

2022年07月05日

从特斯拉看汽车智能化趋势

行业评级：增持

姓名：李沐华（分析师）

邮箱：limuhua@gtjas.com

电话：010-83939797

证书编号：S0880519080009

姓名：齐佳宏（分析师）

邮箱：qjjiahong@gtjas.com

电话：010-83939837

证书编号：S0880519080007



国泰君安证券
GUOTAI JUNAN SECURITIES

投资要点（行业评级：增持）

01

电子电气架构变革的引领者。1)单车视角：特斯拉电子电气架构领先于传统主机厂，且仍在不断进化过程中。2)车型视角：特斯拉推行大单品策略，相对传统主机厂，其车型明显偏少；同时，特斯拉致力于实现不同车型之间的平台复用。

02

自动驾驶的领先者。1)数据收集：特斯拉采用影子模式取代测试车队模式，通过众包的方式来解决长尾场景的快速覆盖问题。2)数据处理：目前特斯拉FSD系统采用自研芯片，构建起了底层技术壁垒。

03

商业模式的探索者。除传统的汽车销售外，特斯拉还提供一系列增值服务。FSD本质上是以期权模式为汽车这一纯消费品增加投资属性，从而提升汽车的保值率。特斯拉是OTA的首创者，该模式本质是通过软硬件解耦实现硬件生命周期的最大化。超级充电网络最开始以方便特斯拉车主充电为目的，目前已经开始向其他品牌电动车提供服务。特斯拉通过高级网络连接实现了车内功能的订阅化，未来或逐渐形成类似于APP Store的生态系统。特斯拉能够针对在行驶过程中采集的驾驶数据进行分析，并评估车主发生交通事故的概率，进而通过评估结果向客户收取费用，并赚取溢价部分。特斯拉保险实质上是驾驶数据的变现。

04

推荐虹软科技、中科创达、道通科技、德赛西威、经纬恒润。在智能驾驶加速发展过程中，基于视觉的DMS、ADAS等解决方案的需求将快速增加，同时智能化诊断需求也将激增。据此，推荐虹软科技、中科创达、道通科技、德赛西威、经纬恒润。

