

从萝卜快跑Robotaxi看特斯拉的AI时刻

太平洋证券研究院|首席分析师刘虹辰
执业资格证书编号：S1190524010002
2024年7月22日



从萝卜快跑Robotaxi看特斯拉的AI时刻

特斯拉的AI时刻。 AI头号玩家，为了不受算力限制，特斯拉今年大幅提升了AI的投资，自动驾驶累计投资预计超100亿美元。端到端重塑FSD，FSD V12开始里程指数级增长，快速突破10亿英里，V12.4开启更陡峭里程增长，已增长至13亿英里以上。另外，Optimus Gen 2亮相上海，搭载与车辆同源的AI，借助视觉神经网络和FSD芯片，模仿人类训练。特斯拉迎来AI时刻。

AI加速特斯拉Robotaxi。 特斯拉Robotaxi预计在10月发布，马斯克表示“我要求对Robotaxi前部进行重要设计更改，因推迟发布日期而得来的额外时间将让公司有机会展示一些其他的内容。” FSD V12.5将成为Robotaxi发布之前最重要的更新。特斯拉2024年股东大会马斯克表示，目前特斯拉正在开发HW5.0，其性能将是HW4.0的10倍，预计约18个月内推出，HW5.0的算力预计5000TOPS。AI加速Robotaxi，百度Apollo ADFM，全球首个支持全无人驾驶的自动驾驶大模型，支持1500平方公里区域3个月交付运营，区域扩展速度提升6倍；一座新城市完成全域无人驾驶运营准备仅需半年时间。

萝卜快跑——特斯拉FSD入华路径推想。 百度十年磨一剑，萝卜快跑武汉闪耀，跑通Robotaxi盈利模型。萝卜快跑在2024年第一季度提供了82.6万单的自动驾驶出行服务，同比增长25%，累计提供服务已超过600万单。百度表示，萝卜快跑武汉业务有望在2024年第四季度实现收支平衡，并在2025年开始盈利。分析萝卜快跑进驻城市的时间线，可以看出明显规律“智能网联政策—>萝卜快跑进驻试点/运营/商业化—>申请车路云一体化试点”。萝卜快跑，从拿到自动驾驶示范区道路测试牌照到商业化运营，也给了特斯拉FSD入华提供一种政策路径推想。

投资建议： 智能汽车一直是我们今年最看好的方向。特斯拉开启AI算力大战，国内头部玩家跟进算力竞赛，特斯拉FSD入华推进，V12推送后，里程陡峭提升，版本持续迭代，面向Robotaxi的V12.5，AI5的HW5.0的算力预计高达5000TOPS。国内以华为为代表的头部智驾，端到端全面开启无图全城NCA。另外，车路云一体化顶层设计自上而下推进，Robotaxi将会与车路云政策形成合力，两者在试点城市、运营路段区域高度重合，后续，我们会看到更多的城市落地车路云招标建设，开放自动驾驶试点Robotaxi。接下来，华为乾崮ADS 3.0带来全新架构，从BEV到GOD，真正实现端到端；特斯拉迎来AI时刻，看好特斯拉供应链拓普集团。我们在4月特斯拉最低点发布深度报告《特斯拉的FSD时刻》，涨幅接近翻倍。6月发布《智能汽车β机会迎来自动驾驶时刻》，领先市场前瞻，《为什么我们一直强调智能汽车的β机会？》强CALL了这一轮智能汽车的β行情。智能汽车产业链重点公司：德赛西威，华阳集团，科博达，伯特利，保隆科技，理想汽车，小鹏汽车。

风险提示： 特斯拉Robotaxi进展不及预期，特斯拉FSD入华进展不及预期，智能汽车渗透率提升不及预期，国产替代不及预期，技术路线变更风险。



核心逻辑

大模型端到端，面向Robotaxi的FSD V12.5, AI5, 特斯拉的AI时刻

接下来一段时间的催化预期？

智能汽车产业链

特斯拉引领技术路径收敛



FSD V12.5将成为Robotaxi发布之前最重要的更新。

HW5.0, AI5, 5000TOPS超级算力。

① **域控制器**：德赛西威、科博达、华阳集团。

端到端大模型AI时刻

端到端算法有望提升规控准确性

生成式AI提供高质量训练数据

大模型蒸馏训练小模型减少计算资源消耗

多模态模型有望优化感知

特斯拉Robotaxi预计10月发布。

特斯拉FSD入华。

② **线控底盘**：拓普集团，伯特利、保隆科技。

国内头部玩家跟进算力竞赛

华为云端算力达3.5EFLOPS

小鹏年底算力预计将超过8EFLOPS

理想智算中心算力2.4EFLOPS

蔚来中央算力达到1.4EFLOPS

华为乾崮ADS 3.0。

③ **整车**：理想汽车，小鹏汽车



图 智能汽车产业链重点公司盈利预测表

代码	名称	EPS				PE				股价
		23	24E	25E	26E	23	24E	25E	26E	2024/7/22
002920. SZ	德赛西威	2.79	3.78	4.89	6.19	46.47	26.39	20.42	16.12	97.98
603596. SH	伯特利	2.06	1.94	2.54	3.2	33.71	22.95	17.55	13.92	44.23
002906. SZ	华阳集团	0.89	1.23	1.61	2.04	39.75	22.86	17.38	13.72	27.74
603786. SH	科博达	1.51	2.16	2.8	3.47	47.34	25.1	19.41	15.67	53.17
603197. SH	保隆科技	1.79	2.38	3.18	4	31.54	13.59	10.16	8.08	32.49
2015. HK	理想汽车	5.55	4.84	7.82	10.26	24.03	14.48	8.95	6.83	78.45
9868. HK	小鹏汽车	-5.96	-3.44	-1.45	0.40	-9.40	-8.75	-20.78	68.56	33.65

