

# 特斯拉：智能化奇点已至 估值体系重塑

## 大国重车之琰究智能汽车系列报告八

华西证券汽车团队：

崔琰 ( SAC NO:S1120519080006 ) cuiyan@hx168.com.cn

2023年07月31日



聚焦汽车四化

把握产业趋势



专注汽车行业投资研究，提出汽车四化（电动化、智能化、网联化、共享化），关注新能源汽车、汽车后市场、智能汽车、车联网等领域，希望通过研究可以为汽车产业与投资贡献力量。

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

**核心观点：**2023年特斯拉FSD拐点显现，看好后续端到端AI大模型应用带来的功能体验提升，推动智能驾驶成为影响消费者购车决策的因素。中短期来看，智能化布局相对领先车企、零部件有望最直接受益，长期来看，潜在商业模式变革（软件付费）有望重塑车企的竞争格局和估值体系。

**特斯拉FSD使用率拐点已现，有望驱动行业开启智能化竞争。**2023年特斯拉FSD加速迭代，智能驾驶拐点已现。特斯拉在智能驾驶领域再次扮演“鲶鱼”，带动自主车企全面开启智能驾驶领域的布局。看好后续随着法律法规的完善以及算法的进一步迭代，推动智能驾驶成为影响消费者购车决策的因素。中期维度，看好智能驾驶将成为整车竞争的核心要素，头部车企有望凭借智能化能力，与特斯拉一起重塑行业格局。

**1) FSD拐点已现，智能驾驶竞争开启。**特斯拉通过构建全闭环、自成长的AI数据体系实现智驾能力全球领先，算法层面，从BEV到占用网络持续引领智能驾驶行业算法迭代。2023年4月起FSD使用率明显提升（截至6月达到约14.4%），智能化拐点显现。

**2) FSD算法复用，人形机器人有望开创全新行业。**特斯拉Optimus人形机器人研发与车载FSD技术存在强协同效应，FSD视觉感知算法可以在机器人上复用；随着Dojo超算落地，AI训练速度有望大幅提升，加速机器人投产。特斯拉汽车供应链有望直接迁移，规模化降本能力强，有望通过平价产品推动机器人行业进入商品化时代。看好国内零部件供应商凭借机器人新机遇打开成长空间。

**3) 法律法规逐步完善，为智驾发展铺平道路。**国内各级政府统筹规划，以深圳为试点，L3法规有望加快落地，从政策层面为智能驾驶提供支持。



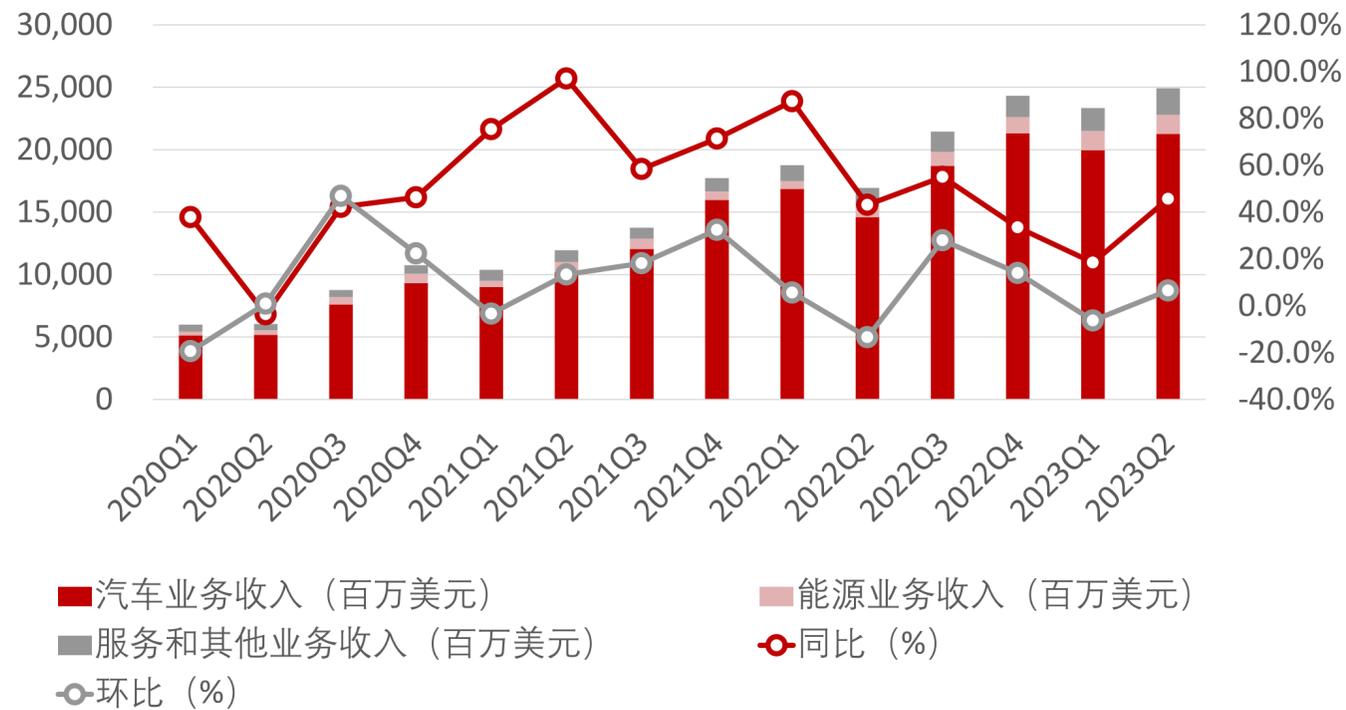
## 目录

---

- **综述：业绩增长强劲 新车型周期即将开启**
- **智能驾驶：特斯拉FSD全球领先 使用率拐点临近**
- **Dojo超算&Optimus机器人：强大算力加速迭代 FSD技术推动机器人落地**
- **法规层面：法规标准逐步健全 进一步支持FSD落地**
- **投资建议**
- **风险提示**

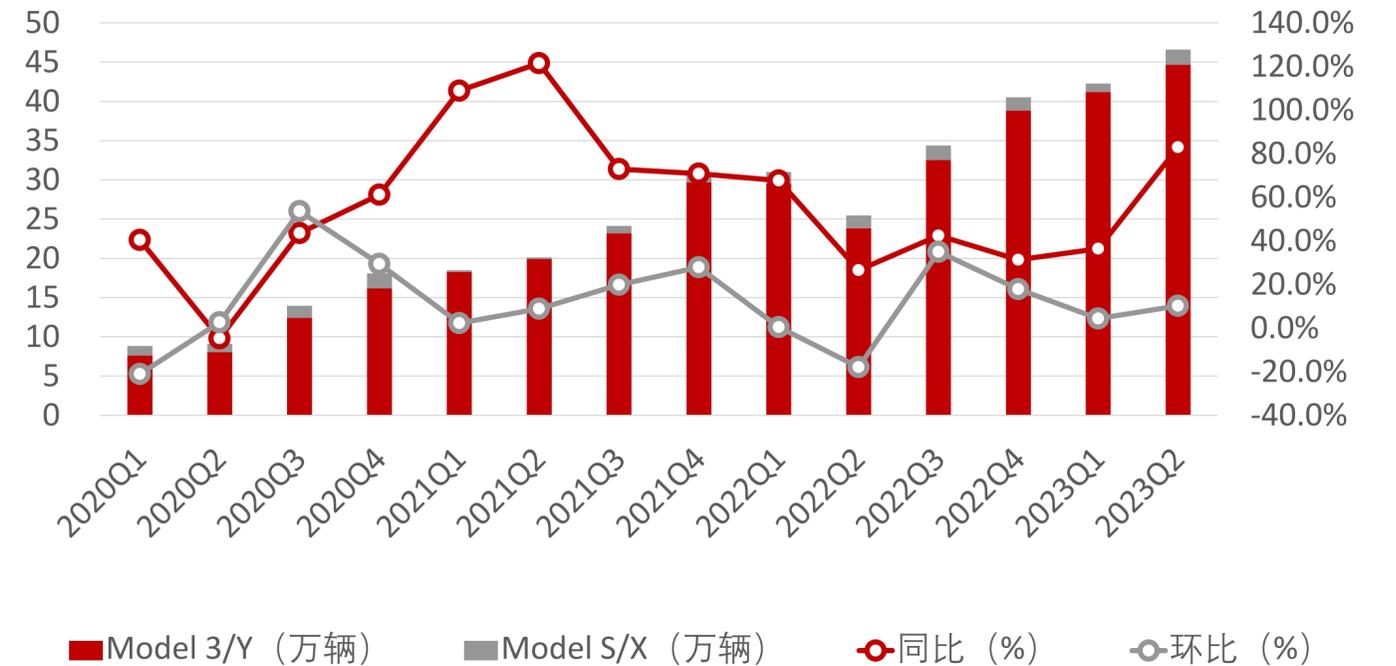
# H 业绩回顾 | 以价换量带动营收向上 Model 3/Y构成销售核心

图：特斯拉营业收入及增速（百万美元，%）



资料来源：特斯拉，华西证券研究所

图：特斯拉分车型销量及增速（万辆，%）



资料来源：特斯拉，华西证券研究所

## Model 3/Y贡献主要销量 以价换量带动营收向上

- **销量**：2023Q2全球交付46.6万辆，同比/环比分别为+83.0%/+10.2%；其中Model 3/Y交付44.7万辆，同比/环比分别为+87.4%/+8.4%。
- **营收**：2023Q2特斯拉汽车收入212.7亿美元，同比/环比分别为+45.7%/+6.5%；2023Q2总收入249.3亿美元，同比/环比分别为47.2%/+6.8%。

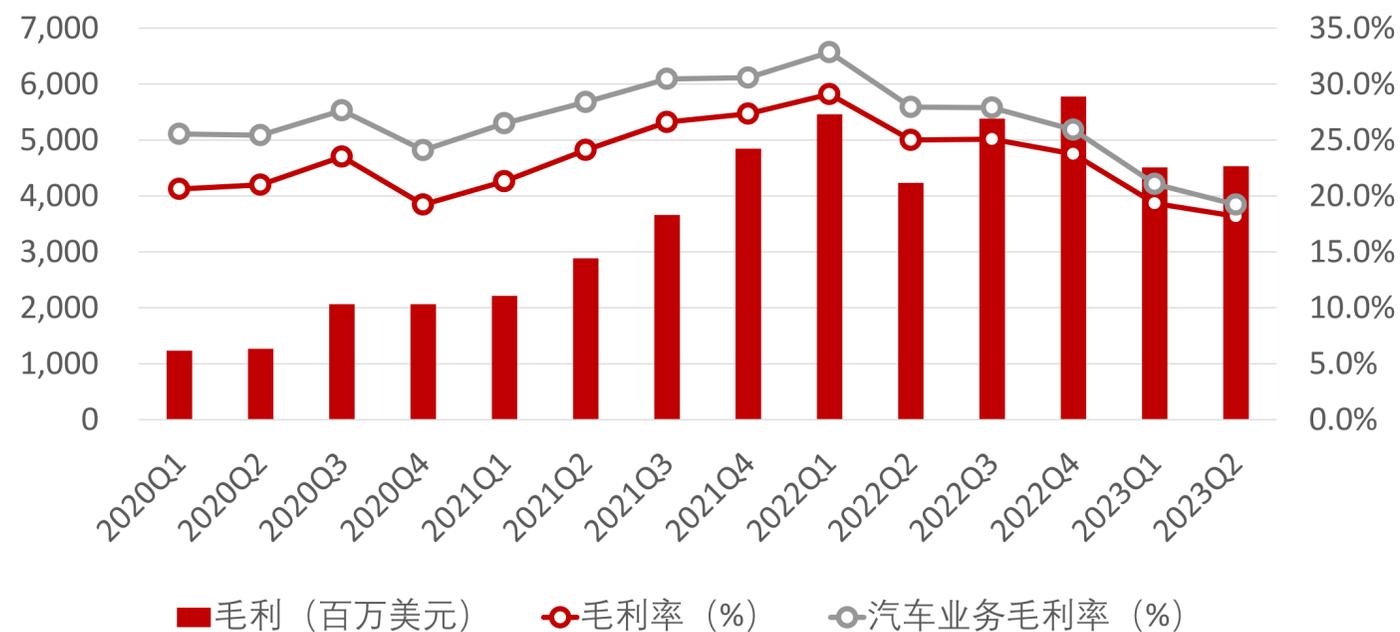
# 业绩回顾 | 价格下调导致毛利率承压 单车净利润相对高位

图：特斯拉单车数据及预期（万美元）

	2020Q1	2020Q2	2020Q3	2020Q4	2021Q1	2021Q2	2021Q3	2021Q4	2022Q1	2022Q2	2022Q3	2022Q4	2023Q1	2023Q2
剔除积分后单车ASP（万美元）	5.40	5.23	5.17	4.93	4.59	4.89	4.88	5.07	5.22	5.60	5.35	5.14	4.60	4.50
单车成本（万美元）	4.32	4.25	3.94	3.91	3.58	3.63	3.47	3.59	3.65	4.13	3.92	3.89	3.73	3.69
单车毛利（万美元）	1.48	1.45	1.51	1.24	1.29	1.44	1.52	1.58	1.79	1.60	1.52	1.36	1.00	0.88
单车研发（万美元）	0.37	0.31	0.26	0.29	0.36	0.29	0.25	0.24	0.28	0.26	0.21	0.20	0.18	0.20
单车SGA（万美元）	0.71	0.73	0.64	0.54	0.57	0.48	0.41	0.48	0.32	0.38	0.28	0.25	0.25	0.26
单车净利润（万美元）	0.02	0.11	0.24	0.15	0.24	0.57	0.67	0.75	1.07	0.89	0.96	0.91	0.59	0.58
单车non-GAAP净利（万美元）	0.26	0.50	0.63	0.50	0.57	0.80	0.87	0.93	1.20	1.03	1.06	1.01	0.69	0.68