05

风险提示：部分技术难题尚未被完全攻克、汽车更强调功能安全，智能化的落地可能慢于预期

目录 / CONTENTS

01 电子电气架构变革的引领者

02 自动驾驶的领先者

03 商业模式的探索者

04 工厂：布局全球，节能减排+AI赋能

05 三电系统：三电系统优势明显，控制成本成效显著

06 机器人：即将发布Optimus，继续引领潮流

07 投资建议：推荐虹软科技、中科创达、道通科技、德赛西威、经纬恒润

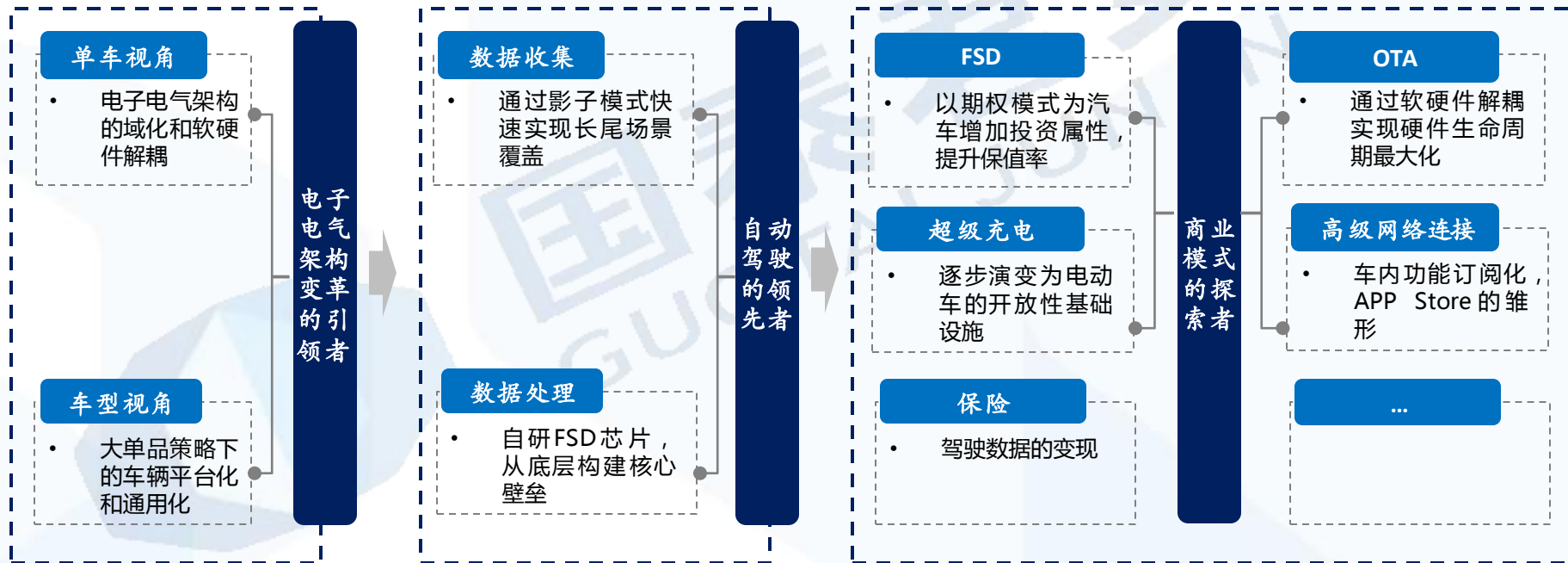
08 风险提示



特斯拉：汽车智能化的引领者

□ 可以选择汽车智能化作为切入点，从电子电气架构、自动驾驶、商业模式等三个角度分析特斯拉的引领作用，可以更深入地理解汽车生态中即将发生的巨变。

图1：特斯拉是汽车智能化的引领者

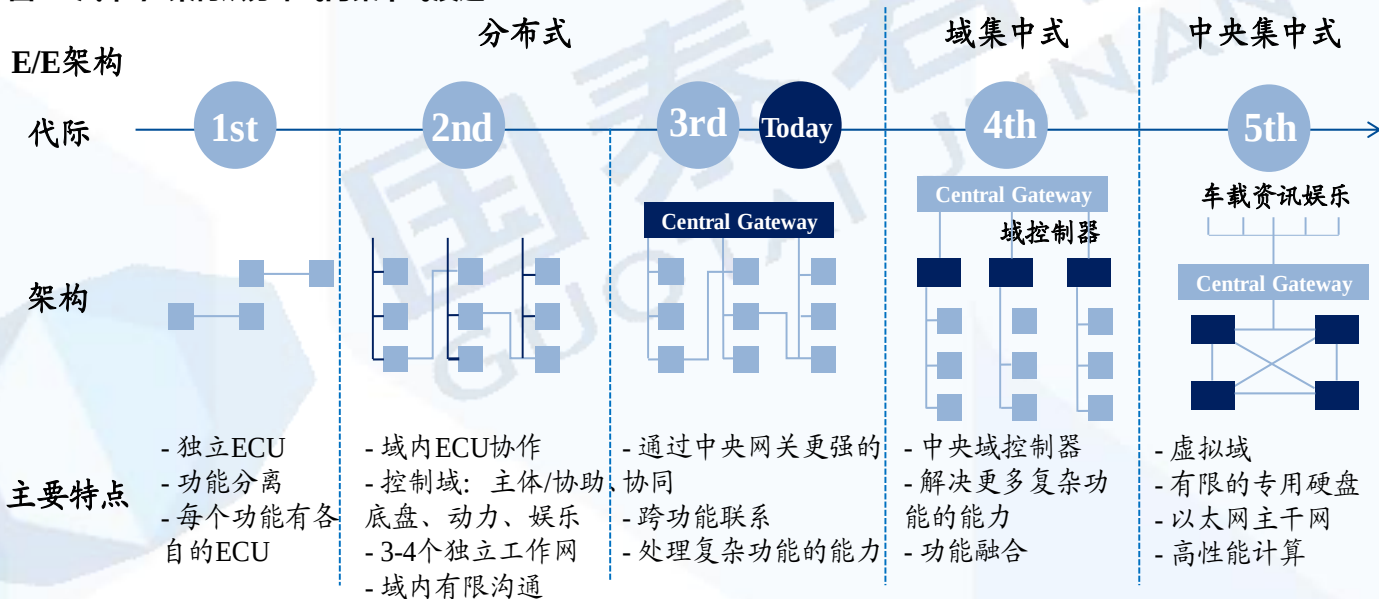


01

电子电气架构变革的引领者

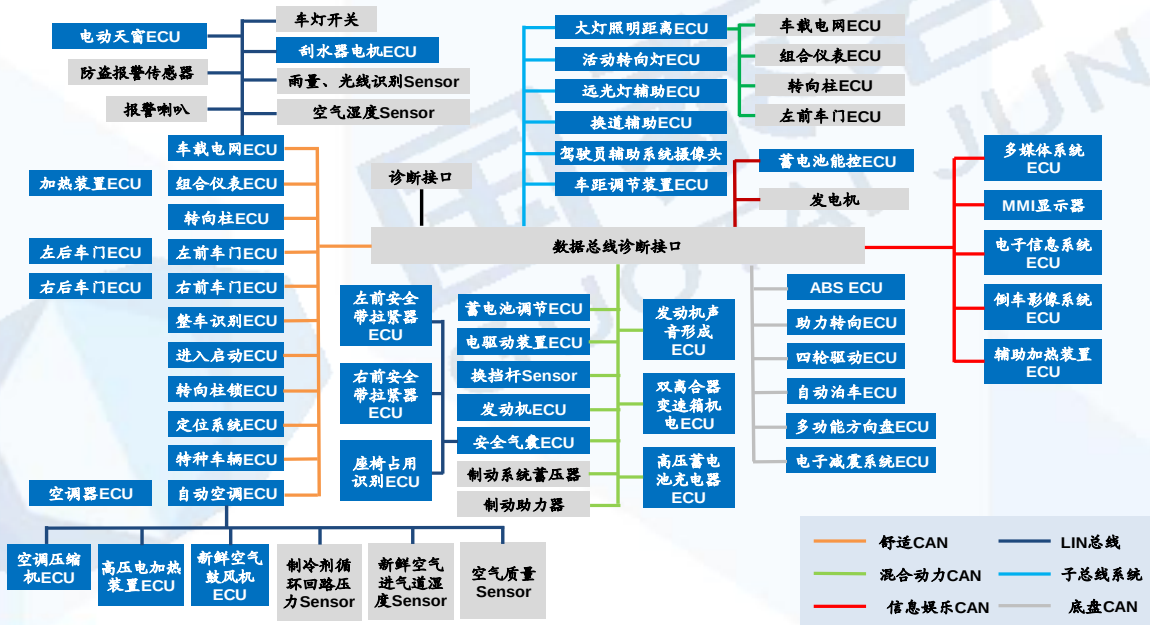