目录

C
O
N
T
E
N
T

01

特斯拉的AI时刻

02

AI加速特斯拉Robotaxi

03

萝卜快跑——特斯拉FSD入华路径推想

04

城市NOA重新定义智能汽车

05

风险提示

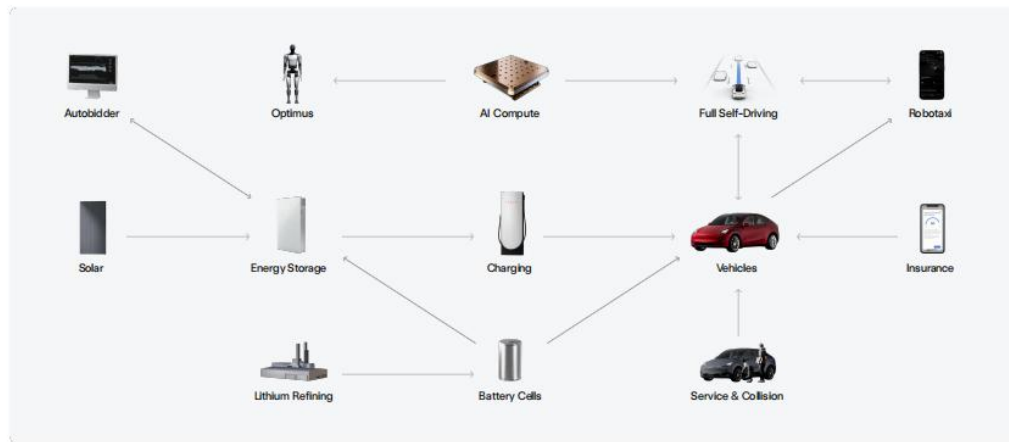


特斯拉的AI时刻：AI头号玩家

- **端到端重塑FSD**。2024年3月，特斯拉推出FSD（Supervised）12.3.3版本。相比较于FSD 11，**FSD v12创新性地采用了端到端的神经网络技术（端到端NN）**，可以更好地理解和处理复杂驾驶环境，减少驾驶人员的干预，提高自动驾驶的精确度和自动化度。**6月5日**，开始向特斯拉员工车队推送**FSD v12.4**，**7月7日**，特斯拉向部分用户推送了**FSD v12.4.3**，接下来，**FSD V12.5**将成为**Robotaxi**发布之前最重要的更新。
- **FSD v12**中采用**端到端NN**（以前是**AI感知+软件规控**），大模型仅需输入视频进行学习，而无需单独编码，更灵活更轻代码。感知-决策-执行是FSD的基本流程，在v11中，感知阶段需要通过视觉方式/雷达方式获取周围物体信息并识别和标识分类，决策阶段则依赖于事先认为编写好的控制规则。但是v12采用了端到端NN技术，感知阶段不再需要识别和标识，决策阶段也不需要事先人为编写控制规则，**只需要输入大量视频交给NN学习，就能分辨出在不同情况下需要做什么**，这使得特斯拉在**FSD V12**中**减少了100倍代码**，使其更轻便、更灵活，同时在没有网络连接的情况下仍能在不熟悉的地形上工作。

图 特斯拉的AI时刻

We're Also the Leader in Real-World AI


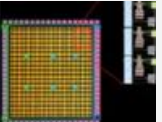






特斯拉的AI时刻：自动驾驶今年累计投资预计超100亿美元

- 超算需巨额资金投入，马斯克预计特斯拉今年在有关领域累计投资超100亿美元。在今年1月27日，马斯克在推特上表示，Dojo目前的算力进相当于1万个英伟达H100，如果想在AI领域具备竞争力，那么目前需要每年投入数十亿美元。马斯克表示特斯拉在训练计算、数据管道和视频存储方面的累计投资将在今年超过100亿美元。
- 数据鸿沟和算力要求，构成超算的核心壁垒。首先，任何模型的训练都依赖于数量巨大、质量可控的训练数据，而特斯拉FSD自推出以来累计运行超过了10亿英里，这位特斯拉训练模型提供了充足的训练数据。其次，算力方面，大模型训数据需要强大的算力，特斯拉目前可能拥有3万-3.5万颗英伟达H100芯片，而下一代的Gork可能需要10万颗H100，如果按照单价4.5万美元/颗，那么10万颗H100总价值高达45亿美元，相当于300多亿人民币。

图 Dojo的数据流近存计算架构

层级	名称	片上SRAM	算力	说明
 内核	Dojo Core	1.25MB	1.024TFLOPS	单个计算核心，64位宽度，具有4个8x8x4的矩阵计算单元，2GHz主频
 芯片级	D1	440MB	362TFLOPS	单芯片，核心数为354，面积645mm ²
 核心级	Dojo Tile	11GB	9050TFLOPS	单个训练模组，每5x5个芯片包括一个训练模组
 整群级	ExaPOD	1320GB	1.1EFLOPS	模拟训练的训练集群，每12个训练模组组成一个机柜，每10个机柜组成ExaPOD，共计3000个D1芯片



特斯拉开启AI算力大战，国内头部玩家跟进算力竞赛

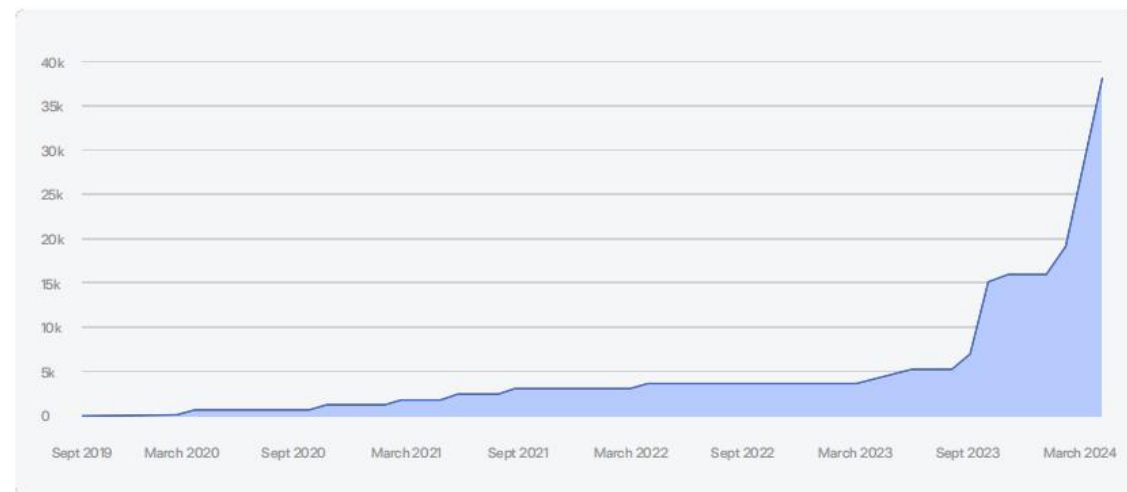
图：国内头部玩家跟进算力竞赛

车企	超算算力
特斯拉	2024. 10, Dojo预计实现100EFLOPS算力
华为	2024. 6, 华为云端算力达3. 5EFLOPS
小鹏	2024. 5. 20, 年底算力预计将超过8EFLOPS
理想	2024, 智算中心算力2. 4EFLOPS
蔚来	2023. 9, 中央算力达到1. 4EFLOPS

图：特斯拉加大算力投入

No Longer Compute Constrained

We're making necessary investments in AI compute infrastructure for our ambitious product roadmap



T E S L A Copyright 2024 Tesla Inc.



特斯拉FSD：V12开始里程指数级增长，快速突破10亿英里，剑指百亿公里

图：推送FSD v12.3实现端到端NN，大幅提高自动驾驶感知和决策能力

时间	版本进展	版本重大变化
22年12月	FSD Beta 测试版向北美40万人推送	截至2022年12月，特斯拉已经向美国和加拿大的几乎所有买了FSD（约40万）的客户发布了FSD Beta测试版，FSD Beta测试版新增了大量新功能，并可以让特斯拉在城市环境中自动导航。根据马斯克推特，FSD可用于北美90%道路，计划未来在欧洲推送FSD BETA。
23年2月	FSD11.3 版本	合并城市驾驶与高速公路驾驶堆栈，提升辅助驾驶能力。 FSD11.3版本于2023年2月向用户推送，单堆栈融合了城市和高速堆栈，单堆栈将使特斯拉能够将其在城市驾驶中的学习内容应用到其自动驾驶高速公路导航功能中。
23年3月	FSD11.3.3版本	Vision Park Assist使用占用网络代替超声波雷达。 自22年10月起，特斯拉逐步移除超声波雷达，此次推送的新功能，代表着特斯拉用视觉占用网络算法替代被移除的超声波雷达，在摄像头的盲区通过记忆数据复现障碍物对车的距离。
23年5月	FSD11.4 版本	通过将自动标记车队数据集进一步增加 80k 个剪辑、提高自动标记算法的准确性以及调整训练监督的分布来实现以下优化：将部分切入的召回率提高了 39%，将由于变道到相邻车道而导致的假阳性切入的准确率提高了 66%，从而使整体变道预测错误减少了 33%。
24年3月	FSD12.3 版本	FSD v12.3采用端到端NN技术 ，不再进行识别和标记，摆脱人为规控规则编码，并 实现了Autopark不依赖USS（超声波传感器） （最早在3.21发布的v11.4.9的更新中实现）