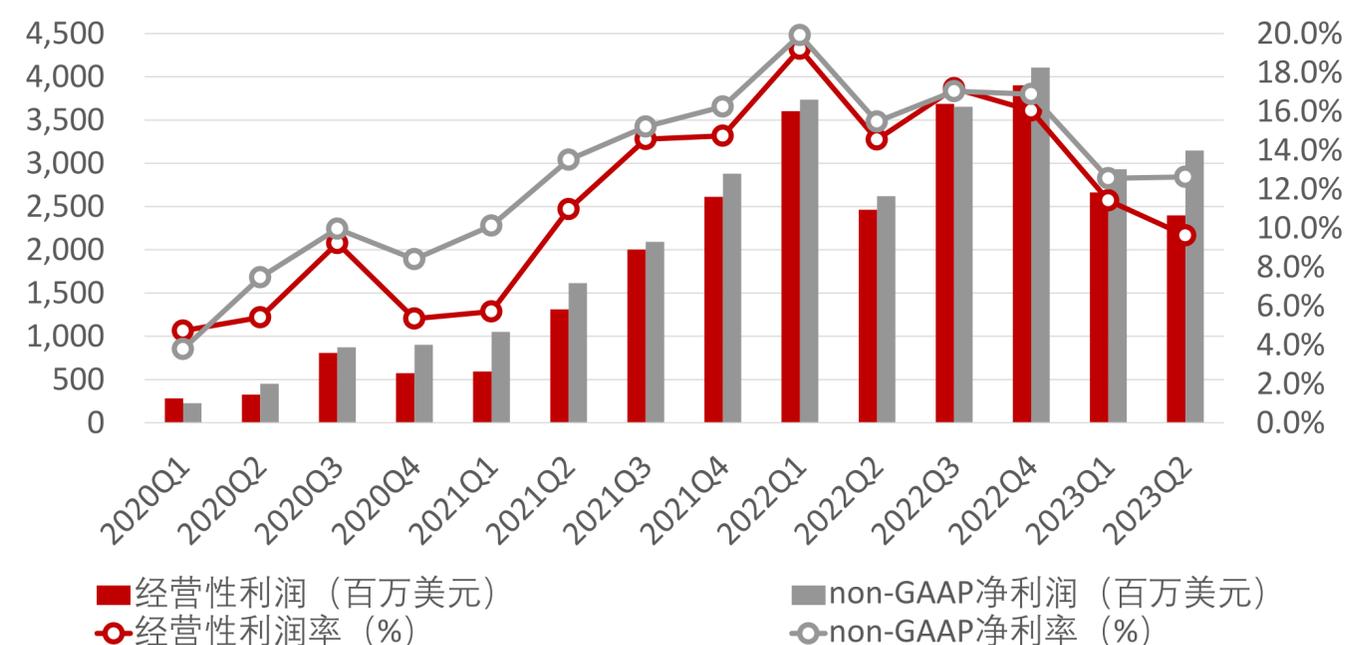
资料来源：特斯拉，华西证券研究所

图：毛利及毛利率（百万美元，%）



资料来源：特斯拉，华西证券研究所

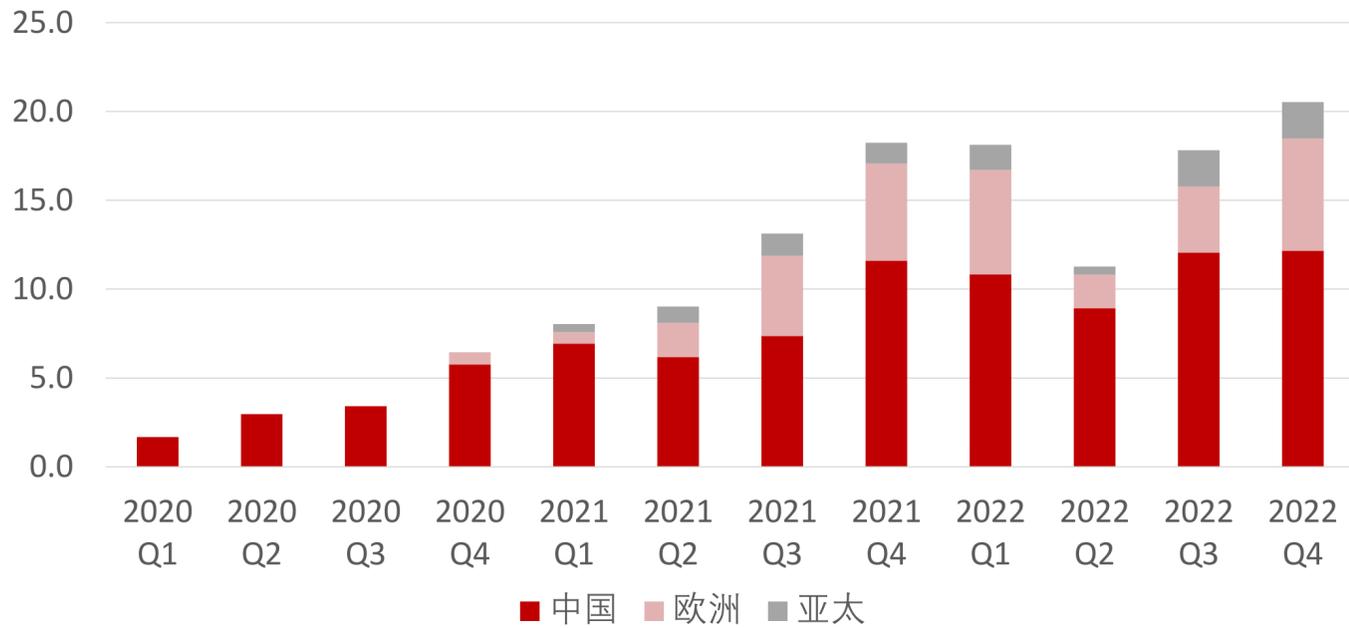
图：经营性利润及non-GAAP净利润（百万美元，%）



资料来源：特斯拉，华西证券研究所

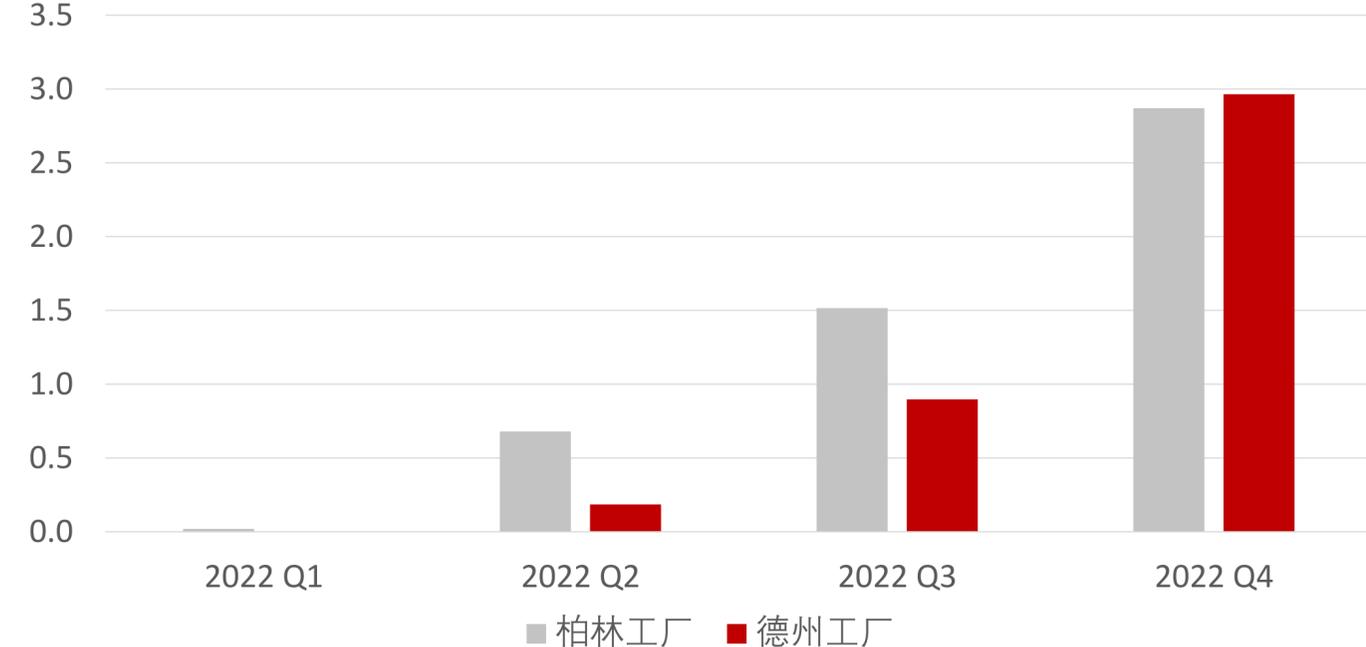
# 特斯拉全球产能 | 上海、加州贡献核心产能 德州、柏林爬产完成

图：上海工厂交付区域构成（万辆）



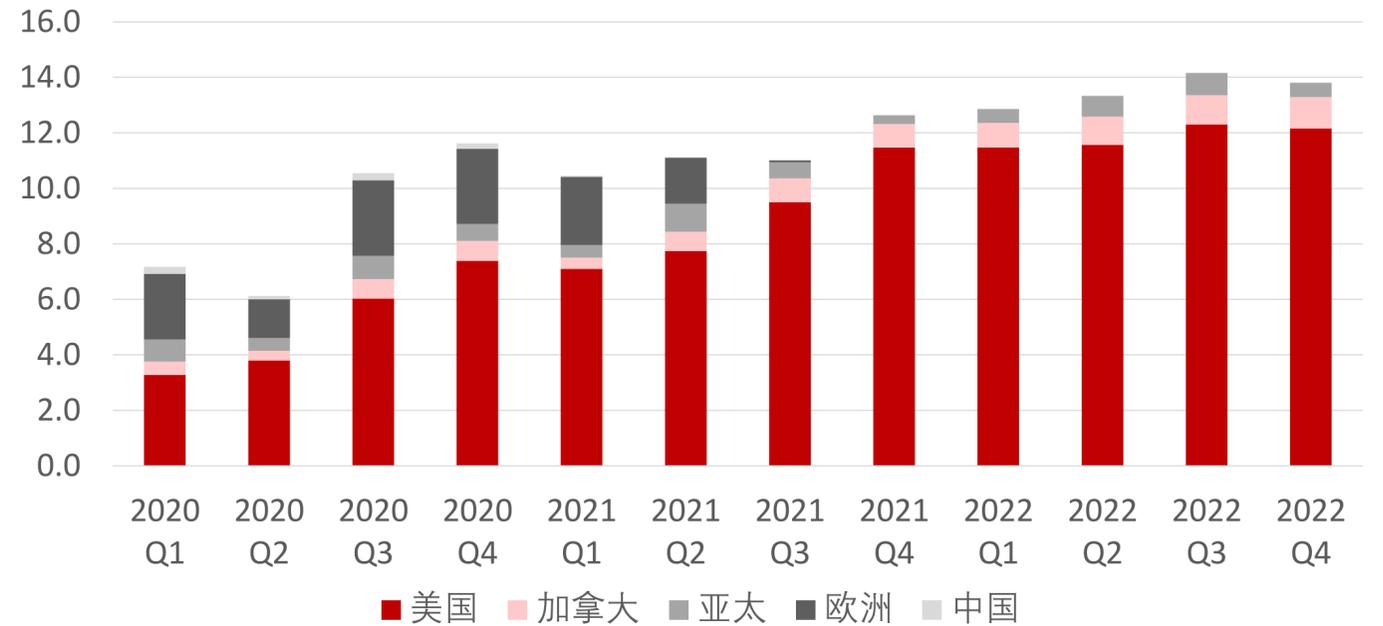
资料来源：Troy Teslike，华西证券研究所

图：德州和柏林工厂交付（万辆）



资料来源：Troy Teslike，华西证券研究所

图：加州工厂交付区域构成（万辆）



资料来源：Troy Teslike，华西证券研究所

- **上海工厂**：承接中国、欧洲、加拿大和亚太需求，生产Model 3/Y，年产能约100万辆。
- **加州工厂**：承接美国需求，Model 3/Y 年产能55万辆，Model S/X年产能10万辆。
- **德州工厂**：承接美国需求，目前生产Model Y，年产能25万辆；2023年底将生产Cybertruck，预计产能约30万辆。
- **柏林工厂**：承接欧洲需求，生产Model Y，年产能35万辆。

# H 未来车型规划 | Model Q/2打入平价市场 Cybertruck拓展车型矩阵

表：Model Q/2车型规划

	车型信息
车型	跨界两厢紧凑型SUV
上市时间	2025年
价格	2.5万美元
版本	基础续航、长续航以及高性能
续航里程	300-500KM
销量目标	马斯克称会超过其他所有车型销量总和，产能达到每年400万辆
竞争车型	大众 ID.3、雷诺5、MG ZS、BYD ATTO 3
软件配置	完整的自动驾驶包、一流的信息娱乐系统
驱动单元	减少25%的碳化硅使用量、完全本地化的控制器、48V锂离子辅助电池
电池	53 kWh LFP电池组（磷酸铁锂）

资料来源：topelectricsuv, carsales, 华西证券研究所

表：Cybertruck车型规划

	车型信息
车型	皮卡
上市时间	2023H2开启交付
销售量	预期2024年达到30万以上
主要特点	首款高性能纯电皮卡
特征	高强度不锈钢材料打造，性能超越燃油皮卡
竞争对手	福特F150，道奇-Ram

资料来源：华尔街见闻，懂车帝，和讯网，华西证券研究所

## Model Q/2进军平价汽车市场 Cybertruck丰富车型矩阵

- **Model Q/2打入平价市场。** 特斯拉预计于2025年上市的Model Q车型将被视为Model Y的缩小版，生产成本上将仅为Model 3/Y车型的一半，售价约为2.5万美元。特斯拉有望凭借这一高性价比车型，打入更低价格段市场，以此满足消费者不同层次的需求。

- **Cybertruck拓展车型矩阵。** Cybertruck采用高强度不锈钢材料打造，因此全车采用楔形设计，从平滑改为锐利平直的线条，以满足材料硬度需求。Cybertruck双电机四驱版百公里加速达到4.5秒，牵引力、承载力、马力与同价位燃油产品相比均具有一定优势。

# H 特斯拉销量预测 | Model Q/2驱动未来增长 2025年贡献核心增量

表：特斯拉各工厂年产量预测（万辆）

	2022年	2023E	2024E	2025E
中国	73	92	100	130
柏林	5	20	40	55
德州	4	20	40	60
加州	55	55	55	55
墨西哥	0	0	0	30
总量	137	187	235	330

资料来源：华西证券研究所测算

图：特斯拉Model Q/2概念图



底稿来源：Top Electric SUV，华西证券研究所

表：特斯拉全球交付量预测（万辆）

	2022年	2023E	2024E	2025E
中国	44	60	65	90
美国	51	70	100	120
欧洲	23	35	40	80
亚太	8	12	15	20
其他	5	5	5	10
总量	131	182	225	320

资料来源：华西证券研究所测算

## Model Q/2驱动未来增长

- **Model Q/2价格有望下探至2.5万美元。** 特斯拉2022Q3业绩会上马斯克正式公布了Model Q/2。Model Q成本仅为当前Model 3/Y的一半。基于Model Q/2的成本，公司预计未来起售价格约为2.5万美元。
- **公司预期未来Model Q年销量超过Model 3/Y之和。** 马斯克表示，预计Model Q未来销量将超过特斯拉目前车型之和。

# H 特斯拉墨西哥工厂 | 特斯拉中期产能扩张的核心

表：特斯拉墨西哥工厂建设情况

建厂详细情况	
地址	墨西哥新莱昂州蒙特雷郊外
投资额	预计总投资100亿美元
占地面积	2.5万亩，约为上海工厂占地面积的20倍，是特斯拉目前最大的生产基地
初期规划产能	100万辆
建设状态	规划中
建设时间	12-15个月
计划投产车型	售价2.5万美元左右的Model Q/2 以及其他车型
未来规划	据36氪报道，特斯拉鼓励中国供应商前往墨西哥蒙特雷建立工厂，以此能够与特斯拉墨西哥工厂形成配套，特斯拉计划在墨西哥复刻上海工厂的本地化供应链生产。通过墨西哥工厂的产能支持，以此更好地完成Model Q等车型的生产，以及远期的规划目标。

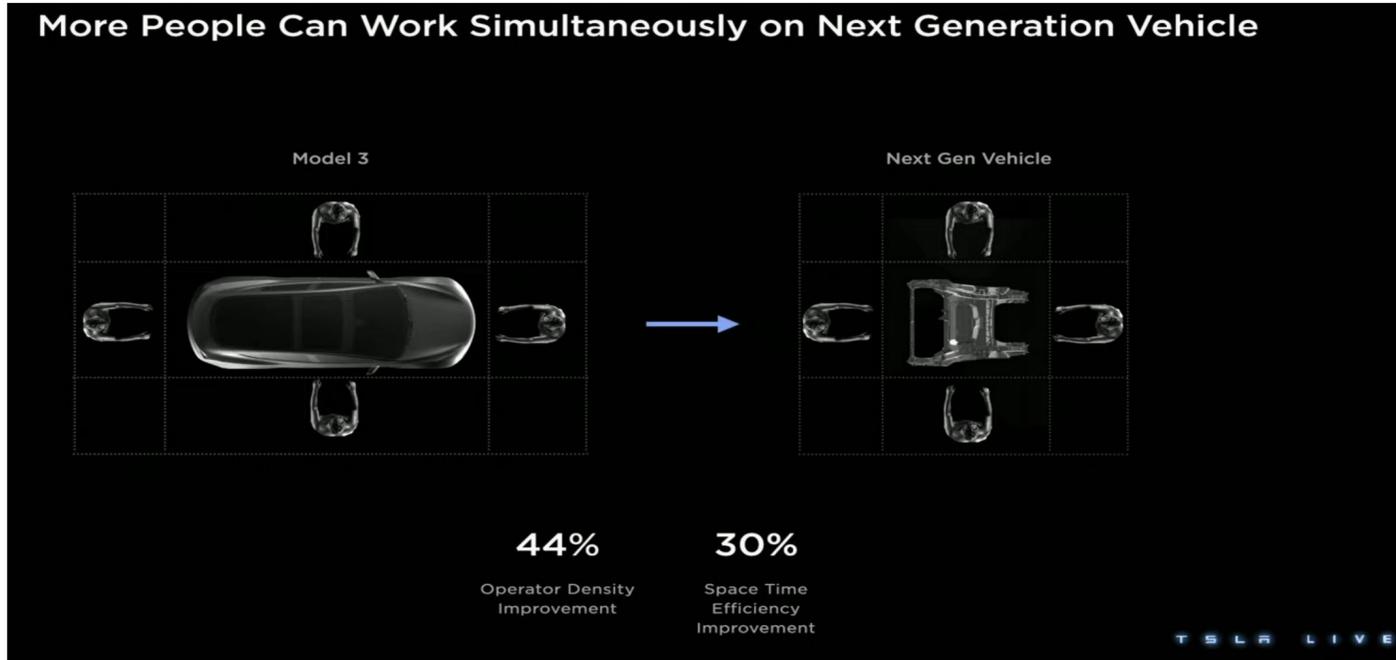
资料来源：licarco、新浪、eet-china、NACLA、华西证券研究所

## 在墨西哥建厂实现中期产能扩张

- **在墨西哥建厂可辐射美洲市场。**在南美新能源市场渗透率较低，而墨西哥汽车工业发达且工人等综合成本低，因此在墨西哥建厂将有利于出口南美市场。同时墨西哥能享受北美贸易自由协定和IRA优惠，在墨西哥建厂不仅可以辐射本地和南美市场，原材料、供应链、成品都可以和美国、加拿大紧密地流通。
- **动员中国供应商协同构建本地化供应链。**特斯拉与多家中国供应商达成合作于墨西哥本地建厂，我们预计将带动下游零组件一起到墨西哥就近供货，复刻上海工厂的本地化供应链模式；同时利用墨西哥的地理优势和美国-墨西哥-加拿大协定的政策便利。