□ **电子电气架构的集中化是软件定义汽车的基础。**在汽车E/E架构发展的前三个阶段，E/E架构是分布式的，各个阶段之间更多是复杂程度和ECU间协作程度上的差异。每个ECU控制着车辆的不同功能，也有部分功能需要不同的ECU共同协作。随着功能越来越复杂，数量庞大的ECU对整车协同带来了难度，软件更新迭代也难以实现。要实现软件定义汽车，首先需要实现电子电气架构由分布式向集中式的升级。

图2：汽车E/E架构从分布式向集中式演进



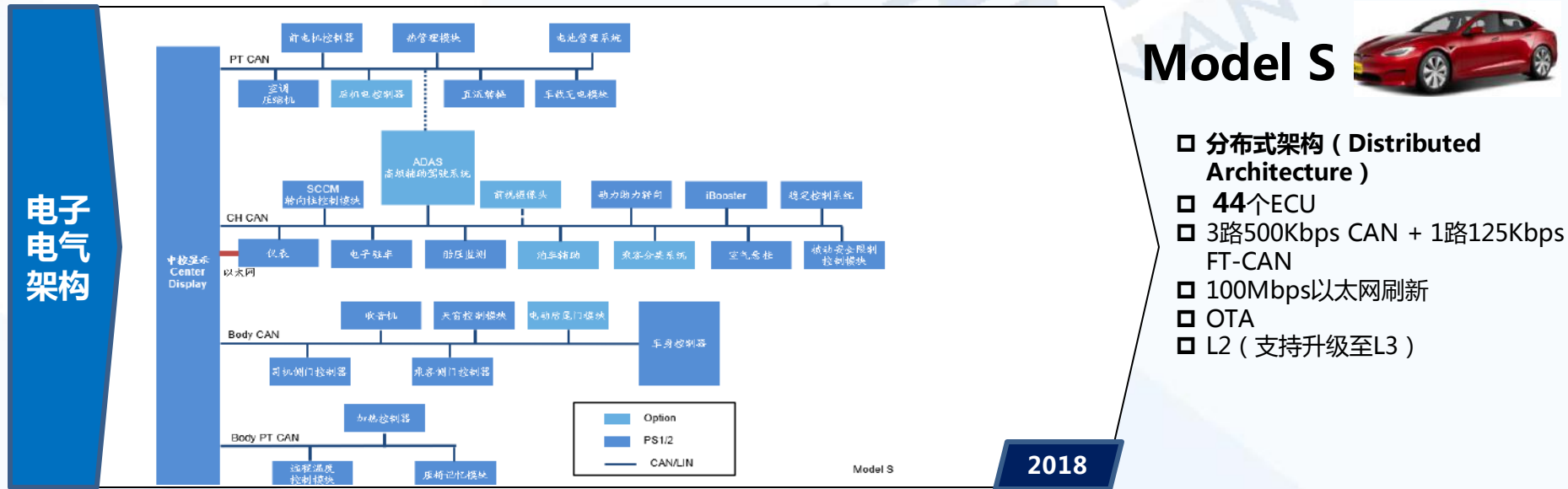
□ 目前传统主机厂还是以分布式架构为主。由于分布式架构中每个功能和ECU高度对应，功能的划分非常明确，有利于主机厂针对不同模块挑选长期的供应商，从而在保证质量的同时减少研发投入，传统主机厂往往深谙此道。根据Kingslayer的数据，大众品牌汽车单车ECU数量已经超过70个，而从1993年到2010年，奥迪A8使用的ECU数量更是从5个快速增加至超过100个。