图：截至2024年4月6日，FSD 用户的累计行驶里程已超10亿英里，23年8月后加速上行（系v11扩大推送规模）

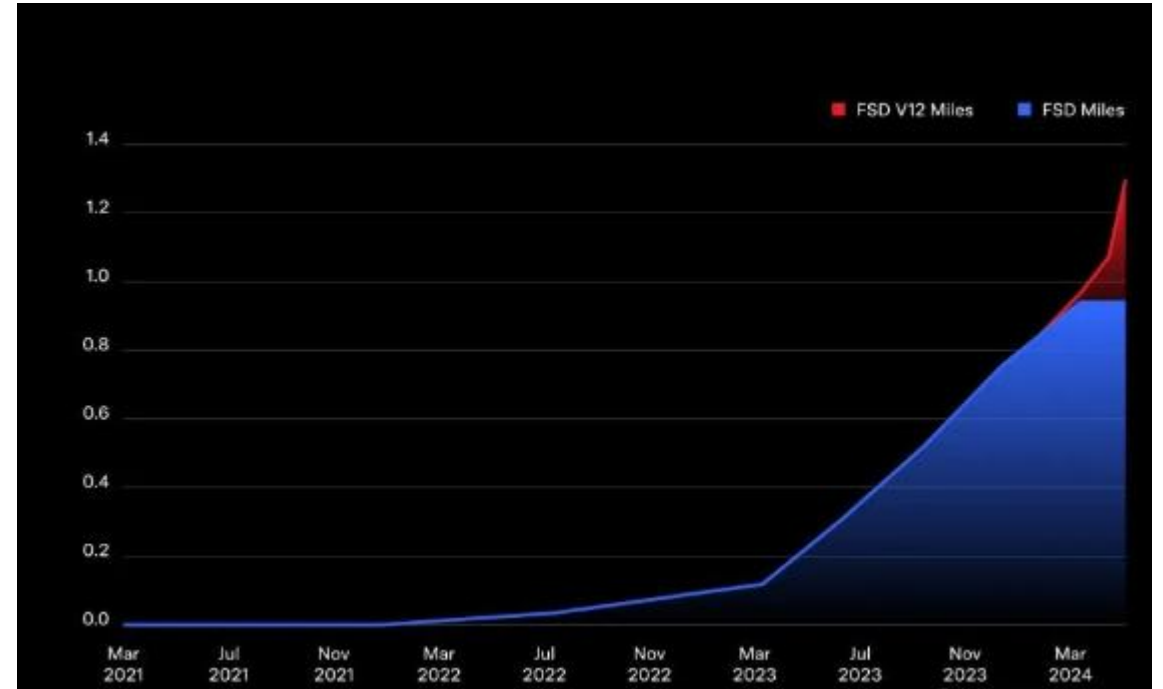




特斯拉FSD：从10亿至13亿英里，V12.4开启更陡峭里程增长

- FSD V12.4为重要更新迭代，重新训练了自动驾驶学习模型，并优化了车辆在狭窄单行车道、封闭道路等特殊路况的行驶能力。
- FSD v12.4.1：6月5日开始向特斯拉员工车队推送，6月8日开始向外部车主推送。**更新首次弃用方向盘扭力检测驾驶员状态，改用摄像头检测**，车主反馈摄像头检测非常严苛，在夜间/带墨镜/低帽檐帽子都会被提示。随着城市辅助驾驶性能进一步提高，接管率进一步下降，为了防止越来越多车主把辅助驾驶当成自动驾驶，驾驶员检测的趋严会是大势所趋。
- FSD v12.4.2：对于FSD以往存在的问题例如1.非必要变道，2.幽灵刹车，3.无故缓行，4.在少数情况下难以准确识别闪烁的黄灯或者红灯等问题进行了专项的优化，大幅提升了使用体验。7月1日，马斯克表示由于训练数据主要来自用户干预而非正常驾驶场景，导致接管减少但是驾驶的平顺性倒退，使v12.4.2发布时间推迟。
- FSD v12.4.3：7月7日，特斯拉向部分用户推送了FSD v12.4.3。特斯拉公司跳过了12.4.2版本，转而直接发布了12.4.3版本的更新。FSD Beta测试用户Dave Lee反馈，12.4.3版本是他迄今为止体验过“最佳的一次FSD自动驾驶辅助”。虽然偶有尴尬时刻，但整体表现相比过去几次小版本更新要好很多。新版本在一些重要操作方面有所改进，整体感觉更加流畅自信，但距离完美仍有差距。

图：FSD V12.4开启更陡峭里程增长

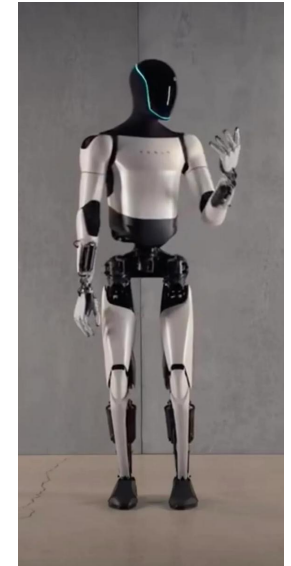




Optimus Gen 2: 搭载与车辆同源的AI, 借助视觉神经网络和FSD芯片

- **搭载与车辆同源的AI技术。**借助视觉神经网络和FSD芯片, Optimus人形机器人在技术上取得了重大突破, 它现在能够精准地在特斯拉电池工厂进行电池单元的分装工作, **这得益于完全在机器人的嵌入式 FSD 计算机上运行的端到端神经网络, 该网络仅通过2D摄像头、手部触觉和力传感器等有限的的数据输入就能实现高精度的操作。**此外, Optimus还展示了从故障中自主恢复的能力, 证明了其稳定性和可靠性。这些技能的提升离不开通过人类远程操作收集的大量训练数据, 这些数据为Optimus执行更复杂的任务提供了坚实的基础。
- **测试与部署:** Optimus在特斯拉工厂的真实工作环境中进行了广泛的测试, 其表现令人瞩目。**随着测试的深入, 人工干预率持续下降, 表明Optimus已经能够较为独立地完成工作任务。**同时, Optimus的行走速度和距离也在不断提升, 这为其在更广泛的应用场景中发挥作用打下了基础。**特斯拉计划在今年年底前在自家工厂率先使用Optimus执行有用的工厂任务, 预计明年会有超过1000个在工厂使用, 并考虑在2025年底前将其推向市场。**
- Optimus的技术亮点主要体现在其五指灵巧型手上, 这款手具有高达11个自由度(未来计划增至22自由度), 不仅具备触觉感知能力, 还能在不需要持续维护的情况下承受大量的物体交互。此外, Optimus还配备了先进的远程操作软件, 使得人类操作员能够佩戴VR眼镜和手套进行低延迟的实时控制。**为了实现高效的数据收集和训练, 特斯拉部署了大规模的机器人团队, 并安排了训练有素的人类操作员进行多轮班操作, 确保了机器人始终处于忙碌状态。**

图: Optimus Gen 2 亮相上海



相比GEN1, GEN2:

- 采用了全部由特斯拉自主设计和制造的执行器和传感器
- 行走速度提高了 30%
- 重量减轻了 10 公斤, 同时平衡感和身体控制能力得到改善, 视频中演示了其做深蹲的动作
- 配备了全新的双手, 能够抓握更重的物体并进行更加精细的操作

