望加快小鹏智能辅助驾驶在无图城市的加速推进。

表11：小鹏汽车等拟推出不依赖高精地图的智能辅助驾驶方案

公司	最新城市领航辅助系统	替代高精地图的方法	落地进展
小鹏	XNGP	使用 XNet 深度视觉感知神经网络，大幅减少对高精地图的依赖	已在广州、深圳和上海开放城市 NGP 功能，预计 2024 年实现车位到车位全场景辅助驾驶
理想	AD Max3.0 城市 NOA	通过结合三种神经网络算法：静态 BEV、动态 BEV 以及 Occupancy 网络，理想城市 NOA 能够感知结果汇总到预测模型，实时输出对周围交通参与者的行动预测	预计将于本季度进行用户内测，年内推广至 100 城
华为	ADS 2.0 城市 NCA	通过多传感器融合、高性能智能驾驶平台、拟人化智驾算法、云端仿真以及大数据训练，为用户提供高阶智驾体验；首创激光融合 GOD 网络，可识别异性障碍物，并作出相应操作	首发于问界 M5 华为高阶智能驾驶版，后续也会搭载于极狐 α5 以及阿维塔 11 上，预计 Q3 实现 15 个城市无图落地，Q4 覆盖到 45 个城市
百度	Apollo City Driving Max	Apollo 将使用纯视觉感知，同时辅以激光雷达，实现“纯视觉+激光雷达”的感知冗余，以提供连贯的城市驾驶；Apollo 使用“轻量级高精地图”方案，比行业通用的传统高精地图要“轻”近 80%	将搭载于新款岚图 FREE
毫末智行	毫末 HPilot 3.0	基于时序 Transformer 模型在 BEV 环视空间上做虚拟实时建图，让车道线的感知输出更加稳定和准确；构建 MANA 数据智能体系完成数据闭环；成立智算中心“雪湖绿洲”MANA OASIS 来训练数据和大模型	城市 NOH 已经在保定和北京做大规模泛化测试，预计 2024 年上半年，毫末城市 NOH 落地将达 100 城
轻舟智行	轻舟乘风	基于单征程 5 芯片的城市 NOA 版将一颗激光雷达“物尽其用”，未来还将支持轻地图模式，不断拓展 NOA 的适用范围	将正式推出基于单征程 5 芯片的轻地图模式城市 NOA 方案

资料来源：盖世汽车社区公众号、开源证券研究所

基于城市 NGP 功能，2023Q4 小鹏将在无高精地图覆盖的城市推出 AI 代驾模式，作为无高精地图区域城市 NGP 功能的前奏。AI 代驾模式即通过分析用户日常高频场景，学习用户驾驶风格来实现私人定制路线，从而达到更高的通勤效率。小鹏汽车表示，AI 代驾模式不仅能够满足用户需求，充分覆盖用户上下班通勤等高频用车场景，更重要的是其无需等待官方推送所在城市的城市 NGP 功能，有望加速小鹏高阶辅助驾驶场景渗透率的提升，为在无高精地图的城市布局全场景辅助驾驶奠定坚实基础。

图21：小鹏推出 AI 代驾模式，2023Q4 开始将在无高精地图覆盖的城市布局



资料来源：小鹏汽车官网

重点推进无高精地图城市的布局，2023 年底小鹏有望在 50 座城市提供类似城市 NGP 体验。根据小鹏 G6 上市发布会的数据，在有高精地图覆盖的北上广深地区，小鹏 XNGP 推进顺利，XNGP 的周用户渗透率已经达到了 94.6%，下一步，小鹏的工作重心将围绕在无高精地图城市推进高阶辅助驾驶，而 AI 代驾模式已经推动高阶辅助驾驶功能在某种程度上占据用户的心智。根据小鹏 XNGP 的发布规划，2023 年下半年将在大部分无高精地图城市开放变道、超车、左右转能力，从而提供类似城市 NGP 的智能驾驶体验，并在 2023 年底前在 50 座城市布局 XNGP。

图22：XNGP 2023H2 将在大部分无高精地图城市开放变道、超车、左右转能力，提供类似城市 NGP 的智驾体验



资料来源：小鹏汽车官网

➤ XNGP 第三步：全场景打通，2024 年底在 200 座城市落地 XNGP

全场景智能辅助驾驶是无人驾驶实现前智能辅助驾驶的终极形态，小鹏计划 2024 年底在 200 座城市落地 XNGP。小鹏 XNGP 的终极目标是在不依赖高精地图的情况下在全国所有城市打通高速、城市、地下停车场等各种场景，提供从起点停车位到终点停车位全程无断点的智能辅助驾驶体验。XNGP 提供的准 L4 级别的智能驾驶体验接近全程无接管（根据小鹏汽车官网，小鹏计划 2025 年年内实现城市场景每百公里接管次数小于 1 次），并且在安全性、道路博弈能力和通行效率等方面超过大部分司机。同时，随着 XNGP 技术进步及供应链成熟，其成本将下降，有望加快推进步伐。小鹏计划 2024 年底在全国 200 座城市落地 XNGP 功能。