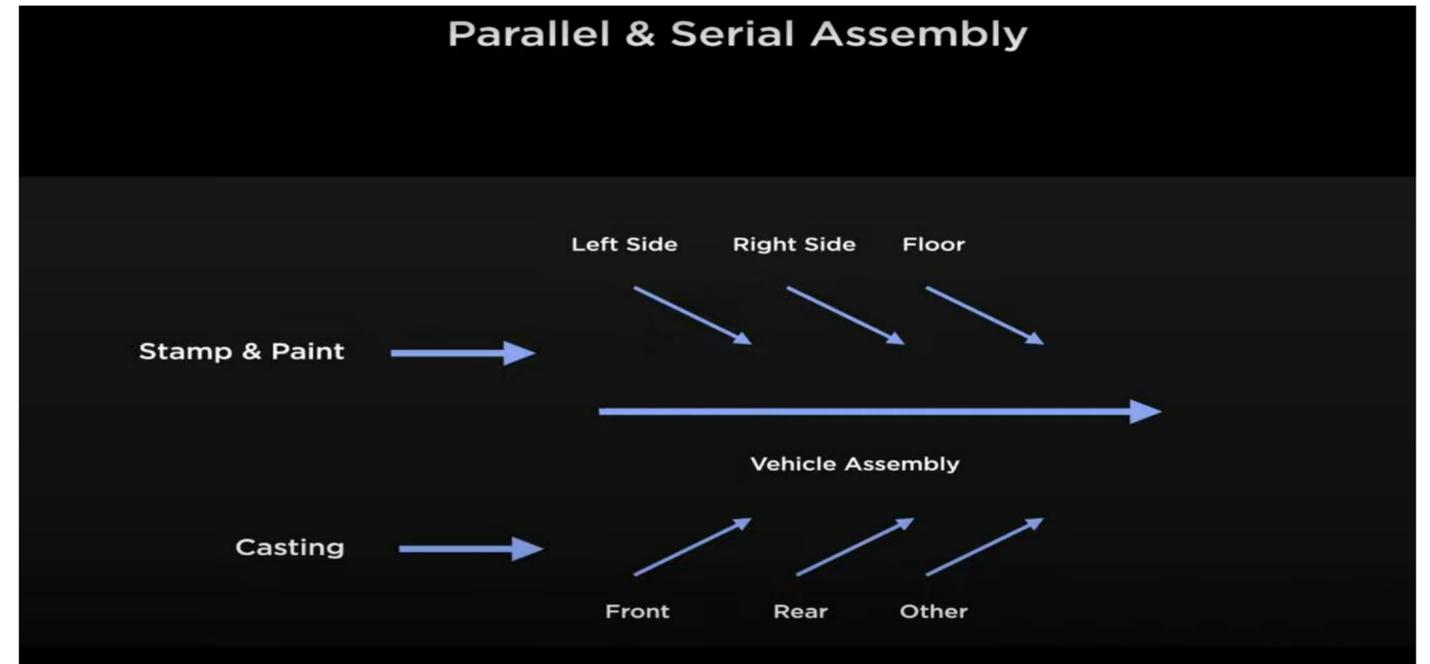
# H 特斯拉技术优化 | 全新生产模式 改变汽车工业百年流程

图：特斯拉下一代车型平台的生产方式



资料来源：特斯拉，华西证券研究所

图：特斯拉全新产线模式



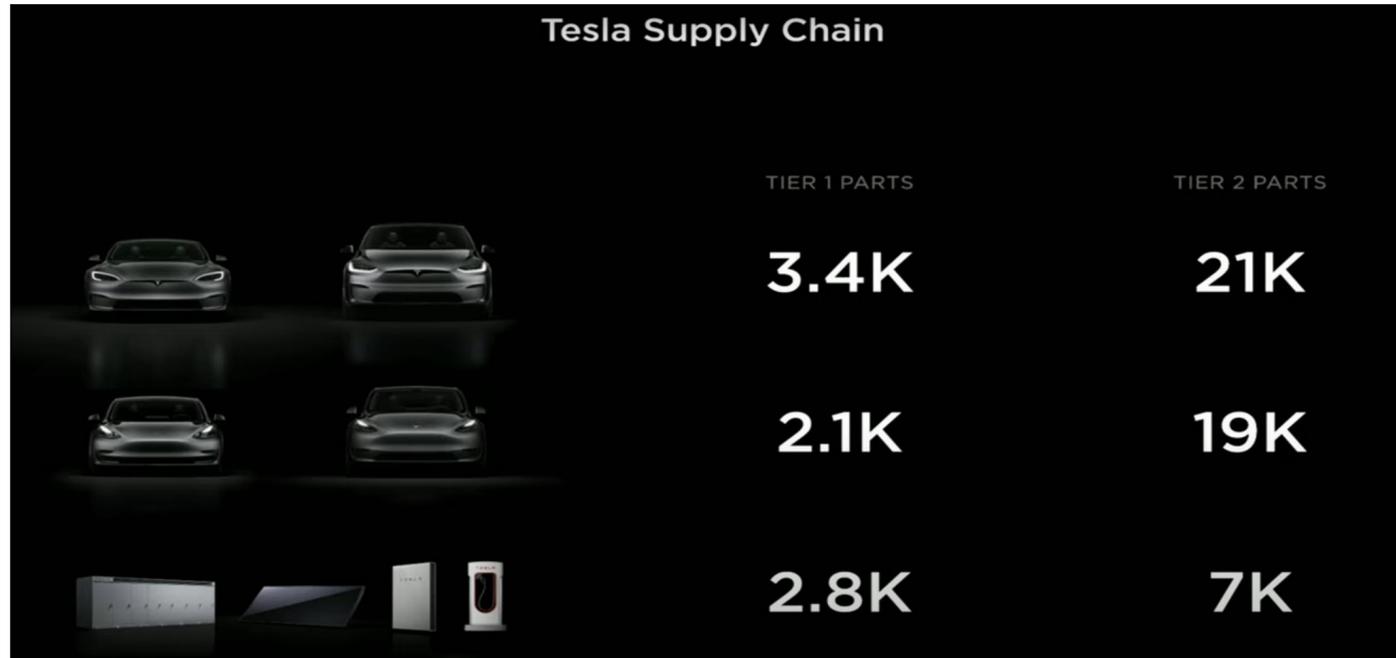
资料来源：特斯拉，华西证券研究所

## 采用线性组装流程 变革生产模式

- **启用分部生产一次拼装的模块化生产方式。**对于下一代车型平台的生产方式，特斯拉着重提出了对生产效率的极致追求。公司表示，下一代车型平台产线将提高44%的操作人员密度和30%的空间效率，以达到50%的生产成本缩减；在装配方面，下一代车型平台产线将采用底板一体化压铸，分部喷漆的并行模式，目标达到每45秒生产一辆汽车的极致制造效率和规模效应。

# H 特斯拉管理优化 | 简化供应链管理 优化成本

图：特斯拉供应链体系



资料来源：特斯拉，华西证券研究所

图：特斯拉供应链物流



资料来源：特斯拉，华西证券研究所

## 本地化生产运营 降低供应链管理成本

- **追求本地化生产，降低物流及供应链管理成本。** 汽车制造涉及零部件繁杂、任意零件的缺失都将导致生产端的停滞，带来成本负担。特斯拉的供应链管理追求扁平化，以降低管理难度，优化效率。在供应链物流层面，特斯拉的通过工厂布局，尽量缩短零部件生产地和零部件使用地的距离，以达到降低复杂度的效果。因此，我们认为，特斯拉墨西哥工厂将会首选本地具有产能的供应商。



## 目录

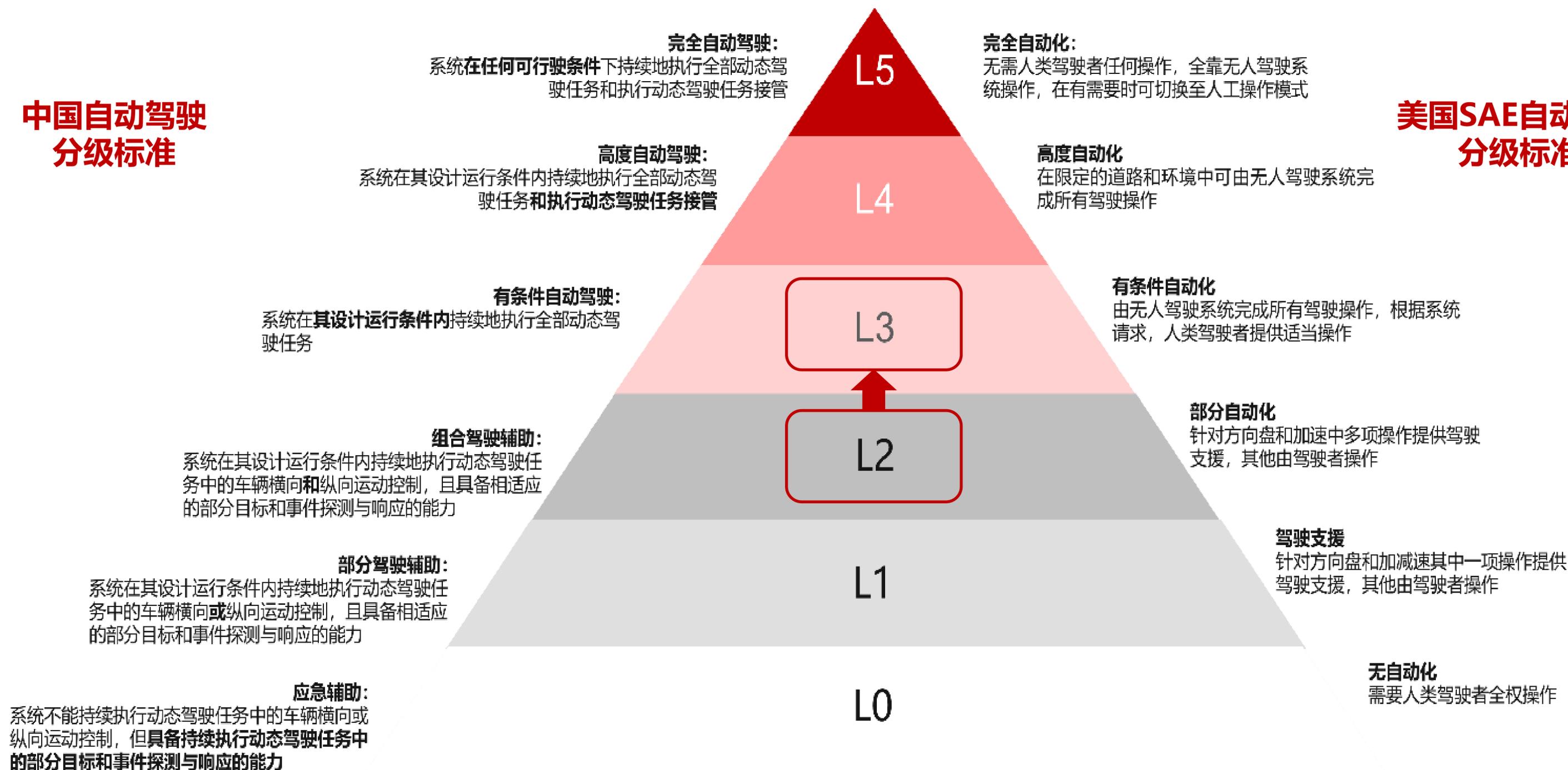
---

- 综述：业绩增长强劲 新车型周期即将开启
- **智能驾驶：特斯拉FSD全球领先 使用率拐点临近**
- Dojo超算&Optimus机器人：强大算力加速迭代 FSD技术推动机器人落地
- 法规层面：法规标准逐步健全 进一步支持FSD落地
- 投资建议
- 风险提示

# 智能驾驶 | 智能汽车核心要素 乘用车场景由L2逐步向L3（功能层面）迈进

## 中国自动驾驶分级标准

## 美国SAE自动驾驶分级标准



**目前阶段：乘用车场景由L2逐步向L3（功能层面）迈进；商用特定场景L4加速落地**

资料来源：工信部、SAE官网、英伟达、华西证券研究所

# 智能驾驶对比 | 特斯拉绝对优势 自主方面新势力相对领先

表：主要车企智能驾驶能力对比

已落地能力 能力即将补足 未来计划开发相应能力（官方披露）

车企	落地车型	量产时间	后续车型规划	智能驾驶：软硬件												智能驾驶：数据积累							
				摄像头	毫米波	超声波	激光雷达	高精定位	高精地图	智驾芯片	计算平台	平台算力	感知算法	规控算法	线控制动	线控转向	里程数据	22年传统车销量(万辆)	22年新能车销量(万辆)	合作伙伴			
新势力	特斯拉	Model Y	2020	Cybertruck (2023)	8	1	12					FSD	FSD	144					40+亿英里 AP		131.4		
	蔚来	ET7	22Q1		11	5	12	1	2			英伟达		1016	Mobileye 转自研				2亿公里 NIO Pilot		12.3		
	小鹏	G9	22Q4	G6	13	5	12	2	1	收购智途科技		英伟达	德赛西威 IPU04	254/508					1.4亿公里		12.1		
	理想	L9	22Q3	Mega (2023)	12	5	12	1				英伟达	德赛西威 IPU04	508	Mobileye 转自研	合作易航智能					13.3		
民营企业	长城	机甲龙	2022		13	5	12	4	1			华为(高通)	双MDC610	400	毫末智行	毫末智行	2023量产		400万公里 ADAS	94.2	12.2	毫末智行	
	吉利	极氪001	21Q4		15	1	12				亿咖通	Mobileye		48						110.3	32.9	Waymo 元戎启行	
	比亚迪	汉EV	2020	高端品牌 (2023)	5	5	12					(英伟达)					弗迪科技				186.4		Momenta/百度/华为
国有企业	长安	阿维塔11	22Q3		13	6	12	3				华为	MDC	400						208.0	27.1	华为	
	广汽	Aion LX Plus	22Q1	华为AH8 (23Q4)	12	6	12	3	2			华为	MDC 610	200						212.4	31.0	华为 文远知行	
	上汽	智己 L7	22Q1		12	5	12	2 (预留)	2	中海庭		英伟达		30-60/500-1000			联创汽车电子			423.0	107.3	Momenta	
科技巨头	华为	问界M5智驾版		问界M9	13	3	12	1			北京华为										7.5		

资料来源：各公司官网、盖世汽车等，华西证券研究所 注：传感器配置对应落地车型；如有偏差，以公司官方披露信息为准

# 智驾方案对比 | 纯视觉方案覆盖范围广、对算法要求强

表：智能驾驶方案对比

	特斯拉纯视觉方案	多传感器融合方案方案
成本	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 单目摄像头：160-600元</li> <li>• 三目摄像头：小于1000元</li> <li>• 特斯拉8颗摄像头+自动驾驶芯片总成本：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 小于10000元</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 单目摄像头：160-600元</li> <li>• 三目摄像头：小于1000元</li> <li>• 毫米波雷达：50美金</li> <li>• 半固态激光雷达：1000-1500美金</li> <li>• 高精地图费用：700-800元/车/年</li> </ul>
覆盖范围	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 由于该方案可以在行驶过程中不断完善地图，<b>覆盖范围广</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中国道路（含高速和城市）有近1030万公里</li> <li>• 以百度为例，公司截至2020年以L3级自动驾驶要求为标准，已采集30万公里。其距离<b>覆盖大部分道路仍有一定距离。</b></li> </ul>
精准度（中国市场环境）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 纯视觉方案依赖大量<b>高质量、差异性数据</b>来进化。受国家数据安全要求，特斯拉只能从美国传递模型参数，<b>而不能传递数据本身</b>，这极大影响训练进度。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在高精地图覆盖率为80%的高速道路中，小鹏NGP在变道超车成功率（<b>94.4%</b>），进出匝道成功率（<b>92.7%</b>），隧道通行成功率（94.5%）均优于特斯拉（<b>81.3%，32.1%，41.8%</b>）</li> </ul>
更新速度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 该系统可以在汽车行驶的过程中构建和更新高精地图，更新速度快</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高精度地图须精确地告知重要信息例如车道线，岔路，出口等，其误差精度应做到10-20cm。在城市场景中，道路变更、维修，红绿灯状态等信息的更新速度快，车企需要天级更新的高精地图去提升产品体验。由于目前更新仍依赖人工采集导致其更新速度慢。</li> </ul>
整体优势	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 摄像头获取的视频数据<b>接近人类驾驶的形态</b></li> <li>• 高分辨率高帧率的成像技术使<b>感知环境信息更丰富</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 监测距离更长，精度更高，响应速度更灵敏，并且环境光不受影响</li> </ul>
整体劣势	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 摄像头依赖环境光照，容易受到恶劣环境影响，且无法直观判断景深                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 需要非常强大的算法和算力作支撑</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 极端天气时发出的光束会受到影响，从而影响三维地图的构造，导致依赖其他传感器的共同协助                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 激光雷达后期维修费用高</li> <li>• 高精地图更新速度慢</li> </ul> </li> </ul>

资料来源：公开资料整理，华西证券研究所

图：特斯拉智能驾驶发展历程

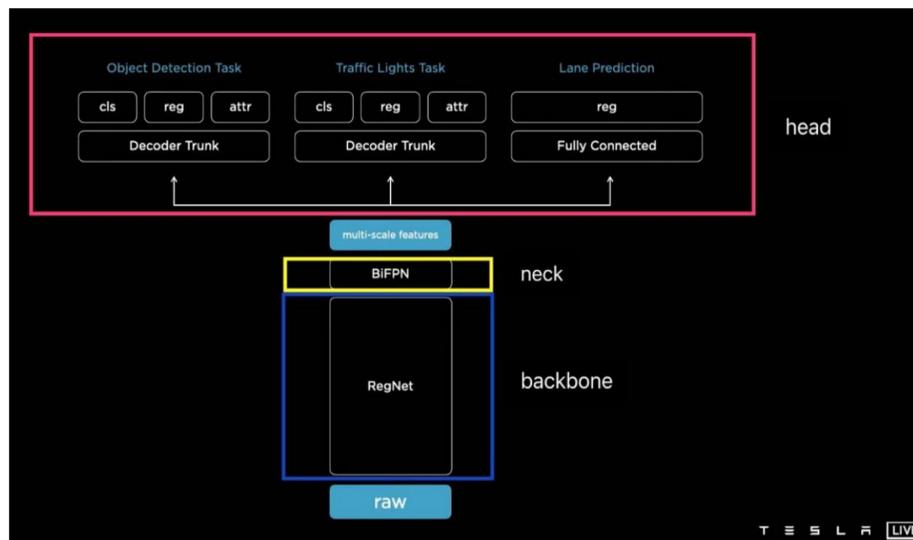


资料来源：42号车库，知乎，华西证券研究所

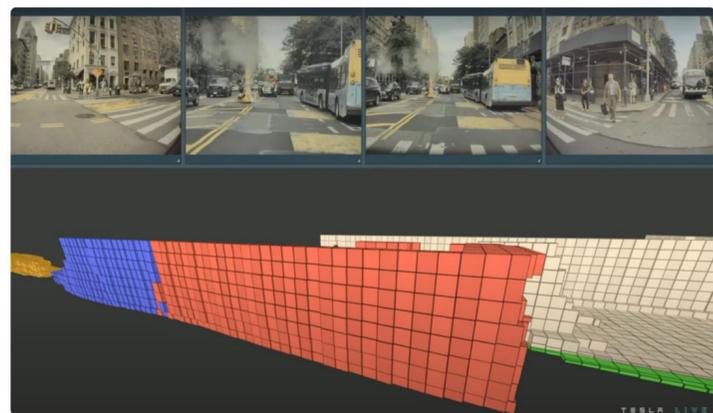
## 软硬件全栈技术能力出众 智驾能力持续提高

- **软硬件全栈技术能力，智驾能力全球领先。** 2013年起，特斯拉即开始构建自身智能驾驶能力，历经十余年发展，逐步构建从硬件（Mobileye到英伟达再到自研）到软件（从AP到FSD）的全栈技术能力，智能驾驶能力全球领先；
- **FSD Beta用户数量持续增加。** 2020年10月，FSD实现首次对外推送测试；2021年7月，特斯拉向约2,000名美国用户推送FSD Beta V9版本；2022年9月，特斯拉FSD Beta版本的测试用户扩大到16万，11月24日，FSD Beta向全部约40万用户开放使用权，用户数量保持持续增加。