目录

C
O
N
T
E
N
T

01

特斯拉的AI时刻

02

AI加速特斯拉Robotaxi

03

萝卜快跑——特斯拉FSD入华路径推想

04

城市NOA重新定义智能汽车

05

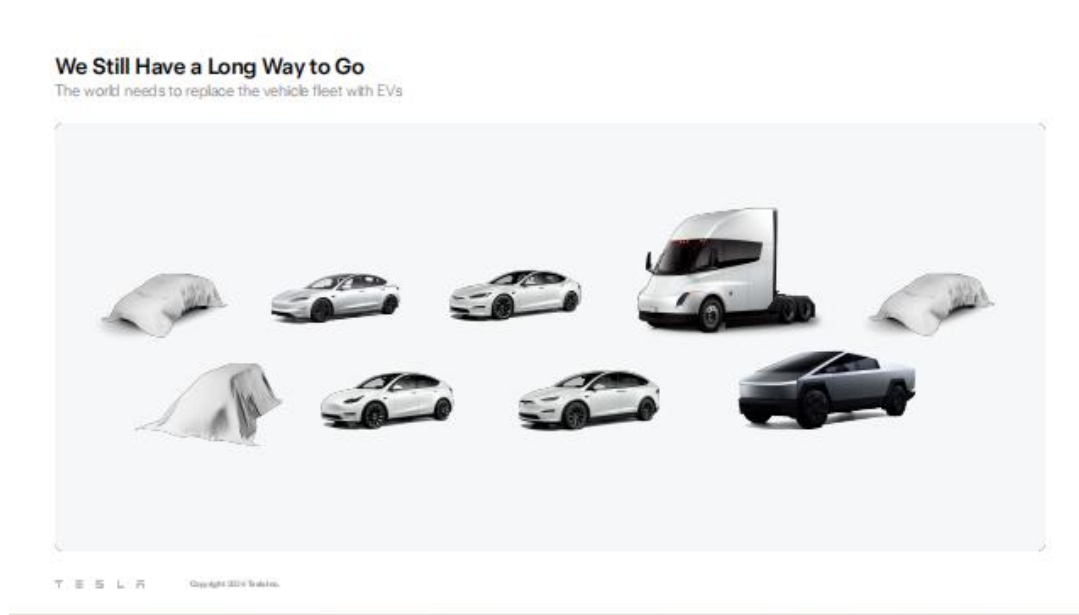
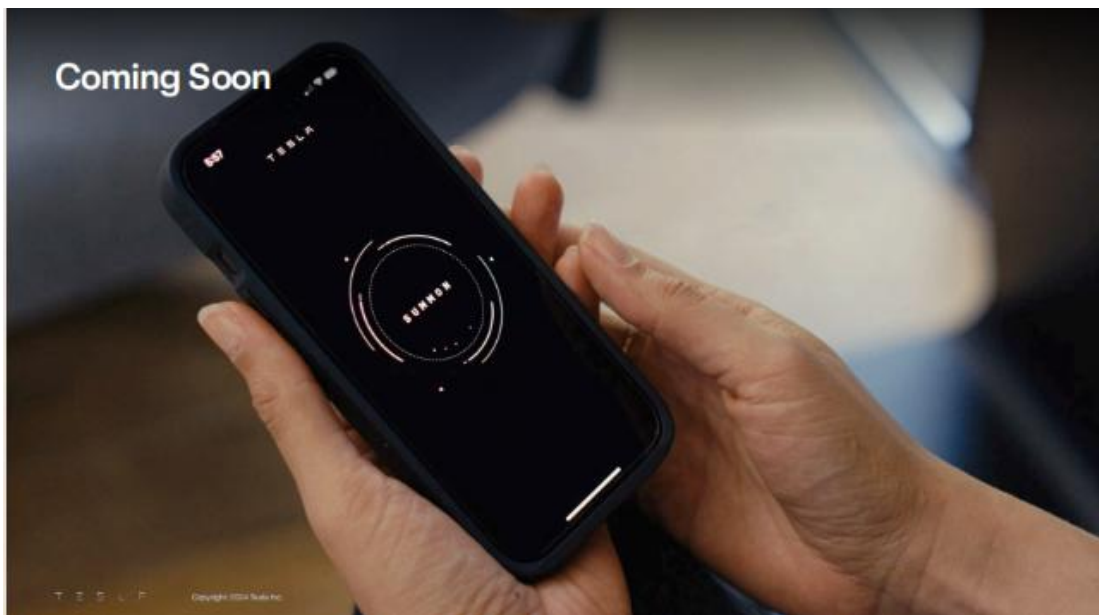
风险提示



特斯拉Robotaxi：预计10月发布，持续催化

• 特斯拉Robotaxi预计在10月发布。马斯克曾在股东大会表示特斯拉Robotaxi将会是Uber和Airbnb模式的结合。近日，特斯拉将Robotaxi发布会推迟到10月。马斯克表示：“我要求对Robotaxi前部进行重要设计更改，因推迟发布日期而得来的额外时间将让公司有机会展示一些其他的内容。”

图：特斯拉Robotaxi





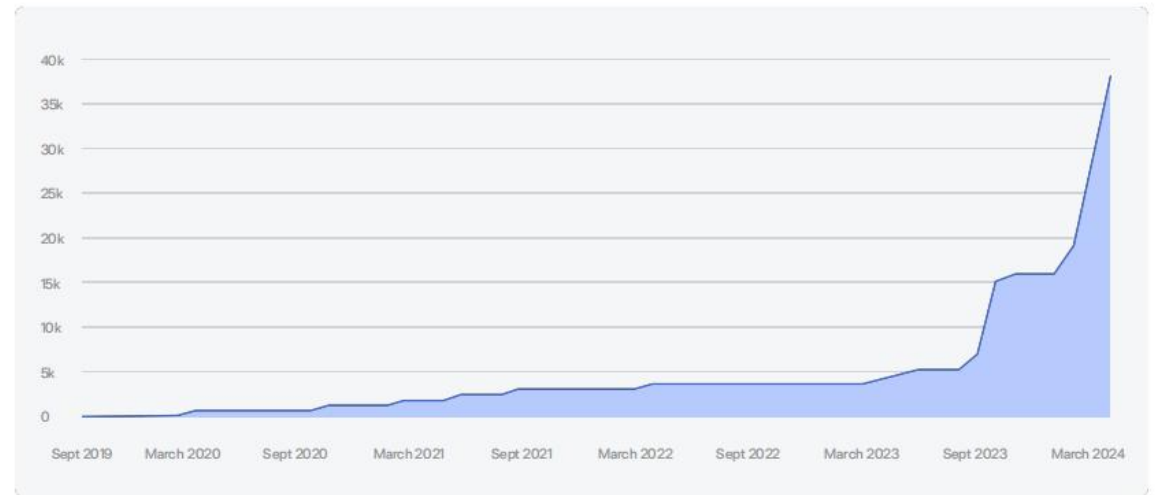
特斯拉FSD：V12.5将成为Robotaxi发布之前最重要的更新

- **车辆与车队互联：** FSD V12.5改进侧重于更复杂的情况以及车辆与车队之间的通信功能，**实现车辆间实时共享道路封闭、障碍物等路况信息**。相较于特斯拉FSD对地图的高度依赖，新版本突破局限，允许车辆在遭遇困难时即时通知车队内其他车辆，避免重复遭遇困境。FSD V12.5推动车队数据共享循环，促进软件随车队行驶数据积累持续优化，无需等待定期软件更新。
- **FSD倒车功能：** 根据特斯拉的自动驾驶仪负责人Ashok Elluswamy透露，**12.5更新将首次迎来倒车能力**。这将会使FSD应对窄路掉头等复杂路况有巨大提升。
- **合并城市和高速公路堆栈整合：** 截至目前，FSD v12一直采用多堆栈设置，包括端到端的城市街道堆栈和从v11延续下来的旧高速公路堆栈。马斯克表示“**12.5.x 版本将最终整合高速公路和市区的软件栈**”。这也意味着将不再存在隐式高速公路堆栈。此前版本的 FSD 采用双栈系统，即特斯拉传统的 Autopilot 软件栈用于高速公路驾驶，而 FSD 软件栈用于市区道路行驶。FSD V11 曾统一了这两个栈，但后来特斯拉又为高速和市区驾驶采用了独立的软件决策流程。随着 V12.5 再次采用单一软件栈方案，FSD 的整体性能可能会进一步提升。

图：特斯拉的AI时刻

No Longer Compute Constrained

We're making necessary investments in AI compute infrastructure for our ambitious product roadmap



T E S L A Copyright 2024 Tesla Inc.