图23：小鹏计划 2024 年底在全国约 200 座城市落地 XNGP



资料来源：小鹏 G6 发布会

➤ L4 级自动驾驶：坚持与 L2 级辅助驾驶双线并行战略，2025 年开始逐步推出

小鹏推出 G9，系国内首个通过自动驾驶封闭道路测试的零改装量产 Robotaxi。2022 年 9 月，小鹏 G9 取得广州智能网联汽车道路测试许可，系国内首个在不改变硬件、仅通过自动驾驶软件升级即通过自动驾驶封闭道路测试的零改装量产 Robotaxi，实际上已经达到封闭道路 L4 级自动驾驶水平。小鹏全新高速 NGP 能够提供在高速场景接近 L4 级的自动驾驶体验。小鹏向 G9、P7i 两款车型推出版本号为 4.3.0 的 OTA 升级，提供功能强大的全新一代高速 NGP，能够为客户提供接近 L4 级的自动驾驶体验，在安全性、稳定性、舒适性、可用路段覆盖率及连续性、交互方式等方面存在较大的提升。小鹏实施 L2 级辅助驾驶与 L4 级自动驾驶双线并行策略，从而实现数据与能力的反哺闭环。小鹏实施 L2 级辅助驾驶与 L4 级自动驾驶双线发展的策略。一方面，探索 Robotaxi 就是探索真正的无人驾驶，能够将其探索经验及相关技术应用到已有的辅助驾驶车辆中，推动相关车辆的升级迭代。另一方面，L4 级自动驾驶由于投入大、周期长、缺乏足够的实车数据支撑，进展缓慢。而辅助驾驶车辆由于销售规模庞大，能够记录各种各样的复杂场景并积累海量训练数据，有利于为 Robotaxi 提供大量训练数据。以小鹏 G9 为例，将其与量产辅助驾驶车辆共同加入训练体系，实现数据闭环，有利于提升自动驾驶系统的性能、稳定性、可用性。根据小鹏的规划，2025 年起将向全面自动驾驶和无人驾驶进发。

图24：小鹏推出 G9，系国内首个通过自动驾驶封闭道路测试的零改装量产 Robotaxi



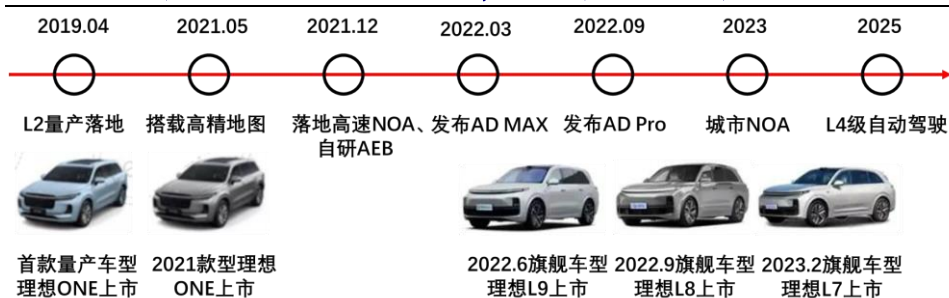
资料来源：新智驾公众号

3、理想：国内智能驾驶龙头，积极推动城市 NOA 落地

3.1、发展历程：2021 年推出高速 NOA 功能，2023 年将落地城市 NOA

理想汽车系国内智能驾驶领域龙头企业，2023 年将落地城市 NOA 功能。2019 年 4 月，公司首款量产车型理想 ONE 上市，能够提供 LDW、LCA、FCW、ACC 等 L2 级辅助驾驶功能。2021 年 5 月，公司新款理想 ONE 上市，搭载高精地图且后续将释放导航辅助驾驶功能。2021 年 12 月，公司推出高速 NOA 功能，同时根据高工智能汽车的数据，截至 2023 年 4 月，公司高速 NOA 里程已超过 1.4 亿公里。2022 年起，公司发布 AD MAX 和 AD Pro 智能驾驶系统，且所有车型搭载更高规格的自动驾驶硬件配置以提供更好的车端算力支持。2023 年，公司将落地城市 NOA 功能，向更高频、复杂的场景渗透。展望未来，由于 Max 车型标配 Orin 芯片，满足高阶自动驾驶的算力需求，根据首席智行官公众号，公司计划在 2025 年实现高速及封闭道路 L4 级自动驾驶功能。

图25：2021年公司推出高速 NOA 功能，2023 年将落地城市 NOA



资料来源：佐思汽车研究公众号、理想汽车公众号、聆英咨询公众号、开源证券研究所

3.2、配置端：软硬件强力支撑，AD Max 3.0 将提供城市 NOA 功能

➤ 推进自研辅助驾驶系统升级迭代，AD Max 3.0 将释放城市 NOA 功能

理想持续推进自研辅助驾驶系统升级迭代，AD Max 3.0 将释放城市 NOA 功能。发展之初，理想辅助驾驶系统使用供应商的方案，但已经开始进行算法模型的训练。随着技术的不断进步，理想逐步实现从车端感知、规划、控制决策到数据端的标注、训练、仿真、整车适配等的全栈自研。2019 年 4 月，公司第一代自研辅助驾驶系统 AD 1.0 在理想 ONE 中推出，能够提供 LDW、LCA、FCW、ACC、LKA、AEB、AVS、倒车辅助等低级别辅助驾驶功能。而在 2021 款理想 ONE 中，AD 1.0 已经推出高速 NOA 功能，同时还能提供自研 AEB 等功能。到智能驾驶 2.0 时代，理想发布的 AD 辅助驾驶系统分为 AD Max 2.0 和 AD Pro 2.0 两个版本，其中 AD Max 2.0 采用英伟达 Orin-X 芯片，新增升级版高速 NOA 功能，而 AD Pro 2.0 搭载地平线征程 5 芯片，标配高速 NOA 导航辅助驾驶功能。2023 年 4 月，理想发布 AD Max 3.0，通过大模型 AI 算法，逐步摆脱对高精地图的依赖，将提供城市 NOA 功能。

表12：理想持续推进自研辅助驾驶系统升级迭代

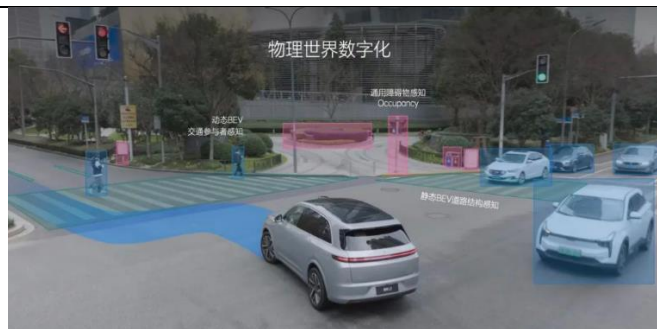
时间	2019.04		2022.03	2022.09	2023.04
智驾系统	AD 1.0		AD Max 2.0	AD Pro 2.0	AD Max 3.0
代表车型	理想 ONE/2021 款理想 ONE		理想 L9	理想 L8 Pro/理想 L7 Pro	-
主要功能	LDW、LCA、FCW、ACC、LKA、AEB、AVS、倒车辅助	新增：高速 NOA、自研 AEB(融合视觉+毫米波雷达)、LKA(优化)、ACC(优化)、RCTA、FCTA、DOW、信号灯识别、窄路辅助	新增：升级版高速 NOA(自动并线等)、AEB 升级(增强对横穿行人和两轮车的识别)、自动泊车及召唤	标配：高速 NOA 导航辅助驾驶功能	城市 NOA 导航辅助驾驶系统
传感器配置	1R5V	5R5V	1R11V1L	1R10V	1R11V1L
计算平台	Mobileye EyeQ4	地平线征程 3	英伟达 Orin-X	地平线征程 5	英伟达 Orin-X
辅助驾驶级别	L2 级	L2+级(2021 年底落地高速 NOA)		L2++	