# FSD | 特斯拉领先原因在于业已构建全闭环、自成长的AI数据体系



全球领先的智能驾驶技术人才，从鸟瞰图BEV ( Bird's eye view ) 到占用网络 ( Occupancy Networks )。



▲对正在启动的两节公交车的occupancy估计，蓝色表示运动的体素，红色表示静止的体素

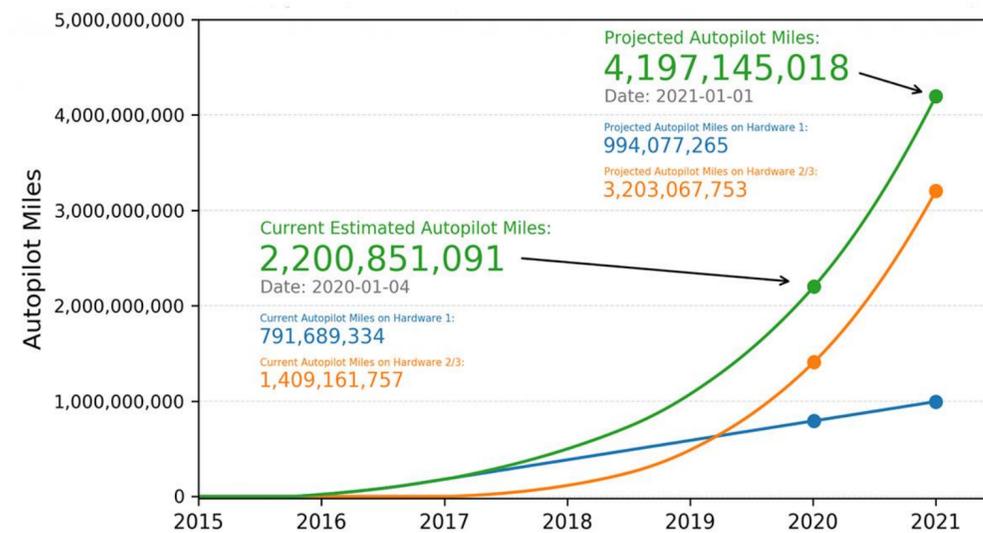
算法

数据

全栈自研

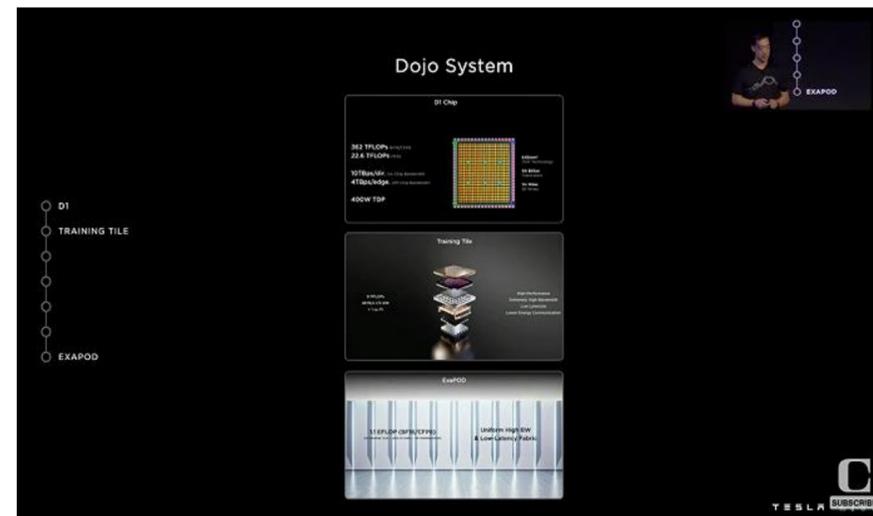
( 循环加速 )

训练



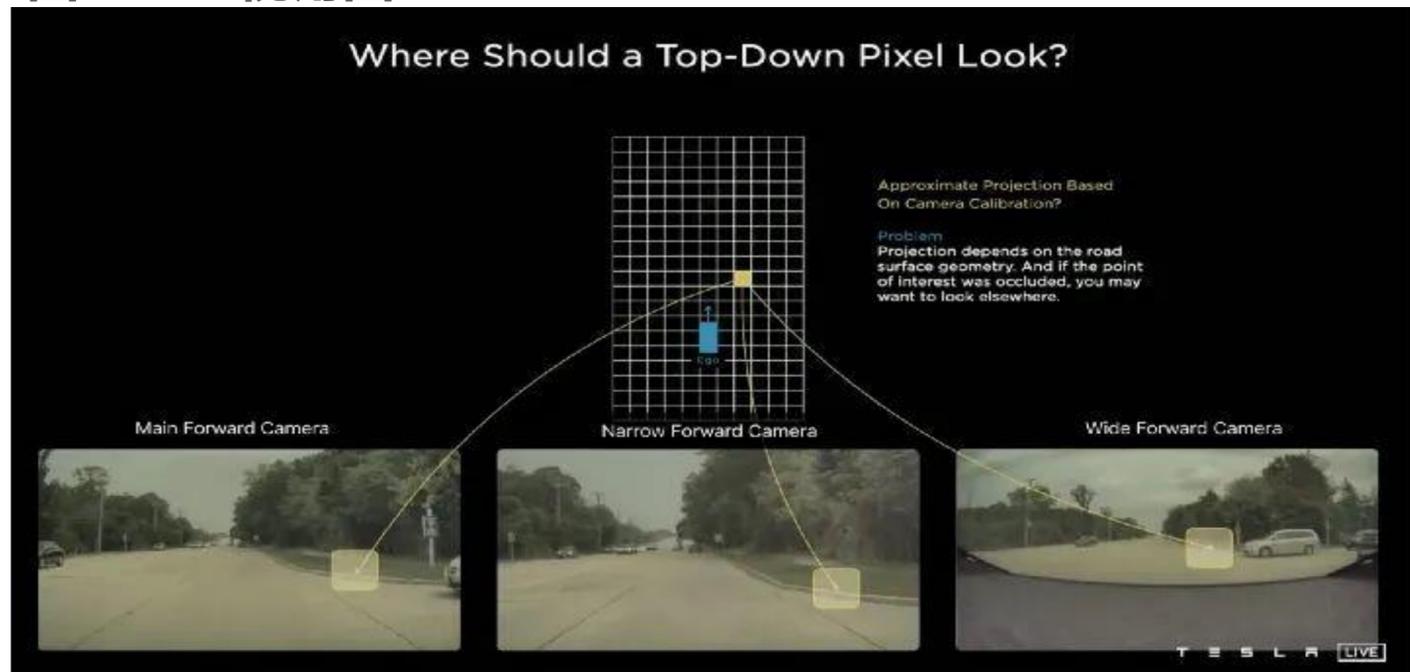
影子模式，庞大的数据积累，进一步解决长尾问题。截至2021年末，特斯拉累计交付搭载AP硬件车辆229万辆；累计积累40+亿英里行驶数据。

自研Dojo超级计算机。拥有120个训练单元、3,000颗D1芯片、超过100万个训练节点的特斯拉机柜模型 ExaPOD，其BF16/CFP8算力高达1.1EFLOPS。



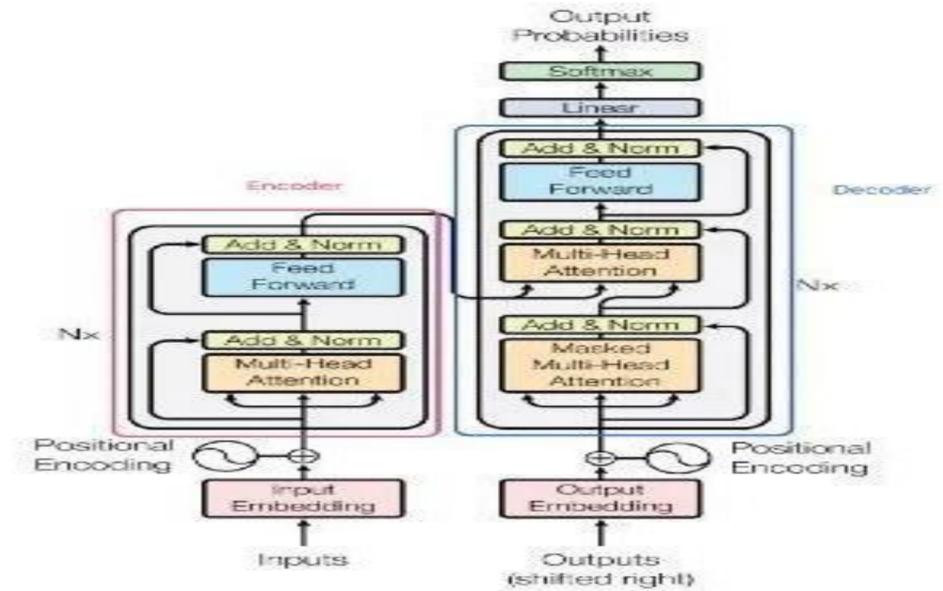
资料来源：新浪、搜狐，华西证券研究所

图：BEV视角图



资料来源：Tesla AI Day，华西证券研究所

图：Transformer基础架构

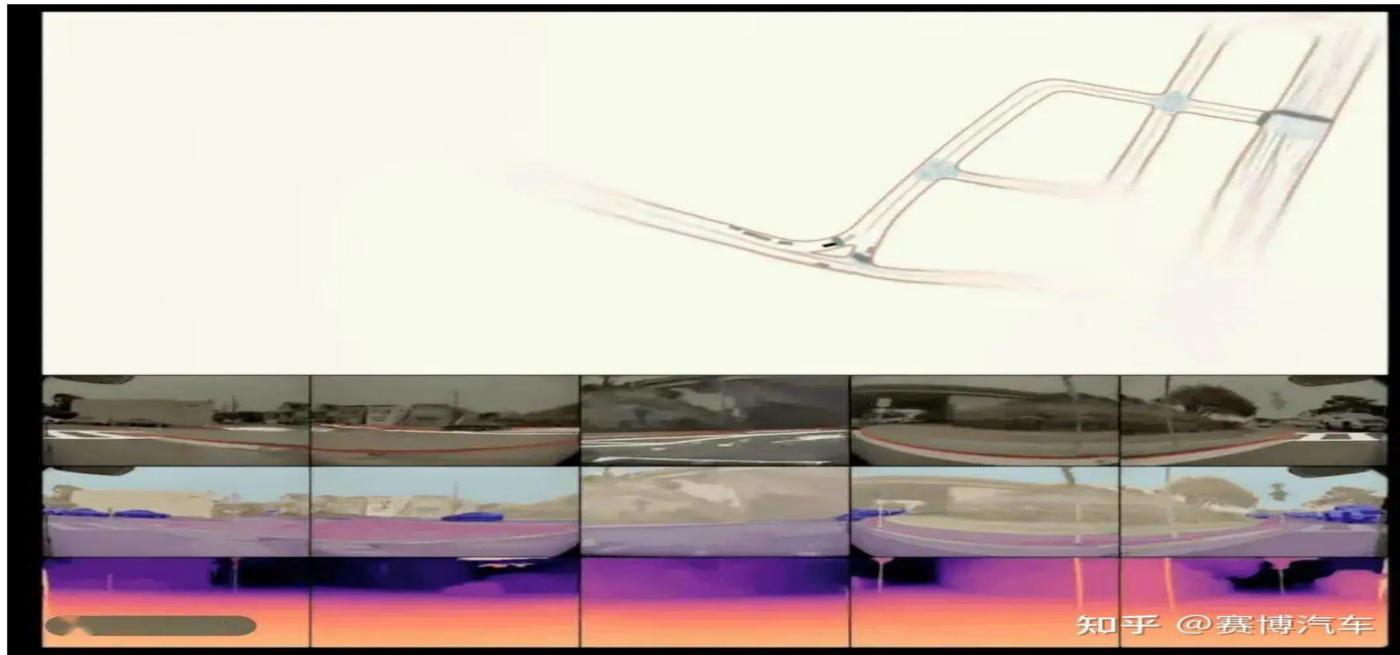


资料来源：Tesla AI Day，华西证券研究所

## BEV+Transformer将2D图像视角转换成3D感知

- **BEV是自动驾驶跨摄像头和多模态融合背景下的一种视角表达形式。**它的核心思想是将传统自动驾驶2D图像视角（Image View）加测距的感知方式，转换为在鸟瞰图视角下的3D感知。从实现任务来说，BEV的核心是将2D图像作为输入，最终输出一个3D的框架，在这个过程中，如何将不同传感器的特征实现最优表达是难点。
- **Transformer是一种基于注意力机制（Attention）的神经网络模型。**由Google在2017年提出，与传统神经网络RNN和CNN不同，Transformer不会按照串行顺序来处理数据，而是通过注意力机制，去挖掘序列中不同元素的联系及相关性，这种机制背后，使得Transformer可以适应不同长度和不同结构的输入。

图：BEV+Transformer效果图



资料来源：赛博汽车，华西证券研究所

图：BEV+Transformer效果图

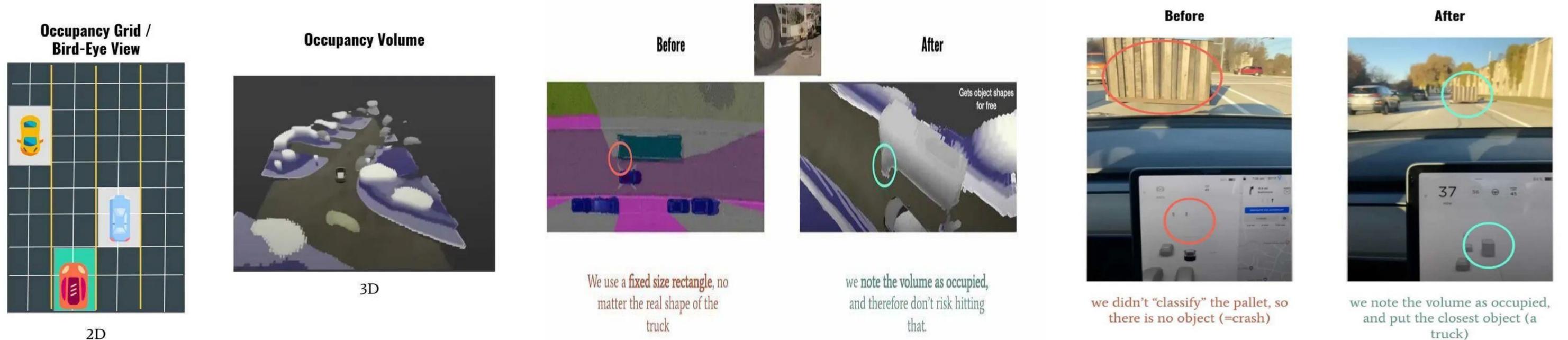


资料来源：赛博汽车，华西证券研究所

## 提高识别精度 加强规划控制 强化感知效果

- **BEV视角缓解图像视角下的尺度和遮挡问题。**由于视觉的透视效应，物理世界物体在2D图像中很容易受到其他物体遮挡，2D感知只能感知可见的目标，而在BEV空间内，算法可以基于先验知识，对被遮挡的区域进行预测。
- **将不同视角在BEV下进行统一表达，能极大方便后续规划和控制任务。**主流规划和控制算法经过融合之后都会转换到以自车为中心坐标系中（VCS），对VCS来说，最适合的是BEV视角，也就是BEV感知结果输出的空间是规划和控制任务的标准输入。
- **BEV通过前融合带来提升，强化感知效果。**采用BEV感知系统中，摄像头、毫米波雷达感知均在BEV空间中进行，融合过程提前。BEV还可以引入过去时间片段中的数据，实现时序融合，最终使感知效果更加稳定、准确。

图：FSD采用Occupancy Network 前后变化



资料来源：Tesla AI Day 2022，华西证券研究所

## 通过占用网络进行算法优化 显著提高自动驾驶效率

- **特斯拉FSD通过占用网络，将感知层从2D结构提升至3D结构。** 占用网络可更好的将3D几何信息与语义信息融合，场景中遮挡、静止物体和动态物体均用方块表示，增加整体视野域，提升路径规划效率，提升自动驾驶效率。占用网络的核心逻辑是得到空间是否被占用的信息，不需要进行目标识别，而且具有多视角的特点，可以进行动态和静态的预测。
- **此网络对之前算法进行了三点优化：**（1）对BEV的优化：完成了2D到3D的转化。（2）固定尺度的矩形框：固定尺度的识别矩形会导致如下问题：a.悬空的物体如果被框住，会导致其下方变成不可通行区域；b.突出的物体如果没有被框住，会导致碰撞。Occupancy Networks 将空间分为非常小的立方体，判断每个立方体是否被占用。这样可以生成较为精确的空间占用情况。（3）解决目标检测的长尾问题：目标检测会存在某些物体不存在于训练集中。占用网络不必要进行目标识别，避免此类问题。

表：HW1.0-HW3.0硬件对比

	Hardware1.0	Hardware2.0	Hardware2.5	Hardware3.0
时间	2014年10月-2016年10月	2016年10月-2017年8月	2017年8月-2019年4月	2019年4月至今
介绍	自动驾驶仪硬件1.0在S/X型车上安装。该硬件仅用一个前置摄像头，用来跟踪车辆速度以适应巡航控制，使用12个声纳传感器检测附近障碍物、寻找泊车和监视道路改变	自动驾驶2.0从1个摄像头升级为8个。这8个摄像头配置覆盖了车的各个角度，以提供更多车辆周边数据信息	自动驾驶硬件2.5增量升级，雷达供应商由博世变为Continental，使雷达的性能有了小幅提升。计算机芯片保持不变，增加了一个Nvidia Parker SoC作为冗余	自动驾驶硬件3.0拥有自动驾驶功能所需的全部必要组件。该车传感器的配置保留了2.0和2.5的配置，唯一的变化是芯片变化
具体配置	<ul style="list-style-type: none"> <li>摄像头：1个前置摄像头</li> <li>传感器：Bosch雷达 ( 525ft range), 12个声纳传感器 ( 16ft range)</li> <li>芯片：Mobileye EyeQ3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>摄像头：3个前置摄像头，2个侧视摄像头，2个侧后方摄像头，1个后视摄像头</li> <li>传感器：Bosch雷达 ( 525ft range), 12个声纳传感器 ( 26ft range)</li> <li>芯片：1个Nvidia Parker System-on-Chip，1个Nvidia Pascal GPU，1个Infineon TriCore CPU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>摄像头：8个覆盖全角度摄像头</li> <li>传感器：Continental雷达 ( 558ft range), 12个声纳传感器 ( 26ft range)</li> <li>芯片：2个Nvidia Parker System-on-Chip，各自包含1个Nvidia Pascal GPU，1个Infineon TriCore CPU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>摄像头：8个覆盖全角度摄像头</li> <li>传感器：Continental雷达 ( 558ft range), 12个声纳传感器 ( 26ft range)</li> <li>芯片：2个特斯拉FSD芯片</li> </ul>