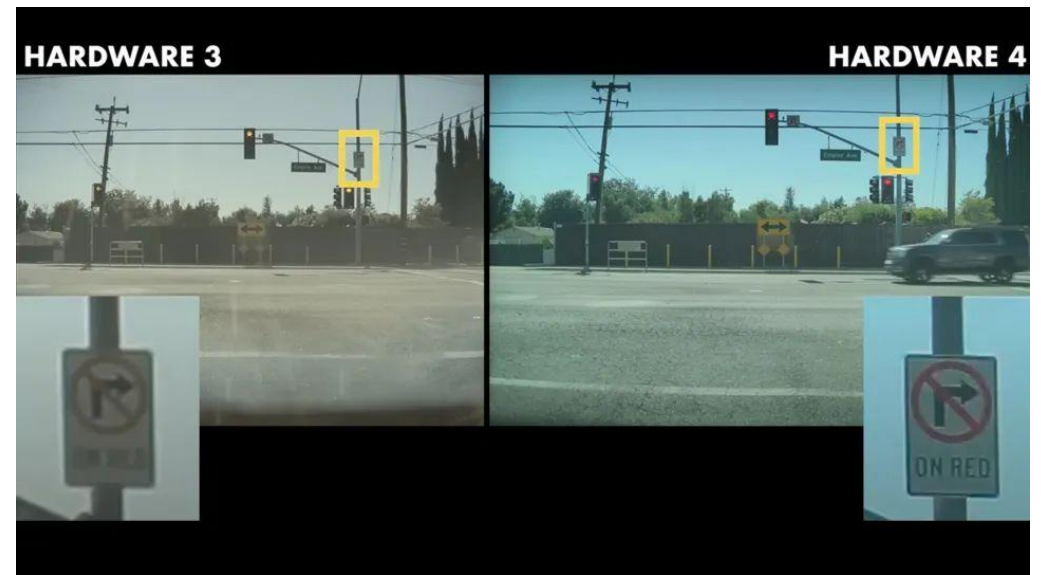
HW4.0: 算力升级5倍

- **芯片改用更先进制程**: HW4.0 FSD芯片采用三星7nm工艺, HW3.0为三星14nm工艺, 新的自动驾驶芯片性能将是现款自动驾驶芯片的**5倍**左右, 这里的性能或为综合能耗/算力参数, 或为单片算力 (那么**新平台总算力很可能达到500TOPS**)。
- **摄像头或升级**: 摄像头数量或从9个减少到8个, 但是摄像头的清晰度从120万像素提升到500万像素, 这使得HW4.0具有比3.0更强的感知能力, 最远探测距离可达424米, 扫除盲区和死角。
- **预留雷达接口, 但model Y目前未配备雷达**: HW 4.0预留了装备雷达的空间, 但是model Y在出厂时并不具备雷达功能, 这可能与特斯拉更加偏好视觉方案、降低车辆出厂成本等因素有关, 同时也为用户提供了一定的选择空间。
- **CPU内核数量提升66.67%, FSD Computer 2数量增加到3个**。CPU方面, HW4.0由3.0的12核, 提升到了20核, 内核数量提升66.67%。计算平台方面, 虽然HW4.0仍然采用的是FSD Computer 2, 但是数量却增加到了3个。

表: HW3.0和HW 4.0关键参数对比

	HW 3.0	HW 4.0
摄像头	9个, 120万像素	8个, 500万像素
雷达	1个毫米波雷达, 12个超声波雷达	为安装4D雷达预留空间
计算平台	FSD Computer 2	FSD Computer 2
计算平台数量	1	3
芯片	三星的 Exynos架构	三星的 Exynos架构
CPU	12核	20核
CPU频率	2.2GHz	2.35GHz
神经网络加速器	双核	三核
神经网络频率	2GHz	2.2GHz
最大算力	100TOPS	500TOPS
制程	14nm	7nm

图 HW3.0摄像头清晰度 (左) vsHW4.0摄像头清晰度 (右)

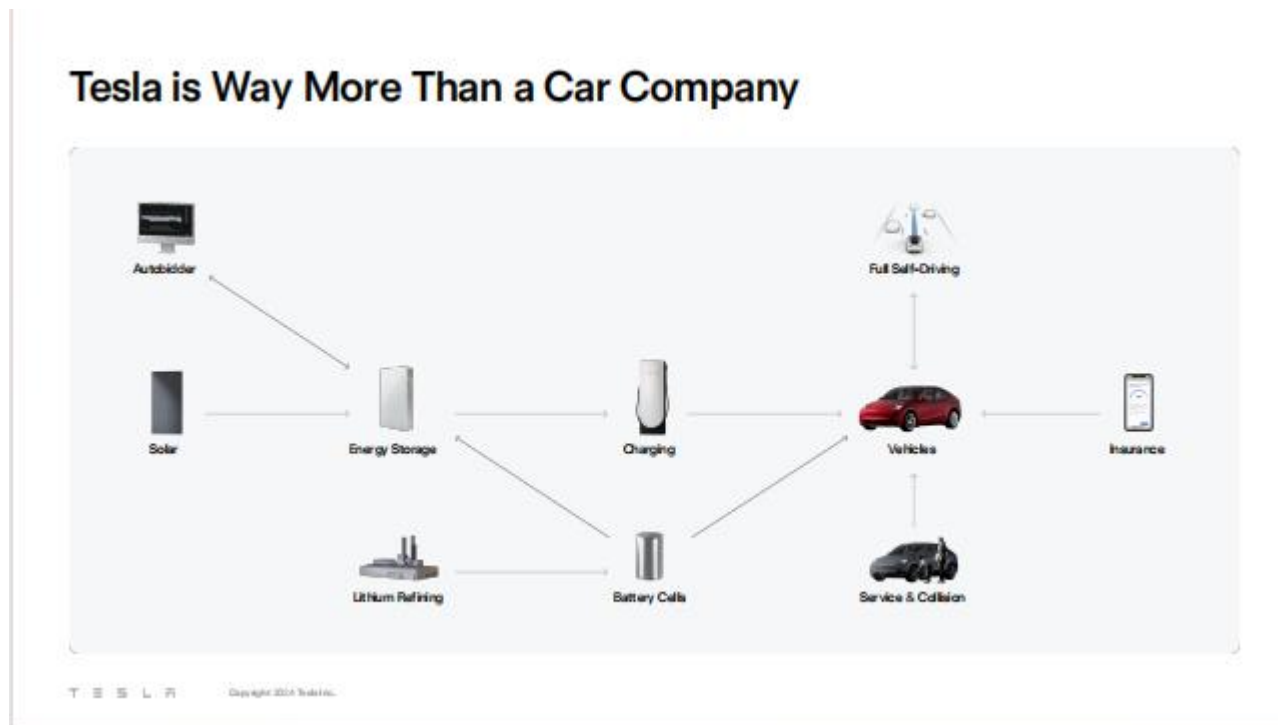




HW5.0: AI5, 算力提升10倍

- 特斯拉2024年股东大会，特斯拉CEO马斯克表示，目前特斯拉正在开发第五代辅助驾驶硬件（HW5.0），其将被命名为AI5.0，目前已经完成了HW5.0的设计，其性能将是HW4.0的10倍，预计在约18个月内推出。
- HW4.0 的性能是 HW3.0 的 5 倍，HW5.0 的算力预计5000TOPS。