图3.大众品牌汽车整车ECU数量超过70个



□ 特斯拉电子电气架构领先于传统主机厂，且仍在不断进化过程中。从Model S/X到Model 3，特斯拉实现了电子电气架构由分布式向集中式的演进和革新，ECU数量也随之减少。

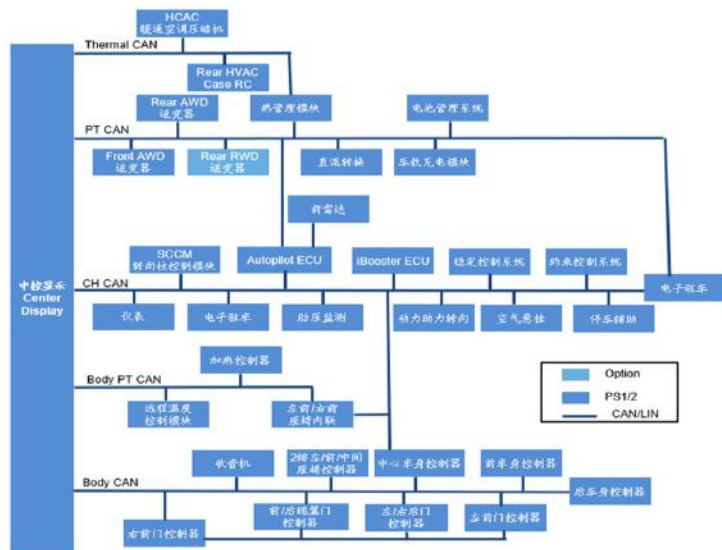
图4：特斯拉Model S的电子电气架构



由分布式架构走向混合式架构（介于域控制器式&集中计算式）

□ **特斯拉电子电气架构领先于传统主机厂，且仍在不断进化过程中。**从Model S/X到Model 3，特斯拉实现了电子电气架构由分布式向集中式的演进和革新，ECU数量也随之减少。

图5：特斯拉Model X的电子电气架构



Model X



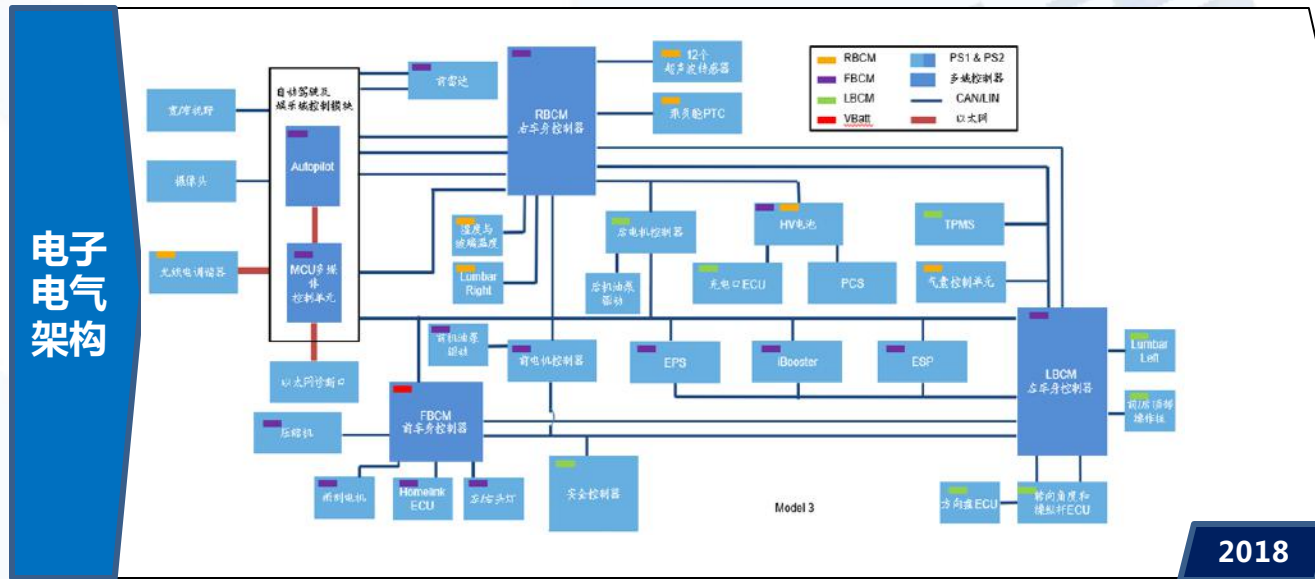
- ❑ 分布式架构 (Distributed Architecture)
- ❑ 41个ECU (含2个域控制器)
- ❑ 6路500Kbps CAN
- ❑ 100Mbps以太网刷新
- ❑ OTA
- ❑ L3