资料来源：佐思汽车研究公众号、理想汽车公众号、理想汽车官网、开源证券研究所（注：R 表示毫米波雷达、V 表示摄像头、L 表示激光雷达）

2023 年 4 月 18 日，理想发布“双能战略”（在“智能”和“电能”方面全面发力），其中“智能”方面将推出全新辅助驾驶系统 AD Max 3.0。AD Max 3.0 从技术上完美解决对物理世界的还原和对交通参与者的行为预测，使智能驾驶车辆能够像人一样感知、规划、决策，实现静态 BEV 道路结构还原、动态 BEV 交通参与者还原、Occupancy 道路占用的物理世界还原、预测模型与实时规划等功能，并使用 NeRF

技术增强 Occupancy 网络算法使之实现更高的精度和细节。因此，AD Max 3.0 有望推动理想城市 NOA 功能加速落地，进而逐步实现全场景 NOA 功能。同时，为提升用户价值，理想将为相应车型提供终身免费 AD Max 3.0 系统，尤其是在进行二手车交易时，AD Max 3.0 系统的应用价值将转让给二手车购买者，从而使相应辅助驾驶功能得以延续。

图26：理想 AD Max 3.0 系统能够实现物理世界数字化



资料来源：理想汽车公众号

图27：AD Max 3.0 将终身免费提供全场景 NOA 功能

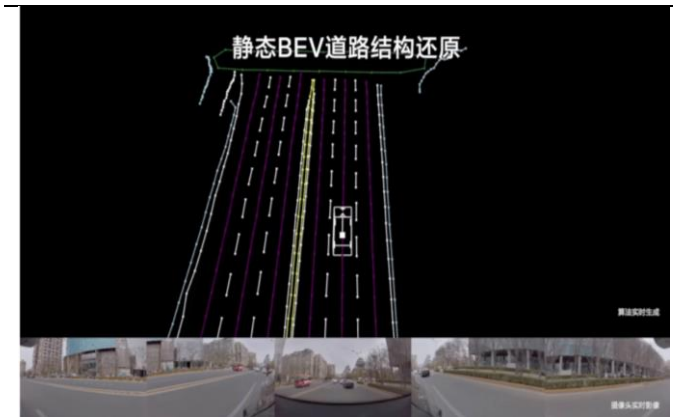


资料来源：理想汽车公众号

➤ 感知端：静态 BEV/动态 BEV 结合 Occupancy 网络

理想静态 BEV 网络通过感知车辆周围环境实时生成稳定的道路结构信息。通过 BEV 感知大模型，理想已经可以在绝大多数的道路和路口通过实时感知生成道路结构信息，相比高精地图更能获取实时道路信息，从而能够在不依赖高精地图的情况下在大多数道路实现智能驾驶。尽管静态 BEV 在大多数道路有较好的道路结构还原能力，但在城市中的一些复杂路口，比如跨度较大的路口由于通行车辆较多导致传感器视野容易被遮挡，或者也可能是雨雪天等极端天气影响，导致车端实时感知的局部道路信息存在缺失，此时静态 BEV 网络的感知能力可能并不稳定，影响智能驾驶系统的判断。针对复杂路口静态 BEV 网络感知能力不足的问题，理想与清华大学合作开发神经先验网络 NPN。**NPN 提升静态 BEV 网络对环境信息的理解能力**，特点是一系列神经网络参数，尽管人类无法直接理解这些参数，但自动驾驶大模型可以。相比高精地图，NPN 存在两大明显特征：（1）信息量更大。NPN 通过神经网络提取全图特征，其中包括人类无法理解的内容，而高精地图是人为选择的结果，包含的内容主要为车道线、路沿、交通标志等；（2）保密性高。NPN 只涉及辅助驾驶车辆周围的信息，不需要获取整个城市的高精地图信息，因此不会涉及地理信息采集等数据安全问题。在 NPN 的支撑下，理想通过将不同车辆的传感器在不同时间段感知到的特定复杂路口的信息上传至云端训练集群，作为智能辅助驾驶系统的重要环境信息来源。当其他车辆途经同一路口时，辅助驾驶系统将云端的先验信息与 BEV 网络实时感知到的环境信息相结合，从而提升环境信息判断能力。