图 HW5.0: AI5, 算力提升10倍





AI加速Robotaxi

百度Apollo ADFM，全球首个支持全无人驾驶的自动驾驶大模型。支持1500平方公里区域3个月交付运营，区域扩展速度提升6倍；一座新城市完成全域无人驾驶运营准备仅需半年时间。即将实现：有百度地图的地方就能无人驾驶。

- 曾经，L4级自动驾驶技术的研发周期异常漫长，众多曾致力于此领域的初创企业已采取“战略转型”策略，转而投身于L2+高级辅助驾驶市场的激烈角逐中。百度十年磨一剑，萝卜快跑Robotaxi在武汉引爆流量关注。萝卜快跑在2024年第一季度提供了82.6万单的自动驾驶出行服务，同比增长25%，累计提供服务已超过600万单。5月，萝卜快跑发布第六代无人车Apollo RT6，并投入1000辆运营，预计2024年将实现武汉全城覆盖。
- 国内其它Robotaxi玩家，如小马智行、文远知行、AutoX，滴滴等。除滴滴和安途（Auto X）外，其他企业多与百度存在交集。值得注意的是，小马智行与萝卜快跑在L4级别自动驾驶车辆的控制策略上存在显著差异，这种差异或将深远影响远程安全员与无人车之间的配比效率。具体而言，小马智行采用的是“远程辅助”（remote assist）模式，该模式对车辆的自主决策能力提出了更高要求，它不直接操控车辆的制动、转向及加速系统，而是通过提供建议的方式，让车辆自行判断并执行操作。这种模式下，目前的人车比达到了1:5，并有望在年内提升至1:10。相比之下，百度则更倾向于“远程控制”（remote control）的方式，人车协同效率与车辆智能化水平之间的平衡与取舍将成为关键议题。

图：中国头部Robotaxi企业

竞品企业	开始研发时间	合作厂商	创立团队	国内主要测试地区	车队规模	远程干预逻辑
萝卜快跑	2013	江铃、极狐	百度	北京、上海、重庆、深圳、武汉等11个城市	1000	远程控制
小马智行	2016	丰田	前百度北美研发主任架构师彭军和楼天城联合创立	北京、广州 上海、深圳	1000	远程辅助
滴滴	2016	广汽埃安	滴滴	北京、上海、广州	200	-
Auto X	2016	克莱斯勒	普林斯顿 AP肖健雄	深圳、上海、广州、北京	1000	远程控制
文远知行	2017	广汽集团	前百度自动驾驶事业部首席科学家韩旭	广州、安庆、鄂尔多斯	-	远程控制

萝卜快跑在国内Robotaxi领先，百度十年磨一剑，萝卜快跑Robotaxi在武汉引爆流量关注

资料来源：各公司官网、公开资料、太平洋证券整理

目录

C
O
N
T
E
N
T

01

特斯拉的AI时刻

02

AI加速特斯拉Robotaxi

03

萝卜快跑——特斯拉FSD入华路径推想

04

城市NOA重新定义智能汽车

05

风险提示



百度十年磨一剑，萝卜快跑Robotaxi武汉闪耀

萝卜快跑在武汉运营范围快速扩大、车队规模增长带来规模效应，武汉业务即将实现收支平衡。

- 从2022年5月进入武汉经开区覆盖30平方公里开始，截止2024年7月萝卜快跑营业范围已经覆盖12个行政区3000平方公里。车队规模从20辆自动驾驶汽车扩展到包含完全无人驾驶汽车在内的600辆。
- 萝卜快跑在2024年第一季度提供了82.6万单的自动驾驶出行服务，同比增长25%，累计提供服务已超过600万单。5月，萝卜快跑发布第六代无人车Apollo RT6，并投入1000辆运营，预计2024年将实现武汉全城覆盖。

当地对于Robotaxi运营的限制也在逐渐放开。政策限制的放开将帮助企业降低成本并且带来更多盈利空间。

- 2022年无人汽车营运时间限制在早上9点到下午5点共8小时，2024年萝卜快跑已经能24*7提供无人汽车服务。萝卜快跑车队能够全年提供服务。

未来，萝卜快跑商业模式成熟推动全国车队扩张，规模化生产有效降低研发与生产成本，并增强供应链议价力，促使整车成本大幅下降

随着2024年第四季度萝卜快跑在武汉部署1000台第六代无人车，萝卜快跑在武汉的时空覆盖和运营效率将大幅提升，带来运营成本的降低和营收的增长。百度表示，萝卜快跑武汉业务有望在2024年第四季度实现收支平衡，并在2025年开始盈利。

图：萝卜快跑武汉运营范围变化

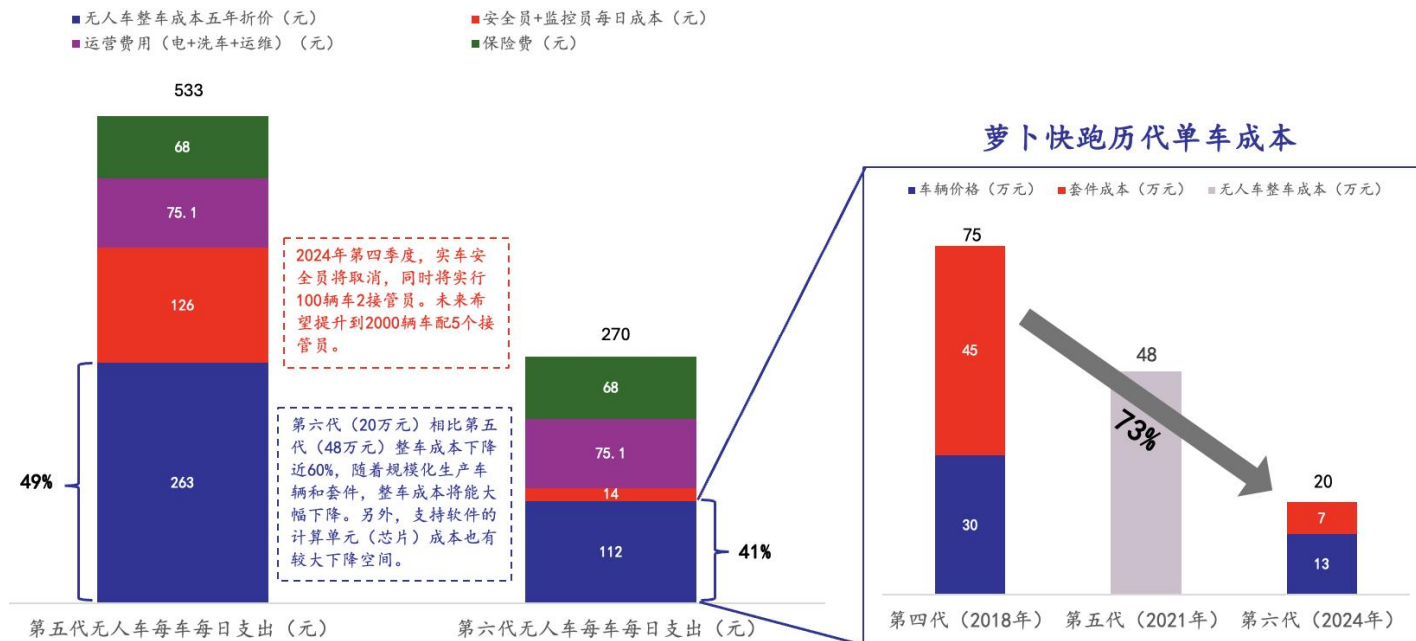




萝卜快跑跑通Robotaxi盈利模型

- 萝卜快跑在武汉的综合成本组成有：车辆折旧、安全成本、运营成本，以及每辆车每年2.5万元的保险费用。下图中左图把这四部分成本折算至每天，估算出每天每辆车的最小营收以达到盈亏平衡。可以看出，每日成本从第五代车的533元下降近50%至第六代无人车的270元。另外，车辆价格也从第五代的48万元大幅削减至第六代的20.46万元。
- 随着萝卜快跑无人车自动运营网络的建设完成，营运成本将降低30%，通过自动驾驶技术和人车舱效率的持续优化，服务成本将降低80%。因此，第六代车的实际运营费用和保险费可能会比图中更低。