2018

由分布式架构走向混合式架构（介于域控制器式&集中计算式）

□ 特斯拉电子电气架构领先于传统主机厂，且仍在不断进化过程中。从Model S/X到Model 3，特斯拉实现了电子电气架构由分布式向集中式的演进和革新，ECU数量也随之减少。

图6：特斯拉Model 3的电子电气架构



Model 3



- 混合式架构 (Mixture Architecture)
- 37个ECU (含3个域控制器)
- 3路500Kbps CAN
- 100Mbps以太网通信+刷新
- OTA
- L3

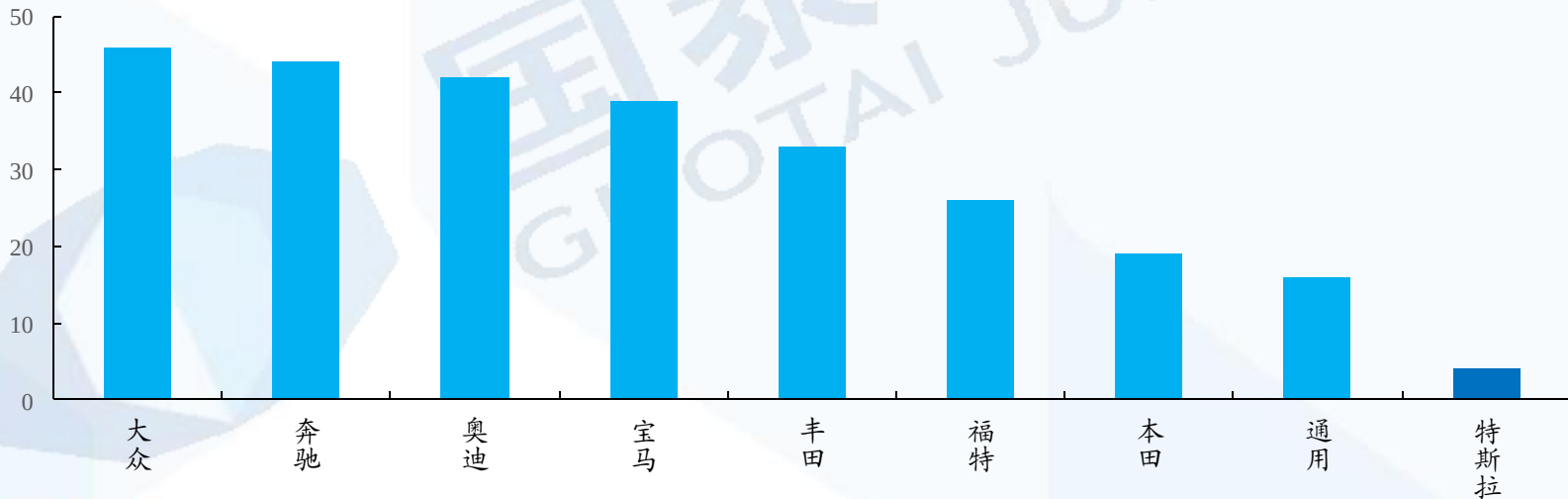
2018

由分布式架构走向混合式架构（介于域控制器式&集中计算式）

- 特斯拉坚持大单品策略。目前特斯拉的主打车型有4款：Model S、Model X、Model 3和Model Y。
- 特斯拉的车型明显偏少，和苹果公司在手机领域的大单品策略如出一辙。
- 特斯拉通过高端产品打造产品形象，再下沉至大众市场。特斯拉D级轿跑Model S和豪华型SUV Model X分别于2012年和2015年推出；此后，特斯拉分别在2017年、2020年发布Model 3和Model Y