图28：静态 BEV 可以实现大多数道路的实时结构还原



资料来源：理想汽车公众号

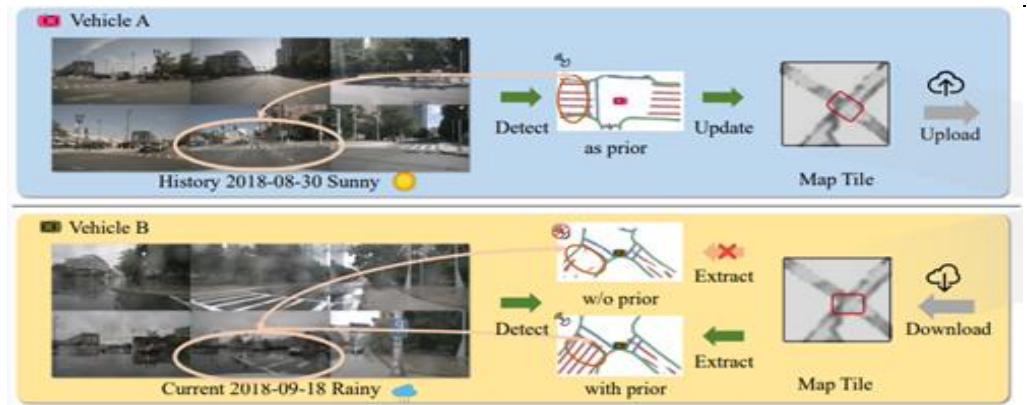
图29：NPN 提升静态 BEV 网络对环境信息的理解能力



资料来源：理想汽车公众号

与神经先验网络 NPN 结合后，静态 BEV 网络在各类天气环境、视野范围等情况下的环境感知能力明显增强。神经先验网络 NPN 所具备的人类无法理解的道路信息与静态 BEV 网络获取的实时环境信息的融合能够还原出较为真实的车辆外部环境，是理想希望在高精度地图覆盖的城市推进高阶智能辅助驾驶的关键之一。例如，在下雨天等极端天气使车载传感器感知到的车道线模糊的情况下，通过从云端获取天气状况较好时的先验车道线信息，能够使静态 BEV 网络生成更加完整的车道线信息。根据 Xuan Xiong 等的测试，具备 NPN 的 BEV 网络在不同视野范围、不同天气环境下对车道线、路沿等信息的理解能力明显高于单纯的 BEV 网络。

图30：通过结合 NPN 网络的云端先验信息，BEV 网络生成的车道线信息更加精准



资料来源：《Neural Map Prior for Autonomous Driving》(Xuan Xiong 等，2023)

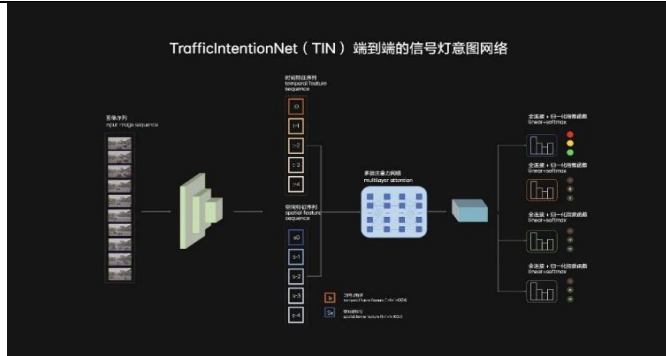
表13：结合 NMP 后，静态 BEV 网络在各视野范围、天气环境等的感知能力明显增强

BEV Range	+ NMP	语义分割评价指标 mIoU				Weather	+ NMP	语义分割评价指标 mIoU			
		Divider	Crossing	Boundary	All			Divider	Crossing	Boundary	All
60m× 30m	-	49.51	28.85	50.67	43.01	Rain	-	50.25	26.90	44.54	40.56
	√	55.01	34.09	56.52	48.54		√	54.64	30.62	54.19	46.48
100m × 100m	-	43.41	29.07	56.57	43.01	Night	-	51.02	21.17	48.99	40.39
	√	49.51	32.67	59.94	47.37		√	54.66	33.78	55.92	48.12
160m × 100m	-	41.21	26.42	51.74	39.79	NightRain	-	55.76	0.00	47.60	34.45
	√	46.85	29.25	57.22	44.44		√	61.22	0.00	50.84	37.35
	-					Normal	-	49.27	29.49	52.11	43.62
	√						√	53.46	35.27	57.75	48.82

数据来源：《Neural Map Prior for Autonomous Driving》(Xuan Xiong 等，2023)、开源证券研究所（注：NMP 指神经地图先验）

理想通过学习大量人类司机行为推出信号灯意图网络 TIN，提升辅助驾驶系统对信号灯的识别能力。解决静态 BEV 网络在复杂路口的感知能力不足问题后，为解决信号灯识别问题，理想自研端到端的信号灯意图网络 TIN 以增强辅助驾驶系统对信号灯的识别能力，进一步推动其无图化进程。具体而言，TIN 网络不需要任何人为设定的规则，甚至不需要知道信号灯的具体位置，只需要将相关图像、视频数据输入 TIN 网络，就能端到端直接输出车辆应该执行的左转/右转/直行/停止操作。例如，当前方红绿灯显示为红灯时，TIN 网络输出车辆应该停止前进的概率最高。其背后的原理是理想让 TIN 网络学习大量人类司机在路口对信号灯变化的反应。

图31：信号灯意图网络 TIN 可实现端到端输出



资料来源：理想汽车公众号

图32：TIN 网络具备超远距离红绿灯识别



资料来源：理想汽车公众号

理想动态 BEV 网络通过识别车辆等规则物体的空间位置并预测其运动轨迹，具备一定的车辆周围环境信息“脑补”能力。在静态 BEV 网络实现车道线等静态物体识别的情况下，理想自研动态 BEV 网络，可以解决传统视觉难以解决的遮挡、跨相机等问题，使 BEV 网络具备一定的环境信息“脑补”能力。具体而言，当车辆、行人、骑车人员等规则物体同时出现在多个摄像头的环境下，动态 BEV 网络可以稳定追踪并感知出其距离和速度，进一步增强辅助驾驶车辆对周围环境信息的感知能力，真正做到空间、时间维度上的四维感知。理想通过 Occupancy 网络精准识别通用障碍物的边界及类型，训练里程已经达到上亿公里。通过动态 BEV 网络解决规则物体的识别后，施工路段、遗落物体等通用障碍物的识别是理想视觉感知系统下一步需要完成的目标。理想通过自研 Occupancy 网络算法对物理世界进行数据化建模，精准识别施工路段、卡车后斗、遗撒物体等通用障碍物的边界及类型，从而还原辅助驾驶车辆周围的真实环境。根据 NE 时代新能源公众号的数据，理想 Occupancy 模型训练里程已经达到上亿公里，识别的内容及其准确性大幅提升。在此基础上，理想通过 NeRF 技术进一步提升 Occupancy 网络的远距离分辨率，使其辅助驾驶系统的环境感知能力更加强大。