资料来源：TESLADRIVER.NET，AUTOPILOT REVIEW，华西证券研究所

- **硬件持续迭代。** HW1.0中的芯片和核心技术来自Mobileye，HW2.0版本基于英伟达Drive PX2芯片，并大幅提升了传感器的数量，前置摄像头、前后侧摄像头数目均有增加，算力也实现大幅提升，特斯拉HW2.5版本，相对HW2.0获得了80%左右的运算性能提升，提高了系统的可靠性和冗余性。

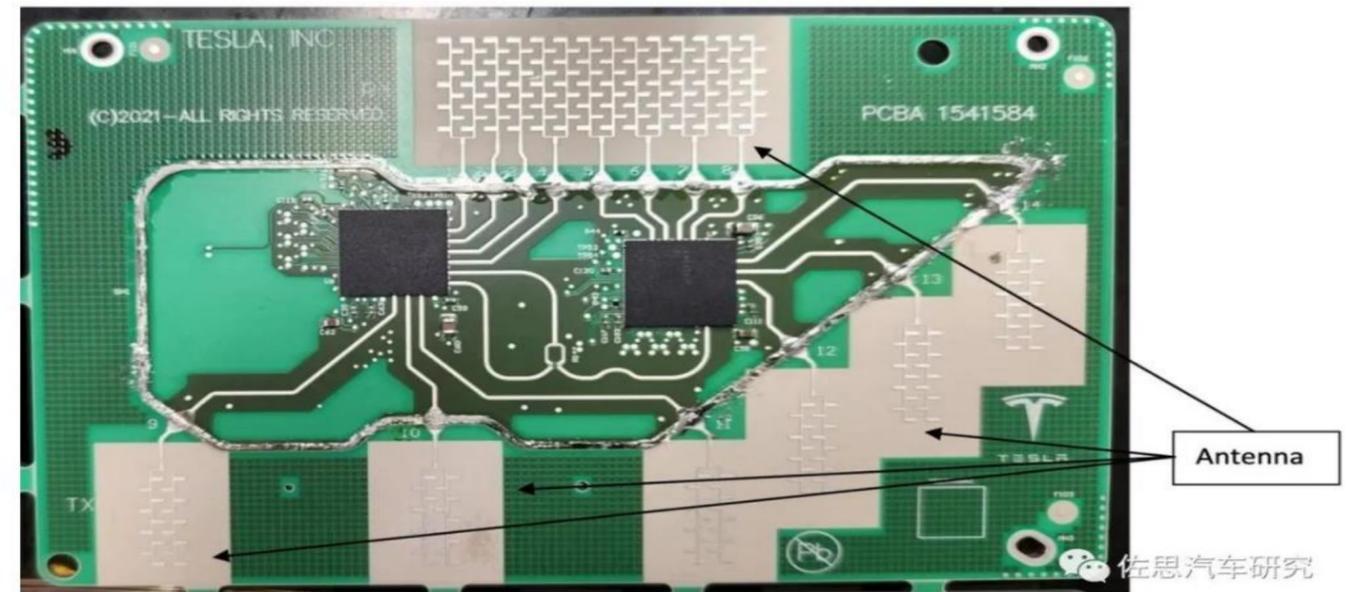
# FSD硬件 | HW4.0 : 返聘毫米波雷达 摄像头分辨率提升

图：特斯拉向FCC递交的毫米波雷达设计图



资料来源：FCC，佐思汽研，华西证券研究所

图：特斯拉毫米波雷达PCB板



图片来源：FCC

资料来源：FCC，佐思汽研，华西证券研究所

## 采用4D毫米波雷达 提升摄像头分辨率

- **或返聘毫米波雷达**：特斯拉在2022年6月就向FCC申报了毫米波雷达，今年3月greentheonly爆出特斯拉HW4.0的详细资料，HW4.0包括1个高分辨率（4D）毫米波雷达、11个摄像头模组、1个计算盒子，合计BOM成本大约1,500-2,100美元；
- **摄像头分辨率提升，三目变为双目**：特斯拉FSD（HW3.0）配备安森美AR0136AT的图像传感器，像素为123万像素，HW4.0摄像头变为7个，35度FOV摄像头取消，50°FOV摄像头从安森美的AR0136AT改为索尼的IMX490，像素增加到543万，其余6个摄像头升级为200万像素。

# FSD硬件 | HW1.0到HW4.0：硬件持续迭代 全栈自研赋能

表：特斯拉自动驾驶计算平台

硬件版本	SOP时间	处理平台/主芯片	冗余控制	算力 (Tops)	功耗 (W)	图像处理能力
HW1.0	2014.10	Mobileye EyeQ3	无	0.256	25	36
HW2.0	2016.10	Nvidia Drive PX2	部分	20	250	110
HW2.5	2017.08	Nvidia Drive PX2+	完全	20	300	110
HW3.0	2019.04	Tesla FSD	完全	144 (双芯片)	220	2,300
HW4.0	2023 (E)	Tesla FSD	完全	预计性能将是 HW3.0三倍左右		

资料来源：特斯拉，汽车之家，华西证券研究所

表：HW3.0与HW4.0对比

HW3 (和 FSD 计算机 1)	HW4 (和 FSD 计算机 2)
基于三星 Exynos-IP	基于三星 Exynos-IP
12 个中央处理器核心	20 个中央处理器核心
中央处理器频率：2.2 GHz	中央处理器频率：2.35 GHz
2 个神经网络 (NN) 处理器	3 个神经网络 (NN) 处理器
NN 处理器频率：2.0 Ghz	NN 处理器频率：2.2 Ghz
14纳米制程	估计台积电的7nm或N4 (4nm级)
36 TOPS	50 TOPS
8个1.2MP摄像头	12 个 5MP 摄像头 (待定)
使用的雷达是大陆公司的ARS410，射程160米。2021 年停产	或为Arbe Phoenix雷达单元，射程300米，具有更好的精度

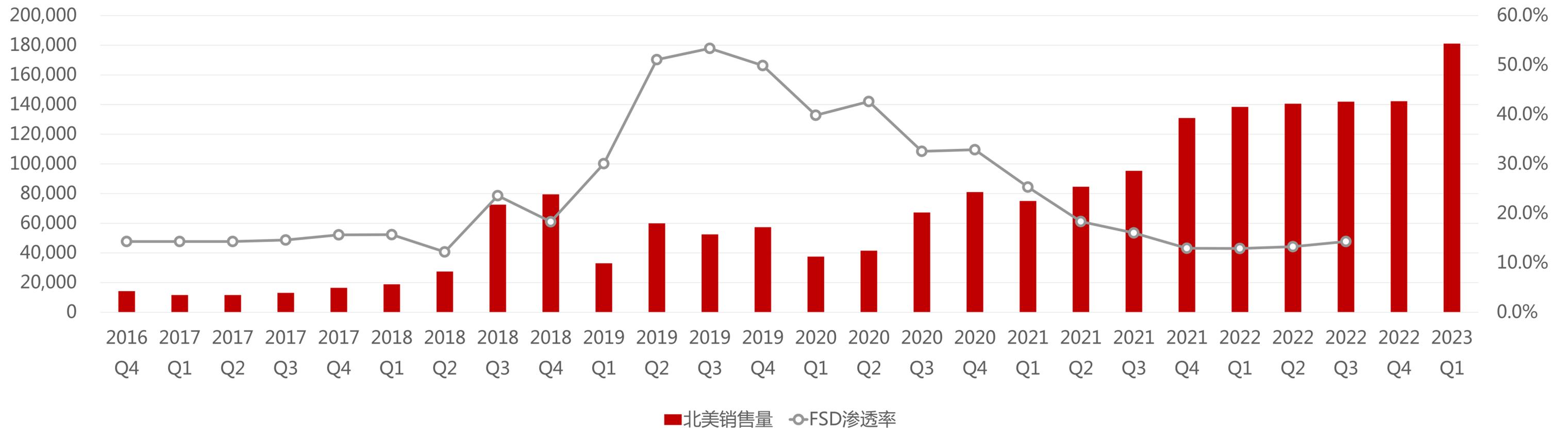
资料来源：特斯拉，华西证券研究所

## 硬件持续迭代 性能不断提高

- **HW3.0比HW2.5的算力提高了21倍。** HW3.0版本首次搭载特斯拉自研的FSD芯片，两颗独立的FSD芯片能够防止因功能区损坏影响运算，提高自动驾驶的安全性，总算力高达144TOPS，每秒可处理图片2,300张，比HW2.5的算力提高了21倍。
- **HW4.0完成硬件升级。** Hardware 4 具有更快的 FSD 计算机和升级的传感器，包括更高性能的摄像头和更精确的新雷达。配备 FSD Computer 2 的全新全自动驾驶计算机预计将比 Hardware 3 快约 2-4 倍。同时Hardware 4 具有更高的功耗，并且具有完全不同的外形，因此无法对之前的车辆进行改装。

# FSD渗透率 | 北美渗透率显著高于其他区域 综合约25%渗透

图：特斯拉北美销售量与FSD渗透率预测（辆，%）



资料来源：.Troy Teslike，华西证券研究所

## 北美地区为FSD主要渗透区域

- **价格提升&低价位车占比提高使得渗透率下降。** Troy Teslike数据显示，22Q3特斯拉FSD全球渗透率约7.4%，较19Q4高峰时期35.7%下降较为明显，原因包括FSD的价格提升、以及Model3/Model Y等低价位车型的销量占比提升等多重因素。
- **北美渗透率远高于其他地区。** 分区域看，特斯拉FSD在北美渗透率显著高于亚洲与欧洲地区，22Q3单季渗透率为14.3%，历史综合渗透率约25%，后续随FSD功能升级及使用体验感提升，预计将呈现上升趋势。

# FSD价格变化 | 价格持续上升 前期功能提升有限

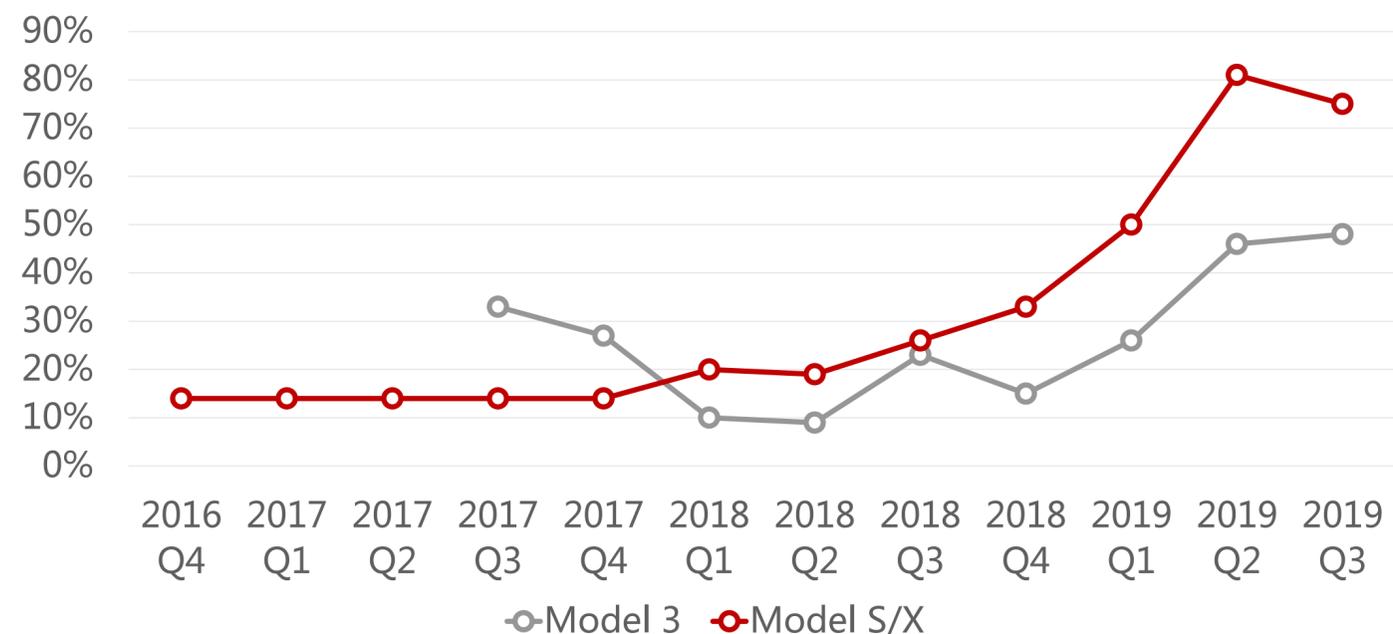
表：特斯拉自动驾驶服务功能演进及价格变化

从	到	基础辅助驾驶 ( Auto Pilot )	增强辅助驾驶 ( EAP )	FSD
2016年10月19日	2019年2月27日	<ul style="list-style-type: none"> <li>未推出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自适应巡航控制系统+自动转向</li> <li>自动辅助导航驾驶+自动辅助变道                             <ul style="list-style-type: none"> <li>自动泊车+智能召唤</li> <li>价格：\$5,000</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>无任何实际功能</li> <li>价格：额外\$3,000</li> </ul>
2019年2月28日	2019年4月10日	<ul style="list-style-type: none"> <li>自适应巡航控制系统                             <ul style="list-style-type: none"> <li>自动转向</li> <li>价格\$3,000</li> </ul> </li> </ul>	取消该选项	<ul style="list-style-type: none"> <li>EAP+FSD未来功能</li> <li>价格：\$5,000交付前，\$7,000交付后</li> </ul>
2019年4月11日	2019年8月15日	<ul style="list-style-type: none"> <li>自适应巡航控制系统                             <ul style="list-style-type: none"> <li>自动转向</li> </ul> </li> <li>4月11日以后变为标配</li> </ul>	取消该选项	<ul style="list-style-type: none"> <li>EAP+FSD未来功能</li> <li>价格：\$6,000交付前，\$7,000交付后</li> </ul>
2019年8月16日	2020年6月30日	<ul style="list-style-type: none"> <li>自适应巡航控制系统                             <ul style="list-style-type: none"> <li>自动转向</li> </ul> </li> </ul>	取消该选项	<ul style="list-style-type: none"> <li>EAP+FSD未来功能</li> <li>价格：\$7,000交付前后不变</li> </ul>
2020年7月1日	2020年10月21日	<ul style="list-style-type: none"> <li>自适应巡航控制系统                             <ul style="list-style-type: none"> <li>自动转向</li> </ul> </li> </ul>	取消该选项	<ul style="list-style-type: none"> <li>EAP+FSD未来功能</li> <li>价格：\$8,000 ( FSD Beta小范围推出 )</li> <li>信号灯和停车标志识别</li> </ul>
2020年10月22日	2022年1月16日	<ul style="list-style-type: none"> <li>自适应巡航控制系统                             <ul style="list-style-type: none"> <li>自动转向</li> </ul> </li> </ul>	取消该选项	<ul style="list-style-type: none"> <li>EAP+未来城市辅助驾驶</li> <li>信号灯和停车标志识别</li> <li>价格：\$10,000</li> </ul>
2022年1月17日	2022年6月19日	<ul style="list-style-type: none"> <li>自适应巡航控制系统                             <ul style="list-style-type: none"> <li>自动转向</li> </ul> </li> </ul>	取消该选项	<ul style="list-style-type: none"> <li>EAP+未来城市辅助驾驶</li> <li>信号灯和停车标志识别</li> <li>价格：\$12,000</li> </ul>
2022年6月20日	2022年9月5日	<ul style="list-style-type: none"> <li>自适应巡航控制系统                             <ul style="list-style-type: none"> <li>自动转向</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EAP重新推出</li> <li>价格：\$6,000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EAP+未来城市辅助驾驶</li> <li>信号灯和停车标志识别</li> <li>价格：\$12,000</li> </ul>
2022年9月6日	至今	<ul style="list-style-type: none"> <li>自适应巡航控制系统                             <ul style="list-style-type: none"> <li>自动转向</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EAP：价格：\$6,000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EAP+未来城市辅助驾驶</li> <li>信号灯和停车标志识别</li> <li>价格：\$15,000</li> </ul>
2021年7月18日	至今			<ul style="list-style-type: none"> <li>推出199美元包月</li> </ul>

资料来源：特斯拉，华西证券研究所

# FSD渗透率 | 前期居高：功能增加+价格降低

图：特斯拉北美市场FSD当季渗透率（%）



资料来源：基于Tory Teslike抽样调研结果。华西证券研究所

图：FSD优惠政策

订单时间	FSD价格	较调价前价格差
在2019年2月28日以后订单	正式交付前购买：\$5,000 正式交付后购买：\$7,000	交付前：降低\$3,000 交付后：降低\$1,000
截止2019年2月28日已下单但未交付	如果客户在2月28日前订车且只选择了EAP功能，但并未选择FSD，该部分客户免费升级为FSD	降低\$3,000
截止2019年2月28日已交付的订单	2.28日前已提车且购买了EAP：可花费\$2,000升级为FSD 2.28日前已提车但并未购买EAP：可花费\$3,000升级为FSD（需购买\$2,000的AP）	已购买EAP用户：降低\$3,000 未购买EAP用户：降低\$3,000