图：萝卜快跑第六代无人车成本使盈利成为可能



第六代萝卜快跑无人驾驶车辆相较于之前在成本控制方面有了巨大进步，**相比起第四代车型成本降低约73%**。

- 整车价格的大幅降低主要得益于国内新能源车型产业成熟，价格战日益激烈以及动力电池成本大幅降低等原因。
- 套件成本的降幅则更为明显，这主要得益于技术进步以及产业链的规模效应，例如激光雷达，毫米波雷达，车规级摄像头等等配件成本均降至历史新低。



Robotaxi遇上车路云，FSD入华路径推想

分析萝卜快跑进驻城市的时间线，可以看出明显规律“智能网联政策—>萝卜快跑进驻试点/运营/商业化—>申请车路云一体化试点”。

- 萝卜快跑在各地的运营也为当地政府积累了制定自动驾驶法规和行政管理的经验，相关城市成功入选了2024年7月3日发布的“车路云一体化”应用试点城市名单。
- 车路云一体化顶层设计自上而下推进，Robotaxi将会与车路云政策形成合力，两者在试点城市、运营路段区域高度重合，后续，我们会看到更多的城市落地车路云招标建设，开放自动驾驶试点Robotaxi。
- 萝卜快跑，从拿到自动驾驶示范区道路测试牌照到商业化运营，也给了特斯拉FSD入华提供一种政策路径推想。

图：从萝卜快跑，看申请“车路云一体化”试点时间线



图：智能网联汽车产业发展先行城市

省份	城市	国家级测试示范区 (17个)	车联网先导区 (7个)	智能网联汽车“车路云一体化”应用试点 (20个)
	北京+河北	✓		
	北京	✓		✓
	上海嘉定	✓		
	上海临港	✓		
	上海			✓
	重庆市	✓	✓	✓
	天津市	✓	✓	
内蒙古	鄂尔多斯市			✓
辽宁省	沈阳市			✓
江苏省	南京市			✓
	苏州市			✓
	无锡市	✓	✓	✓
	泰州泰兴	✓		✓
浙江省	杭州-桐乡-德清联合体			✓
	德清		✓	
	嘉兴	✓		
安徽省	合肥市			✓
福建省	福州市			✓
山东省	济南市			✓
吉林省	长春市	✓		✓
陕西省	西安市	✓		
四川省	成都市	✓		✓
湖南省	长沙市	✓	✓	✓
广东省	广州市	✓		✓
	深圳市			✓
湖北省	武汉市	✓		✓
	十堰市			✓
	襄阳市	✓	✓	
广西省	柳州市		✓	
海南省	海口-三亚-琼海联合体			✓
	琼海市	✓		



从萝卜快跑Robotaxi，看特斯拉FSD入华落地路径推想

特斯拉Robotaxi在中国的落地路径预测可参考萝卜快跑

- 萝卜快跑在一个城市的落地大致按照以下顺序进行：“自动驾驶（安全员在驾驶座）—无人驾驶（安全员在副驾驶座）—完全无人驾驶（移除车上安全员）”。每个阶段先进行测试，再提供服务，最终实现商业化运行（收费）。
- 横向对比来看，萝卜快跑北京业务启动最早，项目推进最为稳健；相比之下，武汉业务虽然启动最晚，但进度极快。2022年8月8日，萝卜快跑在武汉运营仅三个月后便成功获得收费许可证，并开始提供完全无人驾驶服务。随着萝卜快跑在已有城市积累经验，且各地政府已有现成案例参考，其在新城市的业务推进速度将会越来越快。
- 作为特斯拉FSD在中国进行道路测试的首站，上海很可能也会成为FSD入华的第一个城市。类比萝卜快跑在北京的业务推进时间线，**特斯拉很可能在上海完成大部分入华的测试后再进行向其他城市泛化扩张。**

图：萝卜快跑在北京、重庆、和武汉的运营时间线

图示	术语	定义	2021		2022												2023			
			11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
	自动驾驶	安全员在驾驶位上，汽车自动驾驶	自动驾驶出行服务商业化试点			北京亦庄无人驾驶服务提供许可证			北京亦庄无人驾驶收费许可证						完全无人驾驶测试许可证					
	无人驾驶	安全员在副驾驶位上，汽车无人驾驶	重庆永川提供自动驾驶出行服务			自动驾驶服务开始按里程收费			无人驾驶测试许可证			开始提供完全无人驾驶服务并获得收费许可证								
	完全无人驾驶	车内取消安全员，监控员远程监控汽车无人驾驶							武汉经开区提供自动驾驶出行服务			开始提供完全无人驾驶服务并获得收费许可证								

目录

C
O
N
T
E
N
T

01

特斯拉的AI时刻

02

AI加速特斯拉Robotaxi

03

萝卜快跑——特斯拉FSD入华路径推想

04

城市NOA重新定义智能汽车

05

风险提示



无图城市NOA重新定义智能汽车

特斯拉率先定义，引领国内新势力布局不依赖高精地图的城市NOA，当前量产方案全面转向无图。

- **特斯拉率先推送高速NOA：**特斯拉于2016年10月率先推出高速NOA（Navigate on Autopilot）功能，定义了高级自动驾驶的进阶方向。2020年末起，蔚来、小鹏、理想相继向客户推送高速NOA。
- **城市NOA重新定义智能汽车：**特斯拉于2020年10月，首次向早期访问程序测试人员发布了其FSD BETA测试版，支持在城市道路使用NOA，标志着汽车智能水平的重新定义。2022年末，小鹏作为国内首家向广州用户推送了城市NGP。2023年3月，理想计划现在起all in自动驾驶，2023年5月，装配华为ADS2.0的问界实现无图城市NOA，2024年2月，小鹏推出无限XNGP。7月，理想2024年智能驾驶夏季发布会，官宣无图NOA即将全量推送。同时，华为乾崮ADS3.0落地在即。

图：特斯拉及国内新势力NOA进程





AI赋能，无图全城城市NOA加速

- 华为ADS 2.0问世后，城市NOA的竞争愈发向着无图化、全城市可用的方向发展。华为的ADS 2.0首次搭载在华为问界M5上，相比与ADS 1.0, ADS 2.0结合道路拓扑推理网络（RCR）和华为的先进算法,实现了不依赖于高精地图的高速、城区高阶智能驾驶功能。华为乾崮ADS3.0落地在即，全新架构，全面升级，GOD/PDP端到端全新架构。
- 理想、比亚迪、华为、小鹏等智驾头部车企将自动驾驶放在优先发展战略地位，我们认为原因如下：
- 智能驾驶的技术路径逐渐收敛，后发力者技术上具备后发优势。特斯拉的智能驾驶技术路线已得到成功验证，我们看到，当前时点，“Transformer+BEV感知大模型”、“Occupancy、Lane算法”、“自动标注”、“超算建设”等成为共识。从中长期看，纯视觉与激光雷达路线之争逐渐走向“折中”方案、“不依赖高精地图”有望降低智能驾驶软硬件BOM成本。