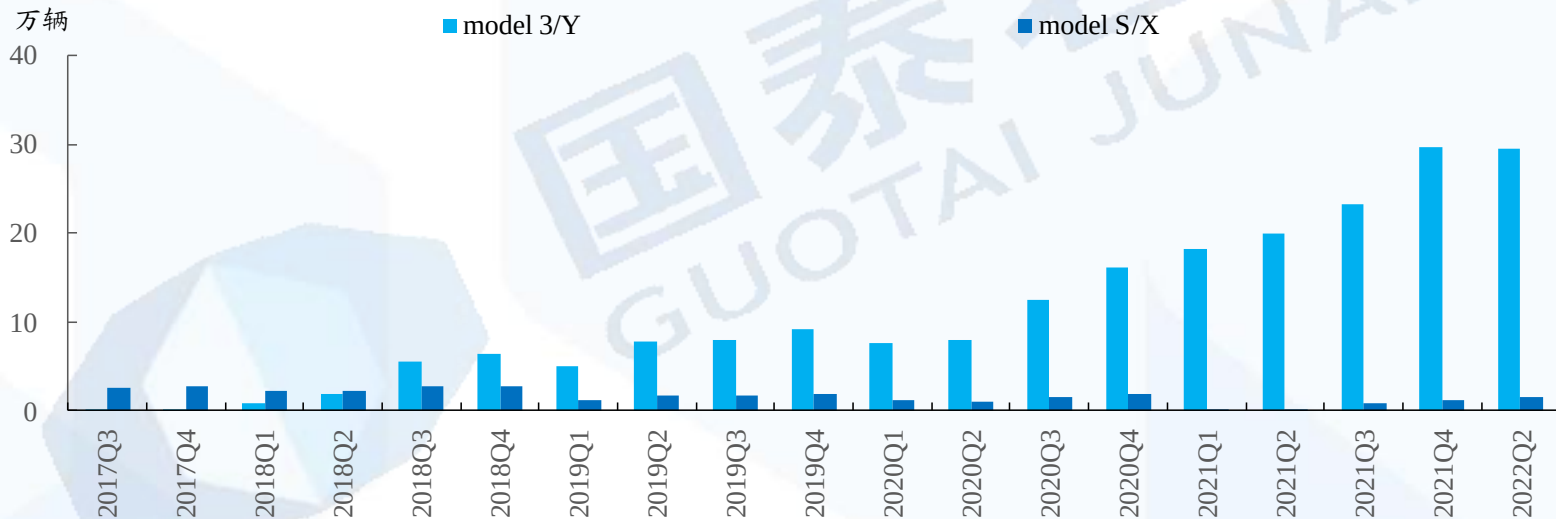
图7：在售车型数量远少于传统主机厂

个



□ 从销量上看：2021年公司Model 3/Y的全球销量达到91万辆，约为Model S/X同期销量的36.48倍。

图8：Model 3/Y的全球销量较大



□ 从价格带上看：2021年Model 3/Y的价格带分别在29-37万元、32-42万元，远低于Model S/X(同期价格带分别约88-106万元、94-100万元)。

表1：Model 3/Y的价格低于Model S/X

年份	MODEL S		MODEL X		MODEL 3		MODEL Y	
	最低价	最高价	最低价	最高价	最低价	最高价	最低价	最高价
2014	64.8	85.25	-	-	-	-	-	-
2015	64.8	102.75	-	-	-	-	-	-
2016	70.89	133.93	-	-	-	-	-	-
2017	72.35	93.11	79.4	79.4	-	-	-	-
2019	72.28	83.39	73.71	87.29	29.18	29.18	-	-
2020	73.39	83.39	77.29	87.29	26.97	41.98	-	-
2021	79.99	117.49	84.99	99.99	26.57	33.99	33.99	36.99
2022	88.99	105.99	93.99	99.99	29.10	36.79	31.69	41.79