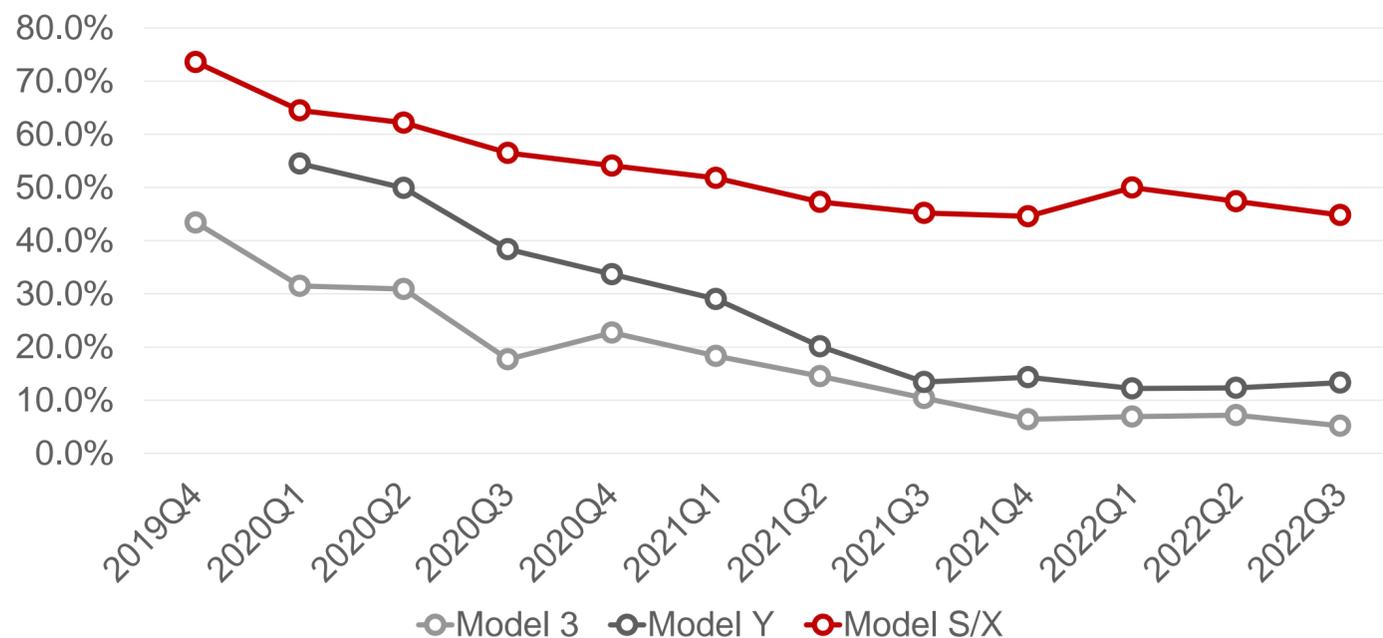
资料来源：特斯拉官网，华西证券研究所

## 功能升级以及价格优惠加速FSD渗透

- **前期价格优惠促进销量提升**：特斯拉在2019Q1，取消EAP并FSD将定价为\$5,000美元，并同时推出价值\$3,000美元的基础辅助驾驶包。较调整前，FSD价格下调\$3,000美元，造成已购车用户的不满。为了弥补用户，特斯拉为此推出较大优惠力度的活动，刺激FSD的渗透率大幅提升。由此可见，辅助驾驶潜在用户普遍对价格敏感度较高。
- **FSD功能暂未落地**：在2019Q1之前，特斯拉的FSD模式里并未包含任何实际功能，用户购买的只是为特斯拉对未来FSD高阶辅助功能的承诺。在2019Q1后，特斯拉将EAP的功能移至FSD选项中，为FSD带来实际的价值。

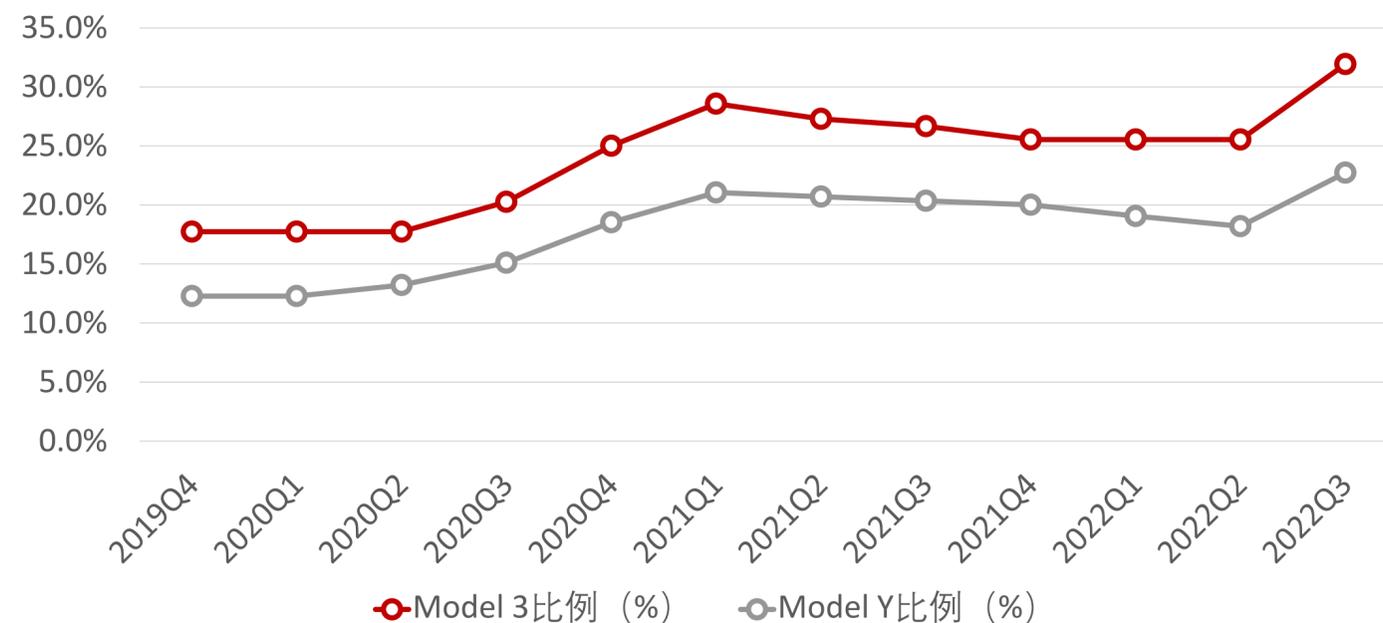
# FSD渗透率 | 后期下滑：功能迭代缓慢+价格高涨

图：特斯拉北美市场FSD当季渗透率（%）



资料来源：基于Tory Teslike抽样调研结果。华西证券研究所

图：FSD价格占整车价格比例（%）



资料来源：基于公开资料测算。华西证券研究所

## 功能迭代缓慢以及价格高涨导致FSD渗透率下滑

- **功能迭代慢**：价格的上升并没有伴随着功能的推出。这一阶段时间内的价格调整仅仅推出信号灯和停车标记的识别，而消费者所期待的且使用范围最广的城市辅助驾驶功能仍处在测试阶段。由此看出，功能的多少是影响渗透率关键因素之一。
- **与基础辅助驾驶价格差距增大**：随着基础辅助驾驶变为标配，FSD的价格不断升高，FSD与辅助驾驶的价格差从\$3,000上升到\$15,000，导致部分用户的消费意愿降低。
- **占整车价格比例增大**：因为Model 3/Y整车售价低，导致其消费群体价格敏感度高。随着FSD价格升高，其占整车价格的比例逐渐升高至20%，从而导致这部分车型渗透率下降明显。以上变化可以看出价格因素对整车价格低的车型渗透率有着较为明显的影响。

# FSD升级 | FSD beta持续迭代 智能化拐点显现

图：特斯拉FSD Beta更新总结

推出时间	版本	更新范围	具体更新内容
2021年9月	正式公测	-	
2021年8月15日	FSD Beta 9.2	New Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>推动可视化改进；后视镜上方的驾驶室摄像头现在可以在</li> <li>自动驾驶仪启用时检测并提醒驾驶员注意力不集中</li> </ul>
2021年10月25日	FSD Beta 10.3.1	New Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>将交叉物体速度估计提高了 20%，偏航估计提高了 25%；</li> <li>改进了车辆语义检测（例如刹车灯、转向指示灯、危险）</li> </ul>
2021年11月21日	FSD Beta 10.5	New Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>将静态世界预测（道路线、边缘和车道连通性）提高了 165%；</li> <li>在阴影模式下启用“紧急防撞机动”；保持路线并避免不必要的绕道；改进了横向控制</li> </ul>
2022年1月16日	FSD Beta 10.9	New Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>整体召回率提高了 3.9%，准确率提高了 1.7%；将车道偏好和拓扑估计提高了 1.2%；改进不局限于车道几何形状的物体的未来路径；改进在狭窄道路上向迎面而来的汽车让路时的间隙选择</li> </ul>
2022年2月1日	FSD Beta 10.10	New Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用高保真轨迹基元进行更平滑的叉子操作和转弯车道选择；使用改进的地面真实轨迹将广义静态对象识别改进了 4%；提高了在交叉路口停车时的平滑度</li> </ul>
2022年7月18日	FSD Beta 10.13	New Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>全矢量车道神经网络更新；减少人行横道周围的错误减速；改善了宽阔住宅道路上的车道内定位；改进了高偏航角率场景中的对象未来路径预测</li> </ul>
2022年11月12日	FSD Beta 11	New Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>改进了占用网络在恶劣天气条件下接近障碍物的召回和精度；添加了高速公路行为；改进了基于速度的车道变更决策；提高了高速公路车道分割的平稳性</li> </ul>
2023年4月17日	FSD Beta 11.4	New Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>改善了车辆在VRU（即行人和骑行者）附近的行为；改进了密集的非结构化城市环境中的转弯性能；</li> <li>改进了车道引导模块；提高了车道、线、道路边缘和受限空间检测之间的几何一致性；</li> <li>改进了变道期间的速度控制；添加了新的视觉速度网络</li> </ul>
2023年6月19日	FSD Beta 11.4.4	New Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>改进了短期限的车道变更，以避免偏离路线；改进了控制静态障碍物时的偏移一致性；改进对迎面而来的汽车轨迹的预测；将占用网络对任意移动障碍物的占用流预测提高了 8%；改进了对人行横道附近VRU的处理；改进了自动紧急制动召回</li> </ul>

资料来源：not a tesla app，华西证券研究所

- 60余次OTA升级，彰显软件能力。**2021年9月-2023年6月，特斯拉FSD Beta历经60余次OTA升级，更新频率高达每月2-4次，凸显特斯拉出色的软件能力。2023年3月19日，FSD 11.3.2版本正式大规模推送，也是FSD Beta真正走向成熟的标志，6月19日，特斯拉已更新至FSD Beta 11.4.4版本，据马斯克表示，FSD V12.0 将于下半年推出并将成为特斯拉的ChatGPT时刻。

# FSD V12.0 | 率先落地端到端方案 有望成为自动驾驶拐点

表：FSD V12.0采用的端到端方案与之前对比

	传统的模块化架构	端到端AI
介绍	<ul style="list-style-type: none"> <li>将智能驾驶拆分成单独任务，交由专门的AI模型或模块来处理，  <ul style="list-style-type: none"> <li>例如感知、预测、规划等</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“感知决策一体化”，即将“感知”和“决策”融合到一个模型中</li> </ul>
研发	<ul style="list-style-type: none"> <li>每个模型都要专门进行训练、优化、迭代，随着模型的不断进化，参数量提高，<b>所需的研发人员及投入较高</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通过一个模型实现多种模型的功能，研发人员只需针对一个模型进行整体训练、调整优化，即可实现性能上的提升，可<b>更好地集中资源，实现功能聚焦</b></li> </ul>
系统性能	<ul style="list-style-type: none"> <li>传统的模块化架构采用流水线模式，后级模型的输入参数是前级模型的输出结果。如果前级模型输出的结果有误差，就会影响下一级模型的输出，<b>导致级联误差的出现，影响整套系统的性能。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>输入传感器信号后可以直接输出车控信号，大大降低级联误差的概率，<b>提升系统性能的上限，整体潜力极大。</b></li> </ul>
可修复性	<ul style="list-style-type: none"> <li>出现问题时，研究人员能够知道哪部分出现问题进行避免。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>端到端算法模型可解释性差，研究人员也难以判断输出结果错误的原因。只能通过不断的训练、调参、增加参数量，来尽可能地提高模型的准确率。</li> </ul>
模型训练	<ul style="list-style-type: none"> <li>感知模型训练时，需要的是经过标注的图片</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>需要大量标注有驾驶行为的视频才能进行进行训练，采集和标注都很困难；特斯拉影子模式可帮助其获得成功</li> </ul>

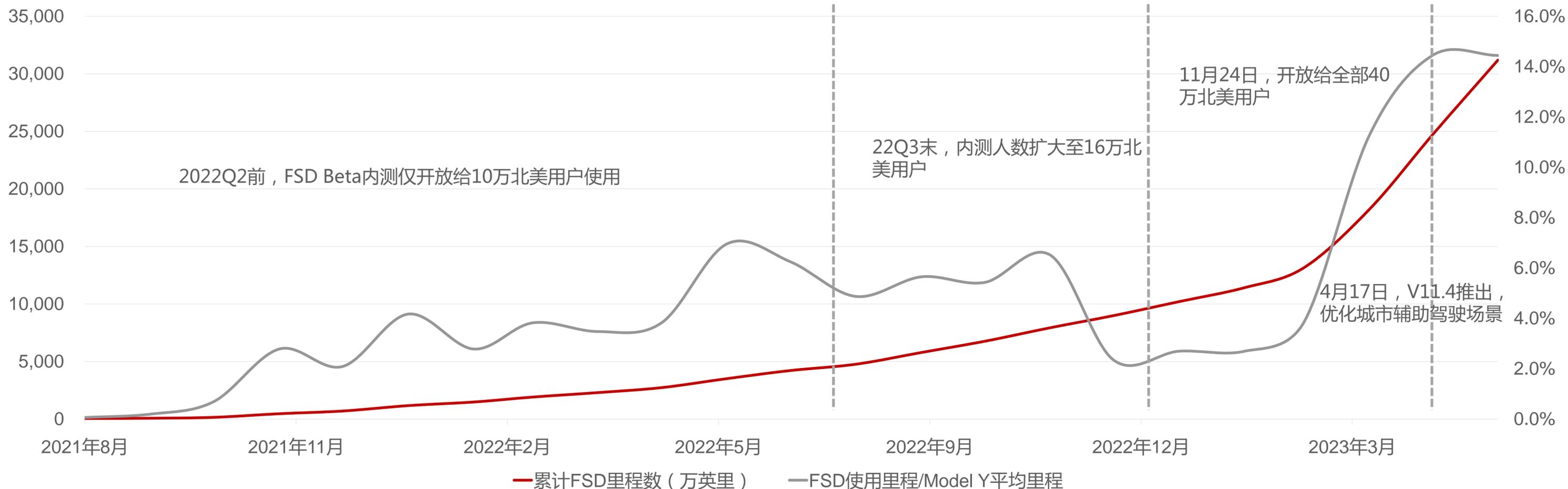
资料来源：公开资料整理。华西证券研究所

## 特斯拉有望率先落地端到端方案 迎来自动驾驶拐点

- **端到端以道路场景图像作为输入，控制参数作为输出。**端到端的自动驾驶放弃了传统的多模块合成自动驾驶技术，改为采集人为操作车辆的控制参数数据以及行驶过程中由摄像头采集到的道路场景图像，其中控制参数包括方向盘转角、油门、刹车和速度等数据，然后以图像数据作为神经网络中的输入，控制参数作为端到端模型的标签进行神经网络模型的学习训练。
- **特斯拉有望率先落地端到端方案，迎来智能驾驶拐点。**特斯拉早期推出的影子模式，通过百万级别的汽车保有量，获取大量道路实时场景和与其同步的人为操作控制参数。因此，我们认为特斯拉有望成为最新落地端到端智能驾驶算法的车企。

# FSD使用率 | 2023Q2北美使用率快速上升 智能驾驶拐点已至

图：2021年8月-2023年6月特斯拉累计FSD里程数及使用里程/单车平均里程占比（英里，%）



资料来源：特斯拉，华西证券研究所测算

- **FSD北美使用率2023Q2较大幅度提升，预示拐点将至。**根据特斯拉7月公布的最新数据，累计FSD使用里程数由2023Q1季度末的1.3亿英里提升至3.1亿英里，自特斯拉FSD V11.4版本更新后，使用率快速突破；3月使用率仅约为3.8%，4月约为11.2%；6月约为14%。在4月17日FSD V11.4更新后，使用率出现显著拐点，我们认为今年有望成为智能驾驶普及元年。



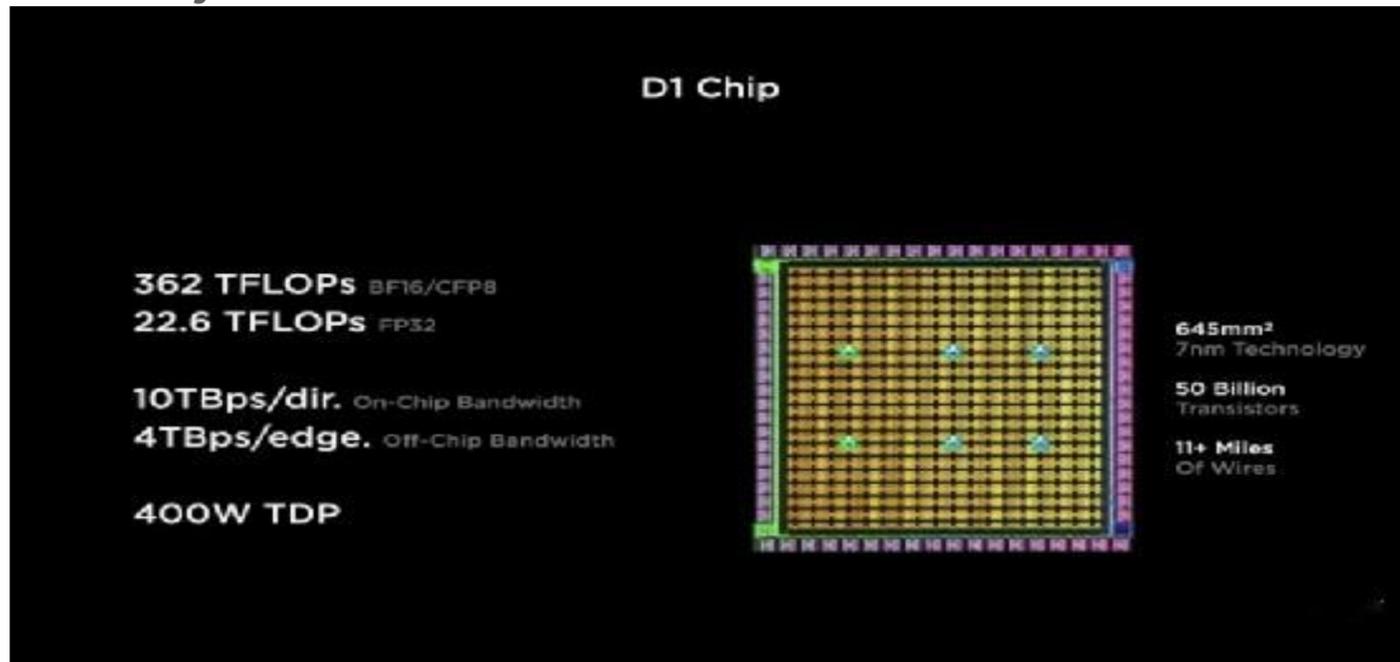
## 目录

---

- 综述：业绩增长强劲 新车型周期即将开启
- 智能驾驶：特斯拉FSD全球领先 使用率拐点临近
- **Dojo超算&Optimus机器人：强大算力加速迭代 FSD技术推动机器人落地**
- 法规层面：法规标准逐步健全 进一步支持FSD落地
- 投资建议
- 风险提示