图33：动态 BEV 网络实时还原交通参与者空间位置

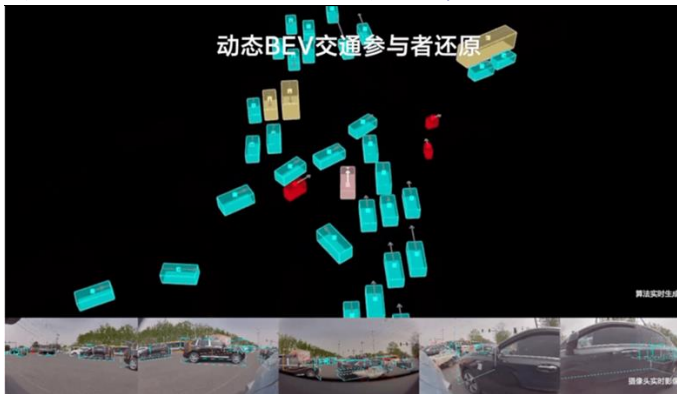


图34：Occupancy 精准识别通用障碍物的边界及类型



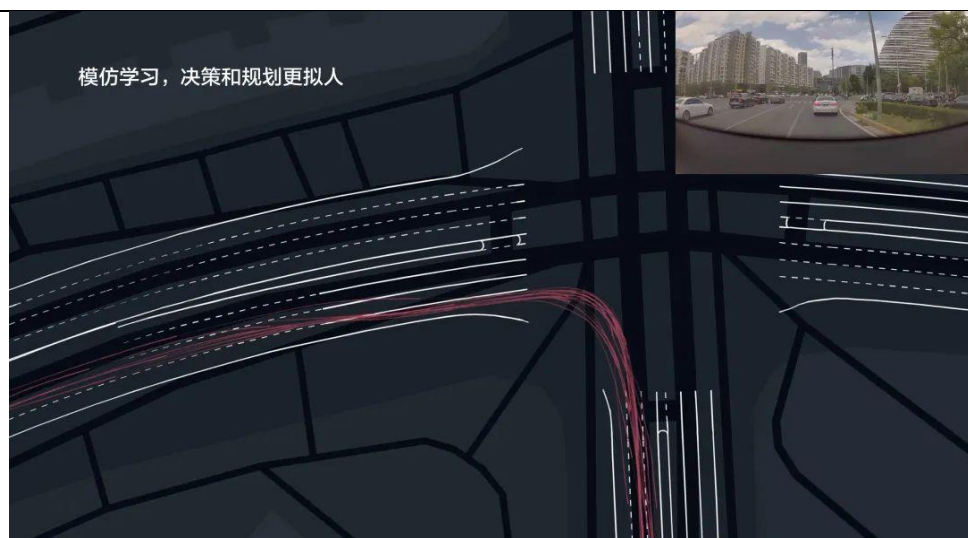
资料来源：理想汽车公众号

资料来源：理想汽车公众号

➤ 规控算法：通过对大量人类司机驾驶行为的学习生成更好的行车路线

理想规控算法通过学习大量人类司机驾驶行为生成更好的行车路线，逐步实现像人类一样自由操纵。静态 BEV 网络、动态 BEV 网络、Occupancy 网络能够输出辅助驾驶车辆周围丰富的环境信息。在此基础上，理想规控算法通过学习大量人类司机的驾驶行为，在保证行车安全、符合交通规则的情况下，做出类似人类驾驶员的判断，生成最佳的行车路线。例如，根据理想汽车公众号，理想通过观察大量人类司机行车轨迹发现 90% 以上的司机在车辆右转时都会选择右二车道，原因在于右二车道相比右一车道的安全性和效率更高，且更大的转弯半径能够带来更加舒适的行车体验，因此理想辅助驾驶系统的规控算法在车辆右转时也选择右二车道。

图35：理想规控算法通过学习大量人类司机的驾驶行为生成更好的行车路线



资料来源：理想汽车公众号

硬件端：感知层面以视觉为核心融合激光雷达

由于采用与特斯拉类似的 BEV 感知模型，理想感知端以视觉为核心，同时为进一步提供安全保障，感知端也融合激光雷达等其他传感器。摄像头方面，理想 ONE 只搭载 5 个摄像头，随着 L7 等车型对感知能力要求的提升，Air 及 Pro 版本车型摄像头数量增长至 10 个，Max 版本车型摄像头数量增长至 11 个。激光雷达方面，L7 等车型 Max 版本搭载 AD Max 辅助驾驶系统，感知端开始融入 128 线激光雷达，拥有 200 米的探测距离，实时生成点云图或 3D 环境图形，能够实现精准探测、快速定位，在暗光、强光下驾驶更安全。

表14：理想汽车坚持以视觉为核心，融合激光雷达等以实现安全的冗余

车型	摄像头	毫米波雷达	超声波雷达	激光雷达	传感器等部分零部件供应商	车型	摄像头	毫米波雷达	超声波雷达	激光雷达	传感器等部分零部件供应商
ONE	2020款	5	1	12	0	L8	Air	10	1	12	0
	2021款	5	5	12	0		Pro	10	1	12	0
					博世(iBooster、ESP、EPS、超声波雷达、毫米波雷达); 易航智能(ADAS系统)		Max	11	1	12	1
L7	Air	10	1	12	0	L9	Max	11	1	12	1
	Pro	10	1	12	0						
	Max	11	1	12	1						

理想(XCU 中央域控制器); 恩智浦(中央域芯片); 欧菲光(车载镜头)

未来黑科技 (HUD 硬件); 禾赛科技(激光雷达); 镁佳科技(座舱控制器、T-box&Gateway一体机)

资料来源：理想汽车官网、盖世汽车社区公众号、42号车库公众号、太平洋汽车公众号、NE时代新能源公众号、开源证券研究所

理想持续提升算力芯片性能，AD Pro/AD Max 辅助驾驶系统分别搭载征程 5/Orin-X 芯片。随着辅助驾驶系统持续升级迭代，相关算力需求持续提升，因此理想持续引进性能更高的芯片。2020 款理想 ONE 采用 Mobileye EyeQ4 芯片，算力为 2.5TOPS，而 2021 款理想 ONE 采用地平线征程 3 芯片，算力为 5TOPS。到第二代 AD 系统时代，AD Pro/AD Max 辅助驾驶系统分别搭载国内首款可实现规模化前装量产的车规级大算力芯片征程 5 以及英伟达最新自动驾驶芯片 Orin-X，算力分别为 128TOPS/254TOPS，相关芯片算力需求完全满足高阶辅助驾驶需求。