对比特斯拉不同车型的硬件，特斯拉在大单品的基础上进一步实现了不同车型的平台复用。

□ Model S/X采用的平台相同，Model Y和Model 3的平台保持一致。

□ 根据Electrek的报道，在对Model Y进行拆解之后发现，其与Model 3电动轿车零部件共享率高达约75%。

表2：特斯拉力争在最大程度上实现零部件复用

系统、硬件		第一代平台		第二代平台	
		Model S	Model X	Model 3	Model Y
轴距		2960（轴距同平台）		2875（轴距同平台）	
新能源系统	电机	共用电机、感应电机、后驱双电机、四驱三电机		共用电机、永磁开关组电机、前后双电机、后驱单电机	
	电池	电池包整个平台共用，大小相同通过电芯数量实现电量大小		电池包整个平台共用，大小相同通过电芯数量实现电量大小	
	高压电气件	充电机、DCDC、PDU共用		充电机、DCDC、PDU集成在电池共用	
	散热系统	NA		NA	
底盘系统	前副车架	副车架共用		NA（由共轴距以及75%的零部件通用性猜测为共用）	
	后副车架	后副车架共用			
	前悬架	硬点、摆臂共用，弹性元件不共用			
	后悬架	硬点、摆臂共用，弹性元件不共用			
	转向	转向系统共用			
车身	车身结构	全铝车身、部分零部件架构共用（座椅横梁等）		钢铝混合车身，猜测大部分下车硬点相关	
智能网联	仪表、大屏	仪表+17寸大屏共用		15寸大屏共用	

02

自动驾驶的领先者

智能驾驶：2030年汽车电子及软件市场规模有望达到4690亿美元

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

根据麦肯锡的预测，2020年全球汽车电子及软件市场规模2380亿美元，至2030年该市场规模有望达到4690亿美元，2020-2030年行业整体复合增速7%。其中中国市场规模1610亿美元，占全球市场的34%。

2020年全球汽车软件市场规模340亿美元，至2030年有望达到840亿美元，2020-2030年行业复合增速9%，其中操作系统和中间件复合增速11%，信息娱乐、连接、安全、互联服务市场复合增速9%，ADAS和AD市场复合增速11%。

图9：2030年汽车电子及软件市场有望达到4690亿美元

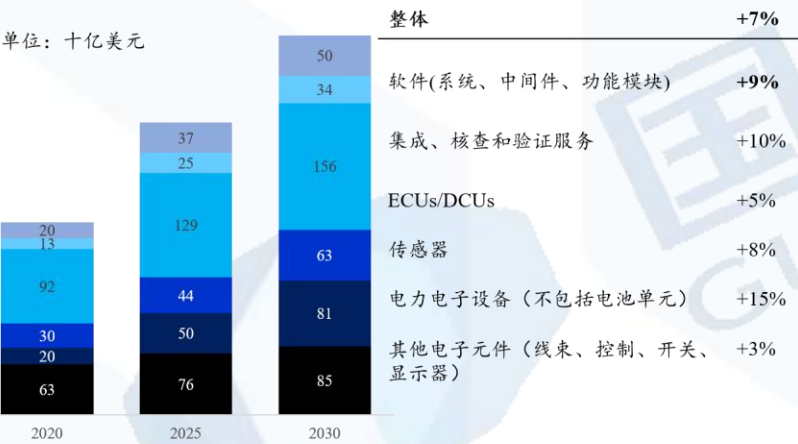
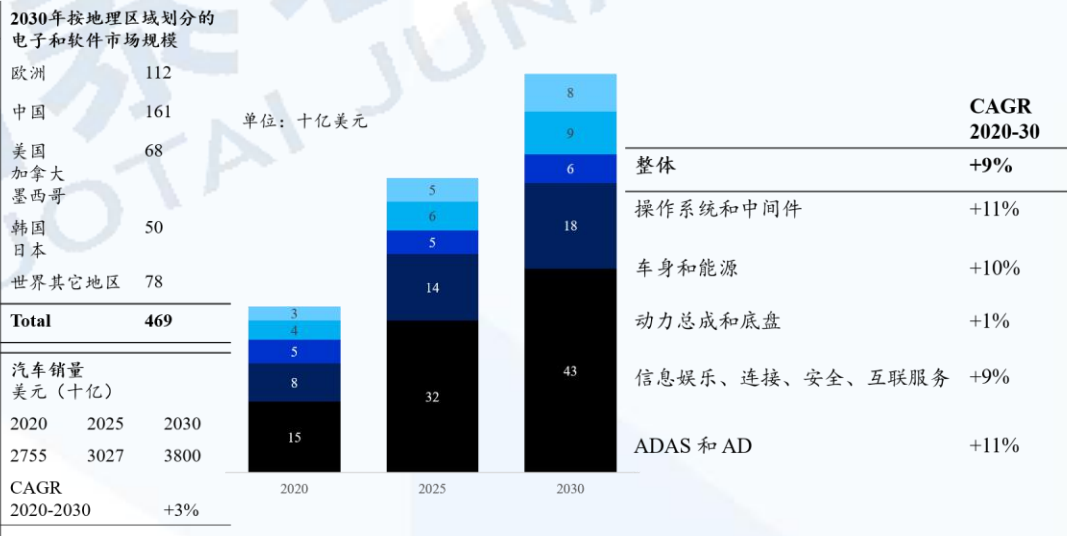