# D1芯片 | 对标英伟达A100 助力FSD数据处理

图：Dojo D1芯片



资料来源：Tesla's AI chip REVEALED，华西证券研究所

表：Dojo D1芯片与英伟达A100对比

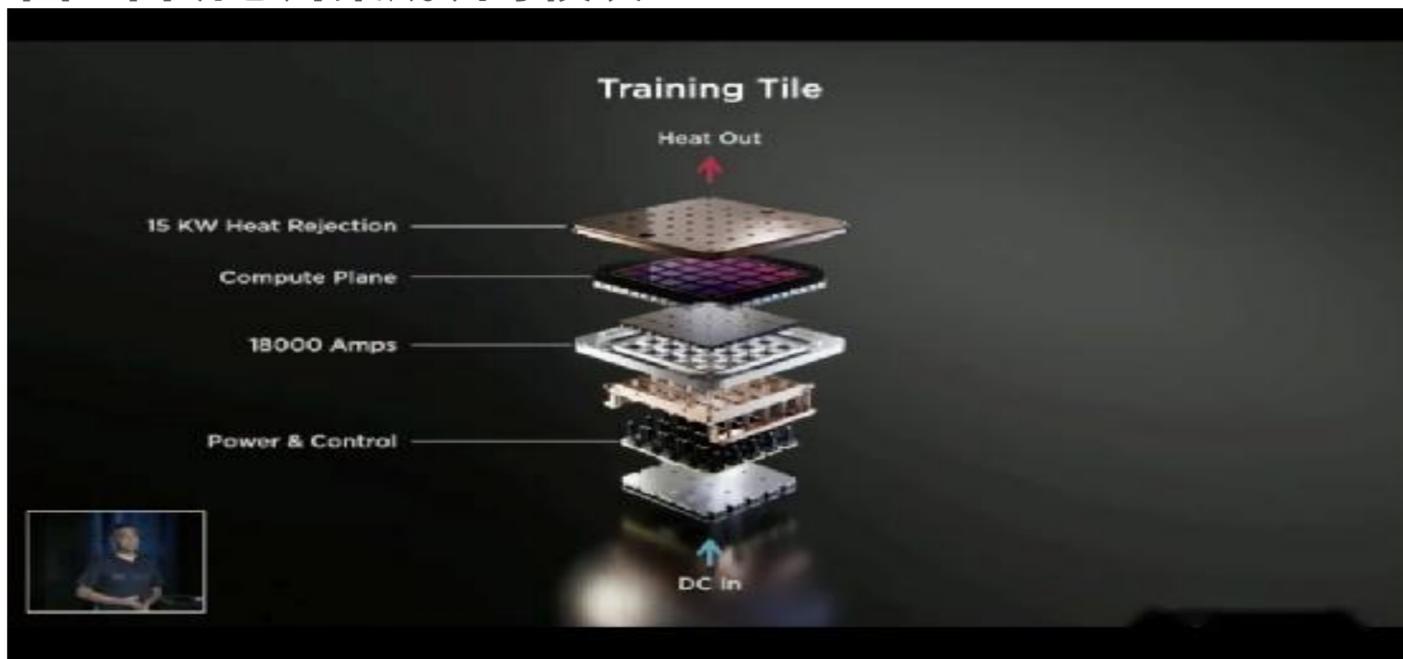
	特斯拉Dojo D1	英伟达A100
制造工艺	7纳米	7纳米
代工厂	台积电	台积电
晶体管数量	500亿	540亿
die面积(平)	645	826
算力TOPS(FP32)	22	19.5
内存带宽	0.8*5TB/sec	1.6TB/sec

资料来源：佐思汽车研究，华西证券研究所

## D1芯片对标英伟达A100 助力实现最佳的AI训练性能

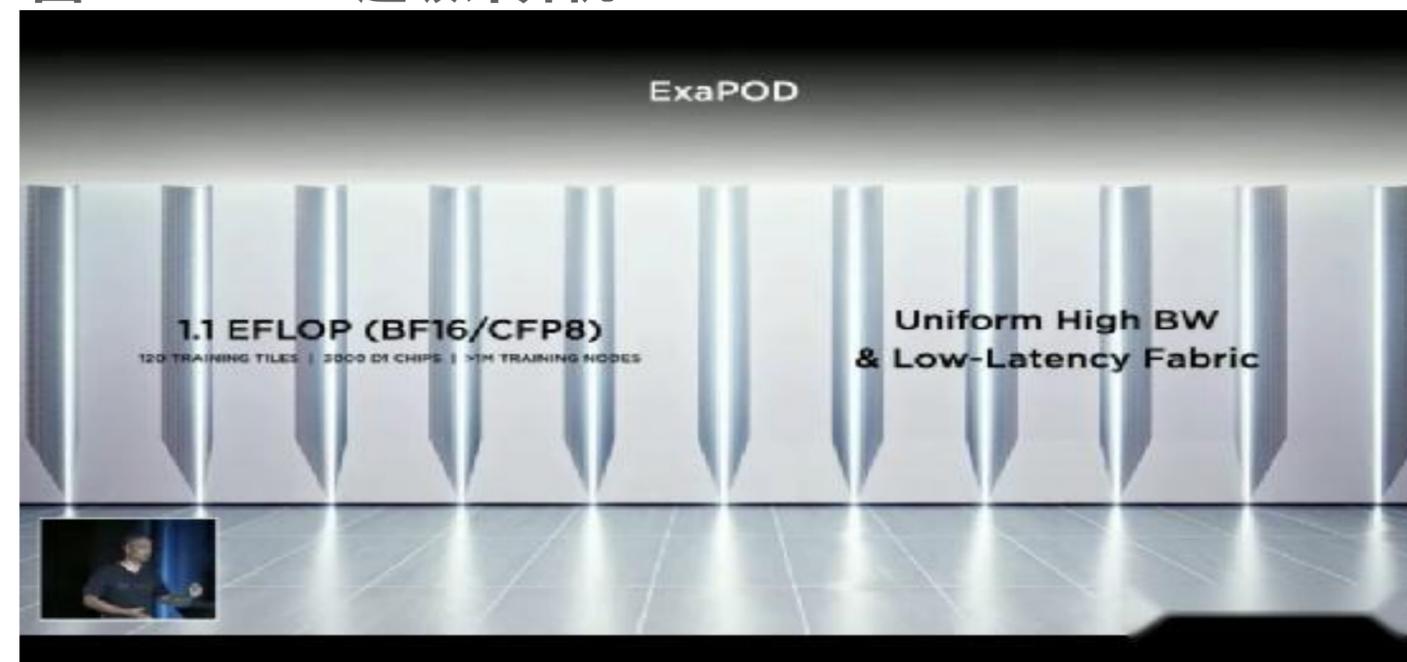
- **Dojo的目标**：实现最佳的AI训练性能；支持所有的更大更复杂的模型；并能够兼顾功耗和成本效益。
- **D1芯片**：D1 采用分布式架构，7 纳米工艺，每个 D1 芯片搭载 500 亿个晶体管、354 个训练节点，单芯片 BF16 精度下算力高达 362 TFLOPs，功耗只有 400W，兼具 GPU 级别的训练能力和 CPU 级别的可控性。在封测环节，Dojo 芯片采用的是 InFO\_SoW 技术，初代 WSE 芯片和台积电 WLSI 平台，均由 InFO\_SoW 封装而成，（InFo\_SoW，又称「晶圆上系统」技术，是将所有的芯片在同一个晶圆上进行设计，将整个晶圆做成一个超大芯片），以此可以实现通信低延迟、高带宽。

图：自研芯片集成训练模块



资料来源：Tesla's AI chip REVEALED，华西证券研究所

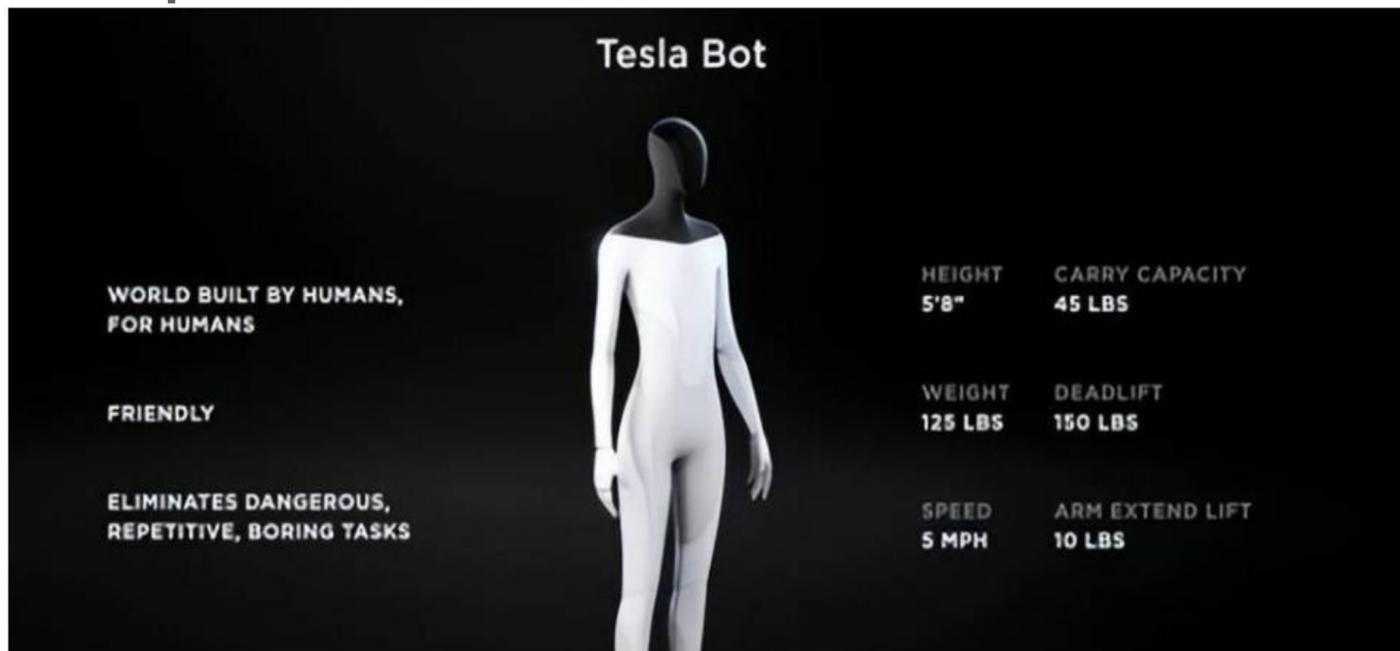
图：ExaPOD 超级计算机



资料来源：Tesla's AI chip REVEALED，华西证券研究所

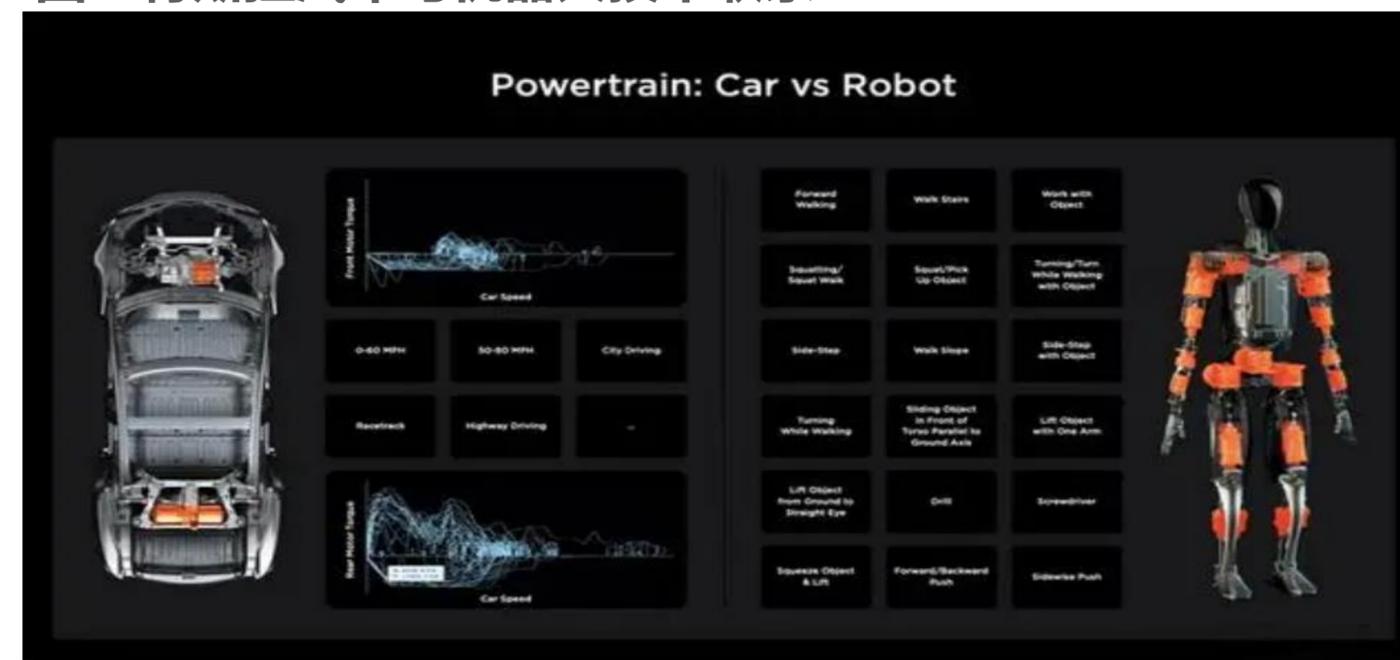
- **基于 D1 芯片，特斯拉又将自研芯片集成为训练模块，分为七层结构**：第一层和第五层铜质结构是水冷散热模块；第二层结构由 5\*5 阵列共 25 个芯片组成；第三层为 25 个阵列核心的 BGA 封装基板；第四层和第七层是物理承载结构，附带一些导热属性；第六层是功率模块，以及上面竖着的黑色长条，穿过散热与芯片进行高速通信的互联模块。
- **Dojo超级计算机**：特斯拉将 25 个 D1 芯片组成一个「训练模块」，大约 60 个训练模块，也就是 1,500 个 D1 芯片共 53 万余训练节点，就组成了 Dojo 超级计算机。理论上，Dojo 的性能拓展没有上限，可以无限扩张。实际应用中，特斯拉将 120 个训练模块组装成 ExaPOD 超级计算机，ExaPOD 含有 3,000 个 D1 芯片超 100 万个训练节点，算力可以达到 1.1 EFLOP。
- **提高算力支撑**：在这样的算力硬件支撑下，特斯拉将有能力处理更大量的 FSD 数据，迭代更新更加完善的自动驾驶模型。根据规划，特斯拉将在未来部署 7 个 Dojo 集群（每个集群被称为 exaPOD，其中包含 10 个 Dojo 机柜），全部部署完成后将能实现约每秒超过 770 亿亿次的浮点计算能力（7.7 exaFLOPs），为自动驾驶模型提供强大的算力支撑。

图：Optimus机器人概况



资料来源：Tesla AI Day，华西证券研究所

图：特斯拉汽车与机器人技术联系



资料来源：Tesla AI Day，华西证券研究所

- **特斯拉人形机器人Optimus**：高1.7米，重73公斤，研发进程较快，已经可以完成行走、上楼梯、下蹲、拿取物体等动作。
- **关节执行器**：特斯拉Optimus共有28个运动关节，包括三种旋转执行器和三种线性执行器。Optimus选用了稳定性、性价比更高的电机驱动方案，更加注重实用性，行走速度为每小时5英里（约时速8公里）。
- **手部自由度领先**：人手（不含腕关节2个自由度及4个被动自由度）共有21个主动自由度，可拿取约20千克重的物品。
- **躯干部分**：在躯干里装了一个2.3千瓦时的电池组，并且还搭载着特斯拉自研的SoC芯片，配备Wi-Fi和LTE连接网络。
- **大脑**：特斯拉的FSD将直接被应用在擎天柱身上，实现技术和产品间的协同效应。
- **推进节奏**：2022年AI Day上马斯克预计在3-5年内实现量产上市，产量未来可达数百万台，价格将可能不到2万美元。



## 目录

---

- 综述：业绩增长强劲 新车型周期即将开启
- 智能驾驶：特斯拉FSD全球领先 使用率拐点临近
- Dojo超算&Optimus机器人：强大算力加速迭代 FSD技术推动机器人落地
- **法规层面：法规标准逐步健全 进一步支持FSD落地**
- 投资建议
- 风险提示