表15：理想持续提升算力芯片性能

车型	芯片厂商	芯片	算力 (TOPS)	功耗(W)	单位功耗算力 (TOPS/W)
2020 款理想 ONE	Mobileye	EyeQ4	2.5	3	0.83
2021 款理想 ONE	地平线	征程 3	5	2.5	2.00
L7 Air、L7 Pro、L8 Air、L8 Pro	地平线	征程 5	128	35	3.66
L7 Max、L8 Max、L9 Max	英伟达	Orin-X	254	45	5.64

资料来源：理想汽车官网、焉知汽车公众号、赛博汽车公众号、半导体产业纵横公众号、开源证券研究所

图36：理想 AD Pro/AD Max 辅助驾驶系统分别搭载征程 5/Orin-X 算力芯片



资料来源：理想汽车官网

单颗征程 5 芯片即可流畅支持高速 NOA 功能，相比 Orin-X 存在性价比优势。征程 5 是专门用于智能驾驶领域的算力芯片，相比英伟达 Orin-X 计算效率更高。征程 5 真实计算效能已达 1531FPS（图像速率 1531 帧/秒），在处理单帧输入的百万像素的大图时计算性能达到 Orin-X 的 3.3 倍。凭借强大的计算能力，单颗征程 5 芯片即可流畅支持高速 NOA 功能。同时，根据汽车之家引用地平线创始人余凯的数据，征程 5 芯片价格不到英伟达 Orin-X 芯片价格的一半，参照其性能，性价比优势明显。英伟达自动驾驶芯片 Orin-X 算力达 254TOPS，已达到高级自动驾驶的算力要求，全系标配 Orin-X 芯片有望推动 AD Max 辅助驾驶系统性能持续提升。

➤ 数据闭环：构建软件 2.0 闭环架构，有望推动高阶辅助驾驶大模型加速落地

理想构建软件 2.0 闭环架构，有望推动高阶辅助驾驶大模型加速落地。辅助驾驶大模型的开发以数据驱动的闭环体系为重要支撑。理想构建软件 2.0 闭环架构，可以用于高度自动化的大模型闭环学习训练，整个数据闭环包括数据自动采集、自动挖掘、自动标注、自动训练、自动验证、车端部署。在闭环体系的支撑下，理想高阶辅助驾驶大模型有望加速落地。

图37：理想构建软件 2.0 闭环架构，有望推动高阶辅助驾驶大模型加速落地



资料来源：理想汽车公众号

累计辅助驾驶里程及 NOA 行驶里程均为全国第一，积累庞大模型训练素材。根据高工智能汽车公众号，截至 2023 年 3 月 23 日，理想已交付车型的辅助驾驶总里程

达 5.5 亿公里以上，其中 NOA 用户数量超过 25 万，NOA 导航辅助驾驶里程超 1 亿公里，从 0-1 亿公里仅仅用时 15 个月。鉴于理想汽车累计销量仍在持续增长，存量及新增汽车辅助驾驶里程必将延续增长态势。根据理想汽车公众号，以前理想每年需要进行约 1000 万帧的自动驾驶图像的人工标注，成本为每张 6-8 元，年成本约 1 亿且效率较低。为解决人工标注效率较低的问题，理想打造软件 2.0 大模型，通过训练的方式进行自动化标注，效率大幅提升。目前，3 小时的数据自动标注即可完成过去约 1 年的人工标注数据量，效率提升至约 1000 倍。

图38：L9 上市以来，理想单月汽车销量保持增长态势



数据来源：Wind、开源证券研究所

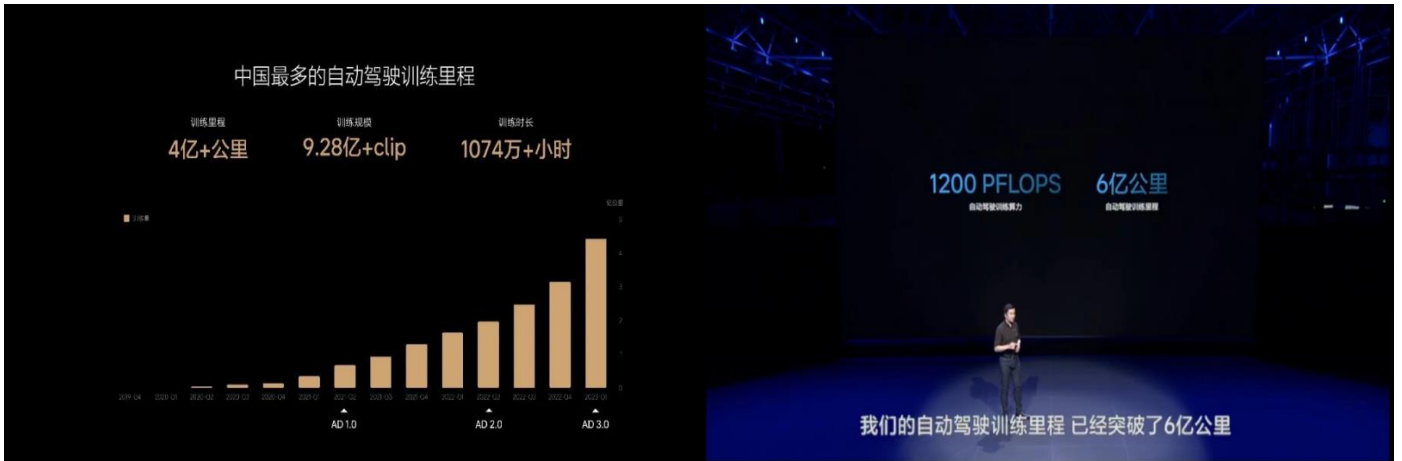
图39：理想通过自动标注技术提升数据标注效率



资料来源：汽车智能出行公众号

自动驾驶训练里程已突破 6 亿公里，拟建设 1200 PFLOPS 算力的训练集群。自动驾驶大模型的开发需要进行庞大规模的数据训练。根据理想汽车公众号，截至 2023 年 4 月 18 日，理想拥有中国最多的自动驾驶训练里程，累计训练里程超 4 亿公里，由 9.28 亿+个训练片段构成，总时长达 1074 万小时以上，相当于 1 辆车需要运行 1266 年。而根据理想汽车家庭科技日的数据，理想累计训练里程已突破 6 亿公里。同时，庞大的数据训练规模需要强大的云端算力支持。理想拟建设算力达 1200PFLOPS 的超算集群，有望成为中国顶级自动驾驶训练集群之一，提升模型训练能力。