我们认为在未来大模型将继续赋能自动驾驶。

- 端到端算法有望提升规控准确性、大模型蒸馏训练小模型减少计算资源消耗、生成式AI提供高质量训练数据、多模态模型有望优化感知。

图：不同车企高速NOA及城市NOA Roadmap

品牌	高速NOA	城市NOA	24年计划	指定路线NOA功能
小鹏	√	不限城市	/	AI代驾
阿维塔	√	不限城市 (阿维塔12)	/	AI代驾
问界	√	不限城市	/	AI代驾
理想	√	113城	无图城市NOA预计2H全国开放	通勤NOA
蔚来	√	726城	预计Q2向所有NT2.0用户推送NOP+城区领航辅助	
特斯拉	√	国外开通		
零跑	√	×	预计2H推出	
腾势	√	40+	最快年底覆盖全国	
极氪	√	×		
深蓝	×	×		
宝骏	√			记忆行车

图：华为 ADS2.0和小鹏无限XNGP都支持不限城市、无图NOA

时间	NOA	特点
2023.05	华为 ADS2.0	1、配备1个顶置激光雷达、3个毫米波雷达、11颗高清摄像头以及12个超声波雷达，不受恶劣天气和光线影响，全天候感知信号。 2、BEV+GOD网络（General Objective Detection通用障碍物检测），可以识别通用障碍物白名单外的异形物体。 3、有图无图都能开，覆盖超90%城区
2024.04	小鹏无限 XNGP	不限城市、不限路线，有导航的地方就能用



华为ADS2.0：硬件上做减法，功能上做加法

- **硬件上做减法：**减少2个前视摄像头、3个毫米波雷达和2个激光雷达，更加注重视觉融合感知路线。相比于ADS 1.0，ADS 2.0在硬件上做减法，v1.0有4个前视摄像头、6个毫米波雷达和3个激光雷达，但是v2.0仅有2个前视摄像头、3个毫米波雷达和1个激光雷达。毫米波雷达和激光雷达数量分别减少为原来的1/2和1/3，反映了华为 ADS 2.0更加注重视融合感知路线和注重降低成本的意图，这点反映在问界M7上，则是问界新M7的售价24.98万-32.98万，比2022版M7的售价28.98万-37.98万单价降低4-5万。
- **功能上做加法：**GDO2.0、RCR2.0赋能自动驾驶，实现90%城区无图NCA。华为在ADS 2.0中引入了激光融合GDO2.0，大幅度提高了识物率，障碍物识别率高达99.9%。RCR2.0技术的引入则实现了导航地图和现实世界的匹配，不需要高精度地图，城区NCA可覆盖城区90%场景。
- **全场景智能泊车：**可见可泊，解放双手。华为的APA智能泊车辅助，在功能上实现了360° 车位发现。并且，驾驶员只需要点击选择车位，然后点击开始按钮，即可一键泊车，不需要人为干预。
- **AEB生效上限提升，主动安全性能提升：**前向/侧向/后向AEB最大生效上限获得10-48km/h不等的提升，最高刹停速度由90km/h升至120km/h，为用户提供更高的主动安全保护。

表 v2.0在硬件上做减法

	华为ADS1.0	华为ADS2.0
激光雷达	3	1
外部感知摄像头	13	11
前视	4	2
周视	4	4
后视	1	1
环视	4	4
毫米波雷达	6	3
超声波雷达	12	12

图 激光融合的GOD障碍物识别率高达99.9%



图 RCR2.0实现90%城区无图NCA





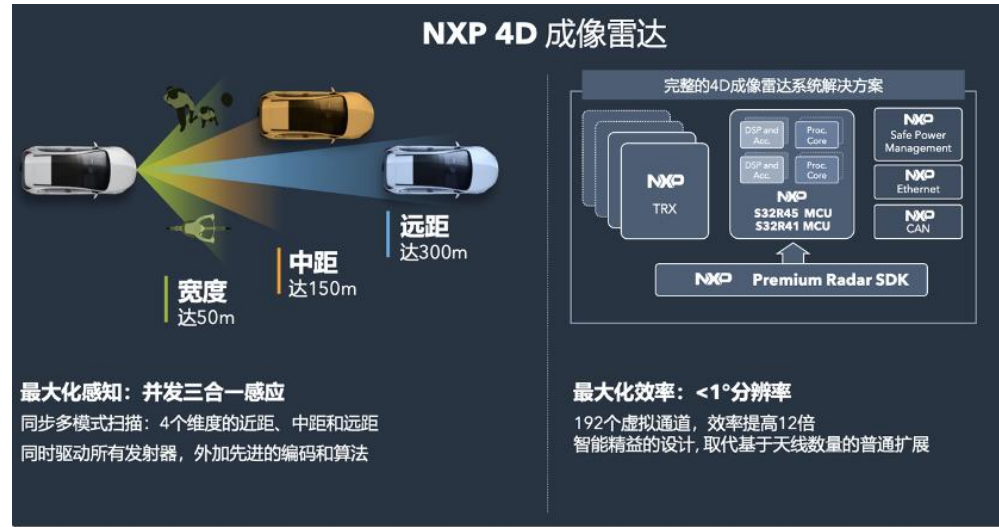
华为乾崮ADS 3.0：全新架构，全面升级

- 华为乾崮ADS 3.0智驾系统在无图智驾、全向防碰撞、全场景泊车等方面均实现升级。ADS 3.0是在ADS 2.0的BEV网络和GOD网络的架构基础上，升级为GOD大网。乾崮ADS 3.0融合了来自多方面的数据信息，包括雷达、激光雷达、摄像头等，能够更准确迅速地识别复杂的路况信息彰显了华为在智能驾驶领域的深厚实力和技术创新，也体现了其对智能汽车行业的深刻洞察和前瞻布局。息并做出最佳反应。同时乾崮ADS 3.0还拥有卓越的深度学习功能，从大量场景中不断学习并进行应用。
- 华为ADS3.0率先在国内使用了高精度4D毫米波雷达。4D毫米波雷达的超远距探测能力相比之前提升了35%，并且时延降低了65%，让华为汽车的智能驾驶性能在行业中处于领先水平。

图 ADS 3.0升级为GOD网络



图 ADS 3.0使用4D毫米波雷达



目录

C
O
N
T
E
N
T

01

特斯拉的AI时刻

02

AI加速特斯拉Robotaxi

03

萝卜快跑——特斯拉FSD入华路径推想

04

城市NOA重新定义智能汽车

05

风险提示



风险提示

风险提示：

1. 特斯拉Robotaxi进展不及预期。
2. 特斯拉FSD入华进展不及预期。
3. 智能汽车渗透率提升不及预期。
4. 国产替代不及预期。
5. 技术路线变更风险。

投资评级说明

1、行业评级

看好：预计未来6个月内，行业整体回报高于沪深300指数5%以上；

中性：预计未来6个月内，行业整体回报介于沪深300指数-5%与5%之间；

看淡：预计未来6个月内，行业整体回报低于沪深300指数5%以下。

2、公司评级

买入：预计未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅在15%以上；

增持：预计未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅介于5%与15%之间；

持有：预计未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅介于-5%与5%之间；

减持：预计未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅介于-5%与-15%之间；

卖出：预计未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅低于-15%以下。

分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

太平洋研究院联系地址

北京市西城区北展北街9号华远企业号D座二单元七层

上海市浦东南路500号国开行大厦10楼D座

深圳市福田区商报东路与莲花路新世界文博中心19层1904号

广州市大道中圣丰广场988号102室



重要声明

太平洋证券股份有限公司具有证券投资咨询业务资格，公司统一社会信用代码为：91530000757165982D。

本报告信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。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。报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或询价。我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。我公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。本报告版权归太平洋证券股份有限公司所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、刊登。任何人使用本报告，视为同意以上声明。