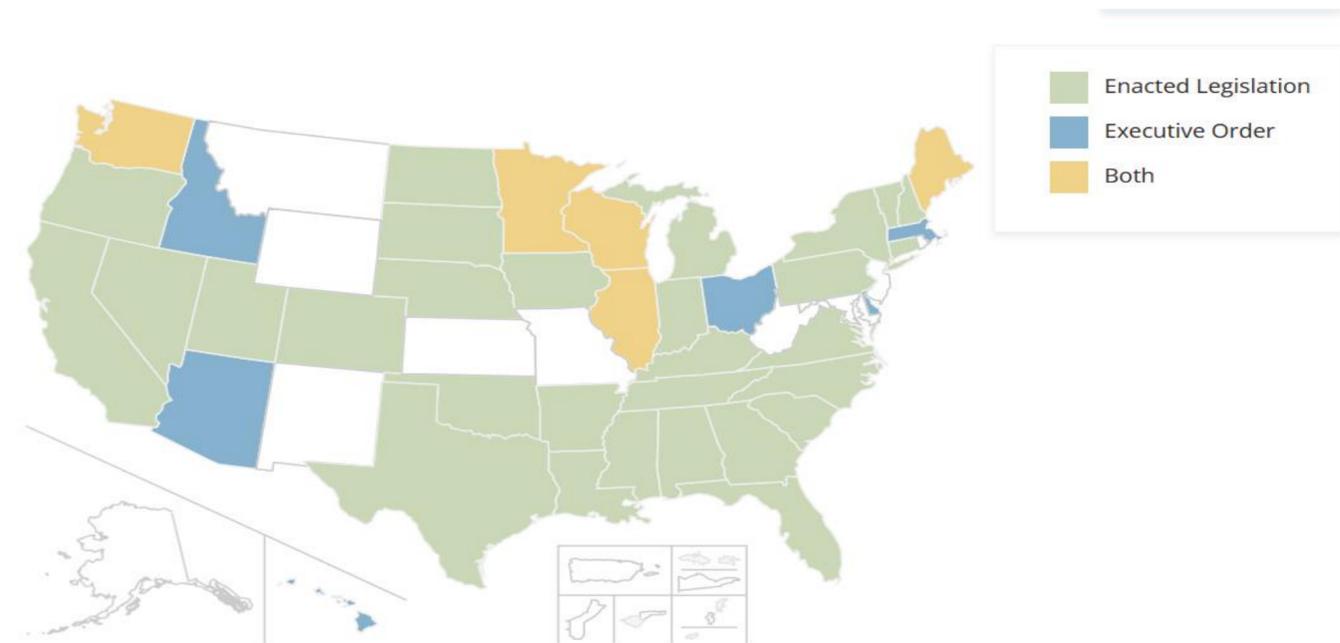
# H 法规 | 法规标准逐步健全 进一步支持FSD落地

图：美国AVIA发布面向自动驾驶技术的联邦政府法规框架

法规名称	具体更新内容
联邦层面 政策框架	制定明确的联邦政策法规框架支持美国在自动驾驶的创新
	改革车辆豁免程序，扩大车辆豁免范围
	将完全自动驾驶写进法典
	“禁止使用”传统部分手动功能，将条例法典化
	更新法规以支持自动驾驶部署
各州自动 驾驶立法	加快新型设计车辆发挥在那
	授权自动驾驶车辆在符合要求的情况下在公共道路行驶 要求自动驾驶无人情况下在公共道路上运行之前满足某些门槛要求

资料来源：Autolab，华西证券研究所

图：美国各州自动驾驶法规政策情况



资料来源：NCSL，华西证券研究所

## 联邦及各州法律法规逐步健全 加速FSD落地

- 法规标准逐步健全 进一步支持FSD落地**：2021年6月，美国国家公路交通安全管理局（NHTSA）要求要求配备SAE 2级高级驾驶辅助系统（ADAS）或SAE 3-5级自动驾驶系统（ADS）的车辆制造商和运营商报告碰撞事故。2022年3月NHTSA出台首部《无人驾驶乘员保护安全标准》。2023年5月，美国加州通过奔驰L3级别自动驾驶系统上路申请。截至2023年6月，美国本土已有40个州出台了自动驾驶相关法规政策。美国自动驾驶行业协会（Autonomous Vehicle Industry Association，AVIA）发布了面向自动驾驶技术部署及商业化的联邦政策法规框架，针对联邦自动驾驶立法建言献策，以推动实现美国安全自主的自动驾驶技术全面部署。

# H 法规 | 国内：层层推进 为智驾长久发展铺路

表：我国国家层面智能驾驶相关法律法规梳理（2020-

时间	法规名称	具体更新内容
2020.02	《智能汽车创新发展战略》	提出到2025年，我国标准化智能汽车技术创新、产业生态、基础设施、法律法规、网络安全体系等基本形成
2020.03	《汽车驾驶自动化分级》	明确0-5级自动驾驶划分
2020.04	《2020年智能网联汽车标准化工作要点》	建立智能网联汽车标准制定以及实施评估机制
2021.03	《道路交通安全法(修订建议稿)》	首次在法律层面明确具有自动驾驶功能的汽车进行道路测试和通行的相关要求，确认自动驾驶的分类、违法和事故责任分担规定
2021.04	《道路交通安全法（修订建议稿）》	在内容上新增了关于自动驾驶车辆运营的规定，涉及自动驾驶上路合法性、自动驾驶的安全性等问题，内容包括道路测试、通行号牌的要求、行驶数据记录、驾驶员状态、肇事责任认定、功能检测等；
2021.04	《智能网联汽车生产企业及产品准入管理指南》	规定L3、L4级自动驾驶准入要求
2021.09	《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范（试行）》	规范智能网联汽车自动驾驶功能测试与示范应用
2022.08	《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》	明确自动驾驶场景责任事故认定与划分
2022.11	《关于开展智能网联汽车转入和上路通行试点工作的通知》	指出试点城市需具备和L3/L4级自动驾驶汽车功能适应的基础设施、高精地图等条件

资料来源：公开资料整理，华西证券研究所

- **国家和地方协调规划。**我国从国家顶层规划与地方积极探索两个维度，推动完善自动驾驶产业发展的政策法规环境与监管体系；
- **各级政府推动法律法规健全完善。**2021年以来，国家积极探索，推动自动驾驶法律法规逐步完善，明确标准，引领自动驾驶的高质量发展，同时地方政府加速推动自动驾驶商业化落地，为后续我国智能驾驶长久发展铺路。

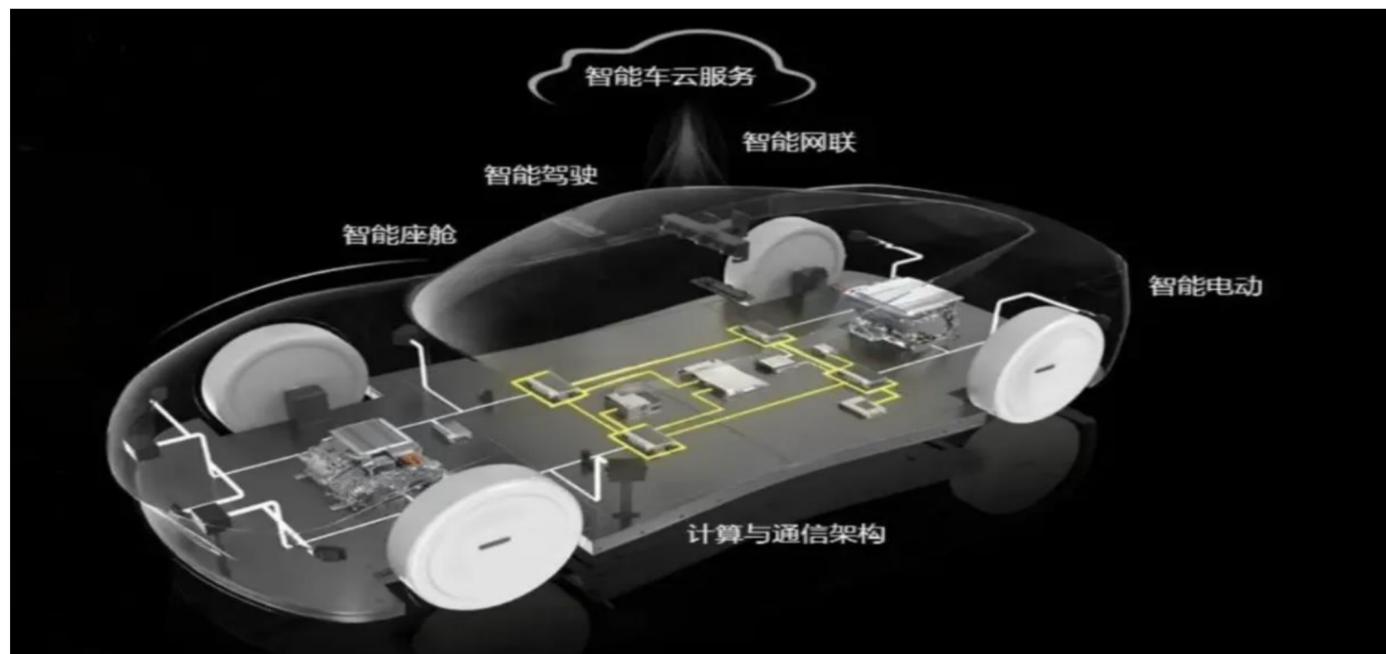
## H 法规 | 国内：深圳为试点 L3法规有望放开

图：深圳市人大常委会表决通过《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》



资料来源：. 深圳人大网，华西证券研究所

图：华为智能汽车解决方案



资料来源：. 华为智能汽车解决方案，华西证券研究所

## 深圳开启试点 L3法规有望放开

- **深圳法规落地具有重要意义。**2022年7月8日，《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》，获深圳市人大常委会会议审议通过，于当年8月1日起施行，这也是国内首次对智能网联汽车的准入登记、上路行驶等事项作出具体规定，根据条例，完全自动驾驶的汽车可以不具有人工驾驶模式和相应装置，可以不配备驾驶人，在深圳交通管理部门划定的区域、路段行驶，这意味着法规的放开，也有望为已经达到有条件自动驾驶的车型合法上路扫除政策障碍；
- **L3法规有望放开。**7月26日，《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023版）》印发。指南指出，第一阶段到2025年，系统形成能够支撑组合驾驶辅助和自动驾驶通用功能的智能网联汽车标准体系。第二阶段到2030年，全面形成能够支撑实现单车智能和网联赋能协同发展的智能网联汽车标准体系。随着智能网联汽车相关标准的边际催化，L3法规有望放开。



## 目录

---

- 综述：业绩增长强劲 新车型周期即将开启
- 智能驾驶：特斯拉FSD全球领先 使用率拐点临近
- Dojo超算&Optimus机器人：强大算力加速迭代 FSD技术推动机器人落地
- 法规层面：法规标准逐步健全 进一步支持FSD落地
- **投资建议**
- 风险提示

## H 投资建议 | 智能化奇点已至 重塑整车估值体系

- 2023年特斯拉FSD拐点显现，看好后续端到端AI大模型应用带来的功能体验提升，推动智能驾驶成为影响消费者购车决策的因素。中短期来看，智能化布局相对领先车企、零部件有望最直接受益，长期来看，潜在商业模式变革（软件付费）有望重塑车企的竞争格局：
- **特斯拉FSD北美拐点显现，23年将为智能驾驶普及元年。** 特斯拉从BEV到占用网络持续引领智能驾驶行业算法迭代。2023年4月起FSD使用率明显提升（6月达到约14.4%），智能化拐点显现，预计后续将升级至FSD V12.0版本，使用端到端的AI模型，带来功能体验和算法技术的跳跃式上升。看好特斯拉凭借智能驾驶技术巩固新能源汽车全球领先地位，并有望为国内市场带来鲶鱼效应；带动自主车企智能驾驶的全面布局。我们认为，今年将成为智驾竞争开启的重要节点，未来智能驾驶能力将成为整车企业的核心竞争力，整车竞争格局有望得到重塑。
- **FSD算法复用，人形机器人有望开创全新行业。** 特斯拉Optimus人形机器人研发进展顺利且与车载FSD技术存在强协同效应，FSD视觉感知算法可以在机器人上复用；随着Dojo超算落地，AI训练速度有望大幅提升，加速机器人投产。同时，特斯拉汽车供应链可直接迁移，规模化降本能力强，有望实现通过平价产品推动机器人行业进入商品化时代。
- **智能化优势驱动销量上行，产业链相关标的有望持续受益。** 国内供应商响应快速，成本优化能力强，产业链相关标的有望持续受益，跟随特斯拉到墨西哥建厂布局，从中国到全球，从单品到总成。
- **推荐：1）整车：用户直接接触，数据拥有者，推荐【理想汽车H、长安汽车、比亚迪、吉利汽车H、长城汽车】，受益【特斯拉、小鹏汽车、蔚来汽车】；2）智能电动增量：L3落地加速有望同步促进各算力等级智驾渗透，优选智能驾驶-【德赛西威、经纬恒润-W、伯特利】，同步推荐智能座舱-【上声电子、光峰科技、继峰股份】；3）新势力产业链：优选【拓普集团、新泉股份、旭升集团、双环传动、爱柯迪、文灿股份、上声电子、继峰股份】；受益【岱美股份、瑞鹄模具】。**

重点公司											
证券代码	证券简称	收盘价	投资评级	EPS (元)				P/E			
				2022A	2023E	2024E	2025E	2022A	2023E	2024E	2025E
2015.HK	理想汽车	160.90	买入	-1.04	3.24	6.68	11.97	-154.7	49.6	24.1	13.4
000625.SZ	长安汽车	14.84	买入	0.80	0.98	1.14	1.39	18.6	15.1	13.0	10.7
002594.SZ	比亚迪	267.00	买入	5.71	8.61	11.20	14.09	46.8	31.0	23.8	18.9
0175.HK	吉利汽车	10.94	买入	0.50	0.73	1.05	1.57	21.9	15.0	10.4	7.0
601633.SH	长城汽车	28.17	买入	0.91	0.70	0.99	1.27	31.0	40.2	28.5	22.2
601689.SH	拓普集团	71.57	买入	1.54	2.23	3.20	4.65	46.5	32.1	22.4	15.4
603179.SH	新泉股份	48.33	买入	0.97	1.70	2.57	3.28	49.8	28.4	18.8	14.7
002472.SZ	双环传动	29.32	买入	0.73	1.00	1.41	1.66	40.2	29.3	20.8	17.7
301307.SZ	美利信	34.96	买入	1.42	1.37	1.83	2.47	24.6	25.5	19.1	14.2
688533.SH	上声电子	48.59	买入	0.54	1.36	2.29	3.36	90.0	35.7	21.2	14.5
600933.SH	爱柯迪	23.32	买入	0.74	0.96	1.33	1.83	31.5	24.3	17.5	12.7
001311.SZ	多利科技	54.89	买入	4.21	3.85	5.00	7.01	13.0	14.3	11.0	7.8
603596.SH	伯特利	87.72	买入	1.71	2.45	3.48	4.70	51.3	35.8	25.2	18.7
688326.SH	经纬恒润-W	147.77	买入	2.13	2.53	4.71	6.93	69.4	58.4	31.4	21.3
002920.SZ	德赛西威	157.81	增持	2.15	3.03	4.20	5.36	73.4	52.1	37.6	29.4
688007.SH	光峰科技	21.19	买入	0.26	0.35	0.84	1.09	81.5	60.5	25.2	19.4
603997.SH	继峰股份	15.57	买入	-1.27	0.42	0.62	1.05	-12.3	37.1	25.1	14.8
603348.SH	文灿股份	56.30	买入	0.92	0.80	1.67	3.09	61.2	70.4	33.7	18.2
603305.SH	旭升集团	25.50	买入	1.10	1.05	1.42	1.79	23.2	24.3	18.0	14.2
605128.SH	上海沿浦	46.84	买入	0.57	1.91	3.83	5.36	82.2	24.5	12.2	8.7
603786.SH	科博达	80.80	买入	1.12	1.48	2.04	2.94	72.1	54.6	39.6	27.5
600660.SH	福耀玻璃	37.40	买入	1.82	2.03	2.46	3.02	20.5	18.4	15.2	12.4
601799.SH	星宇股份	143.00	买入	3.30	4.20	6.05	7.90	43.3	34.0	23.6	18.1
300258.SZ	精锻科技	12.86	买入	0.52	0.61	0.78	1.00	24.6	21.1	16.6	12.9

资料来源：Wind，华西证券研究所（收盘价截至2023/7/28），光峰科技、德赛西威、福耀玻璃、美利信分别与计算机组、建材组、通信组联合覆盖



## 目录

---

- 综述：业绩增长强劲 新车型周期即将开启
- 智能驾驶：特斯拉FSD全球领先 使用率拐点临近
- Dojo超算&Optimus机器人：强大算力加速迭代 FSD技术推动机器人落地
- 法规层面：法规标准逐步健全 进一步支持FSD落地
- 投资建议
- **风险提示**

- **全球乘用车行业销量不及预期**：若整体汽车行业景气度低迷，汽车销量可能不及预期；
- **智能化渗透率提升不及预期**：智能化正处于发展初期，若受制于成本、技术等因素，后续渗透率提升可能不及预期；
- **客户拓展不及预期**：若推荐公司客户开拓不及预期，相应产品车型配套进程可能放缓，量产进度可能不及预期；
- **市场竞争加剧的风险**：随着科技巨头、消费厂商、初创公司等多方势力纷纷涌入智能化赛道，市场竞争可能进一步加剧。

# H 免责声明

## 分析师与团队简介

崔琰/首席分析师

经济学硕士，10余年证券从业研究经验，曾任天风证券、国金证券、民生证券汽车行业首席分析师等，获得2022年新财富汽车行业最佳分析师第五名、金牛奖第五名、水晶球入围（公募榜单第三名）、新浪金麒麟第四名、上证报第三名、WIND第二名；2021年金牛奖汽车行业最佳分析师第五名、水晶球入围、新浪金麒麟入围、WIND第一名；获2020年水晶球公募组第五名、WIND第一名；2017年新财富入围、水晶球第三名、金翼奖第四名、WIND第一名；2016年水晶球第一名、2014年新财富入围。专注于汽车四化（电动化、智能化、网联化、共享化）研究，在行业变革中深挖投资机会。

郑青青/王旭冉/乔木/杜丰帆/马天韵

## 分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

## 评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的6个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过15%
行业评级标准		
以报告发布日后的6个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过10%

## 华西证券研究所：

地址：北京市西城区太平桥大街丰汇园11号丰汇时代大厦南座5层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzq/hxindex.html>

## 免责声明

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理跨部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为华西证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

THANK YOU