图40：理想汽车自动驾驶训练里程已经从 2023 年 4 月 18 日的 4 亿+公里增长至 2023 年 6 月 17 日的 6 亿+公里



资料来源：理想汽车公众号、理想家庭科技日

3.3、产品端：Air/Pro 车型提供高速 NOA，Max 车型将落地城市 NOA

➤ 总览：Air、Pro 车型提供高速 NOA 功能，Max 车型有望落地城市 NOA 功能

理想 Air、Pro 车型主要针对高速 NOA 场景，Max 车型有望落地城市 NOA 功能。理想 Air、Pro 车型搭载 AD Pro 辅助驾驶系统，产品主要标配安全、舒适的高速 NOA 功能。在高速公路和封闭环路上，高速 NOA 支持自主超车、调速与出入匝道。同时，AD Pro 还能提供全场景的自适应巡航、车道保持系统等功能。而 Max 车型搭载辅助驾驶系统 AD Max，采用双英伟达 Orin-X 芯片、激光雷达以及全套自动驾驶安全冗余系统，有望将 NOA 能力扩展到城市场景，从而在将来逐步实现全场景 NOA 功能。

表16：Air、Pro 车型搭载的 AD Pro 主要提供高速 NOA 功能，AD Max 有望落地城市 NOA 功能

辅助驾驶系统		理想 AD Pro	理想 AD Max
目标用户		智能驾驶轻度用户	
对应车型		理想 L7 Pro、理想 L8 Pro	理想 L7 Max、理想 L8Max、理想 L9Max
配备功能	感知能力	视觉感知(BEV 视觉算法，覆盖全车所有方位)	
	导航辅助驾驶	高速场景	全场景
	自适应巡航	全场景	全场景
	车道保持系统	全场景	全场景
	安全冗余	-	转向/刹车/电源
OTA 范围		高速、城市快速路等封闭路段支持高速导航辅助驾驶，城市支持 ACC 和 LKA 功能使用	全场景导航辅助驾驶，可以支持城市导航辅助驾驶

资料来源：理想汽车官网、开源证券研究所

理想 L9 Max 是一款旗舰级六座全尺寸 SUV，理想 L8 是理想新款家庭智能六座 SUV，L7 是一款家庭五座旗舰 SUV，L8/L7 分为 Air、Pro、Max 三款车型，且智能驾驶软硬件、功能基本类似。具体而言，Air/Pro 车型同样搭载 1 颗地平线征程 5 芯片以及 AD Pro 辅助驾驶系统，能够在高精地图覆盖区域的高速或城市快速路等封闭场景实现导航辅助驾驶功能。而 L9/L8/L7 Max 车型搭载 2 颗英伟达 Orin-X 芯片、1 个 128 线激光雷达以及 AD Max 系统，算力达 508TOPS，同时配置 1 个 128 线激光雷达，全局分辨率为 1200x128，点云数量达到 153 万/秒，有望推动城市 NOA 在更多区域落地，进而最终实现全场景 NOA 功能。同时，相比 L8，同类型 L7 价格

普遍低 2 万元，可以为想要体验同级别辅助驾驶体验的用户提供成本更低的新选择。

表17: L7 价格普遍比 L8 同类型低 2 万元，Max 车型未来有望提供全场景 NOA 功能

车型	L9 Max	L8 Air	L8 Pro	L8 Max	L7 Air	L7 Pro	L7 Max
售价 (元)	459,800	339,800	359,800	399,800	319,800	339,800	379,800
智能驾驶处理器	英伟达 Orin-X×2	地平线征程®5 芯片×1	地平线征程®5 芯片×1	英伟达 Orin-X×2	地平线征程®5 芯片×1	地平线征程®5 芯片×1	英伟达 Orin-X×2
128 线激光雷达	√	-	-	√	-	-	√
高精度地图	√	√	√	√	√	√	√
高精度亚米级定位	√	√	√	√	√	√	√
车道级导航	√	√	√	√	√	√	√
感知环境显示	√	√	√	√	√	√	√
激光雷达增强感知	√	-	-	√	-	-	√

资料来源：理想汽车官网、开源证券研究所

➤ 未来车型规划：“1 款超级旗舰车型+5 款增程电动车型+5 款高压纯电车型”

根据理想汽车官网，到 2025 年，理想汽车将形成“1 款超级旗舰+5 款增程电动车型+5 款高压纯电车型”的产品布局，面向 20 万以上的市场，满足更广泛的家庭用户需求。其中根据理想汽车公众号，2023 年底理想将发布超级旗舰 MEGA，理想表示有信心使 MEGA 成为 50 万以上销量第一的产品（不分能源形式、不分车身形式）。同时，理想还计划发布增程电动车型 L6，其将是 1 款家庭智能豪华五座 SUV，预计售价将在 30 万以内。此外，理想未来还将发布 5 款高压纯电车型，开启“增程+纯电”并重的崭新征程。

图41: 理想计划 2025 年形成“1+5+5”产品布局



资料来源：理想双能战略发布会

图42: 理想计划 2023 年年底发布超级旗舰 MEGA



资料来源：理想汽车公众号

3.4、规划：以通勤 NOA 为前哨，2023 年底计划落地 100 城

高速及城市快速路长度仅占中国道路总长度的约 4%，城市内驾驶时长占驾驶总时长的比例高达 82%。根据理想家庭科技日的数据，高速及城市快速路总长度仅为 40 万公里，而普通道路的长度则达到 960 万公里。同时，理想车主在高速及城市快速路段的驾驶时长仅为 18%，而在城市普通道路的驾驶时长则高达 82%。因此，城市场景 NOA 功能需求空间更为广阔。理想 2023 年下半年将开放通勤 NOA 功能，以此为基础逐步推出城市 NOA 功能。鉴于城市场景较为复杂，理想将逐步推出城

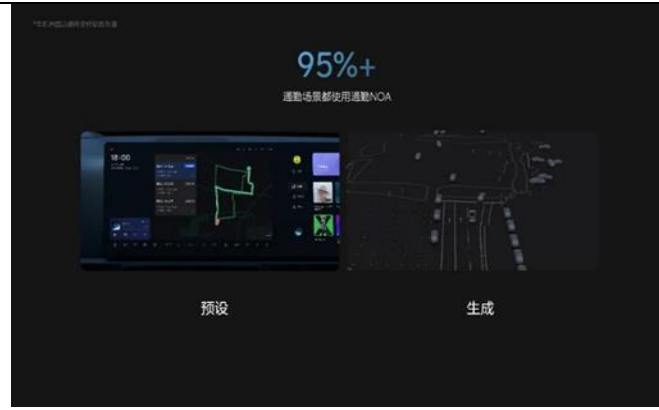
市 NOA 功能。首先针对用户高频驾驶路线，理想将推出通勤 NOA 功能，主要通过使辅助驾驶系统反复学习用户的特定行车路线以实现导航辅助驾驶功能。在此基础上，NOA 功能将逐步向城市热点区域进军，真正实现 A 点到 B 点的自由通行。通勤 NOA 可覆盖 95%+ 的用户通勤场景，有望提升城市 NOA 功能的接受度。

图43：城市内驾驶时长占驾驶总时长的比例高达 82%



资料来源：理想家庭科技日

图44：城市通勤 NOA 可覆盖 95%+ 的用户通勤场景



资料来源：理想家庭科技日

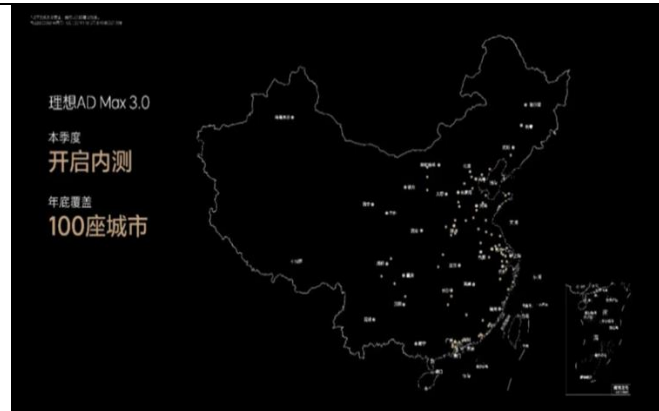
2023 年 6 月，理想 AD Max 3.0 辅助驾驶系统将开启城市 NOA 功能内测，将是其高阶辅助驾驶功能的重要突破。根据理想家庭科技日，理想城市 NOA 将有效实现超远距离感知、城市人车混行的无保护路段左右转、选择最佳的行车路线等功能。随着辅助驾驶系统对高精地图依赖度逐步降低，2023 年底理想计划在 100 座城市推出城市 NOA 功能。

图45：理想城市 NOA 将不再依赖高精地图



资料来源：理想家庭科技日

图46：2023 年底理想城市 NOA 计划将落地 100 座城市



资料来源：理想汽车公众号

智能驾驶升级加速，产业链全面受益

随着自动驾驶的全面加速，整个自动驾驶产业链包含域控制器、算法、传感器等环节亦将加速渗透。产业链公司均有望充分受益。本土领先零部件如德赛西威、经纬恒润、华阳集团、北京君正、晶晨股份、美格智能、均胜电子、小鹏汽车-w（海外组覆盖）、理想汽车-w（海外组覆盖）等均值得关注。

表18：重点公司盈利预测与估值

股票代码	公司简称	最新收盘价 (元)	总市值 (亿元)	EPS	P/E	评级
------	------	--------------	-------------	-----	-----	----

请务必参阅正文后面的信息披露和法律声明

股票代码	公司简称	最新收盘价 (元)	总市值 (亿元)	EPS			P/E			评级
				2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E	
002920.SZ	德赛西威	155.66	853.62	2.86	3.99	5.46	54.43	39.01	28.51	买入
688326.SH	经纬恒润	144.80	168.23	3.08	4.30	5.96	47.01	33.67	24.30	买入
002906.SZ	华阳集团	33.39	156.75	1.08	1.46	1.97	30.92	22.87	16.95	买入
300223.SZ	北京君正	83.01	392.72	1.49	2.33	3.40	55.71	35.63	24.41	买入
688099.SH	晶晨股份	88.15	364.90	2.17	2.63	3.37	40.62	33.52	26.16	买入
002881.SZ	美格智能	28.89	73.78	0.82	1.17	1.62	35.23	24.69	17.83	买入
600699.SH	均胜电子	18.74	262.02	0.60	0.87	1.23	31.23	21.54	15.24	买入
09868.HK	小鹏汽车-w	73.40	1,570.79	-4.50	-2.50	-0.90	-	-	-	增持
02015.HK	理想汽车-w	174.90	3,645.93	3.00	4.40	5.30	58.30	39.75	33.00	增持

数据来源：Wind、开源证券研究所（注：收盘日期 2023 年 8 月 3 日，盈利预测均来自开源证券研究所）

4、风险提示

技术发展进度不及预期、市场需求不及预期。

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R3（中风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与、不与、也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

开源证券研究所

上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号

楼10层

邮编：200120

邮箱：research@kysec.cn

深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层

邮编：518000

邮箱：research@kysec.cn

北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层

邮编：100044

邮箱：research@kysec.cn

西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层

邮编：710065

邮箱：research@kysec.cn