图10：2030年汽车软件市场规模有望达到840亿美元



消费者对辅助驾驶、自动驾驶功能的付费意愿较强。

表3：已有相当部分的消费者愿意为自动驾驶相关功能买单

	认为重要的消费者比例	愿意付费的消费者比例	消费者为每个功能愿意支付的金额（元）	主要功能
辅助驾驶(L2)	88%	10%-35%	2200-4100	碰撞避免或与预碰撞系统；自适应巡航ACC；车道保持系统
智能网联	87%	10%-40%	1700-2800	刹车付款；售后服务，如车况诊断、预约保养；语音识别与车机沟通
自动驾驶(L2.5/3)	80%	15%-30%	3800-4900	司机离开后自动泊车；拥堵路段自动跟车；高速公路上自动驾驶

图11：消费者对于碰撞避免或碰撞预警系统愿意支付的金额达4100元

消费者对辅助驾驶功能的倾向以及支付意愿

■ 不重要 ■ 重要，但不愿买单 ■ 重要，愿意买单 XX 愿意支付的平均金额，元

辅助驾驶是否有意义，受访者占比

无意义 10%

有意义 90%

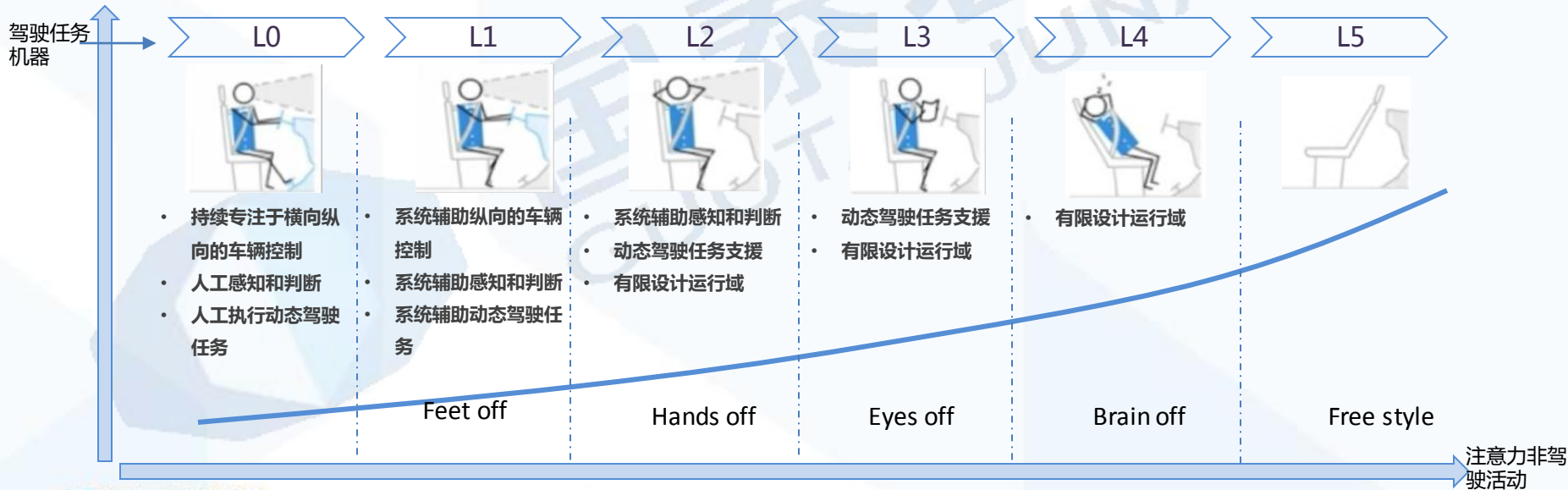
2021

重要性，%	愿意支付的平均金额 ¹ ，元		
碰撞避免或碰撞预警系统	42	23	35
自适应巡航ACC	42	27	31
车道保持系统	45	29	27
自动泊车系统	52	23	24
盲区警告功能	66	18	16
窄路辅助	74	10	16
驾驶疲劳探测预警	75	9	16
转向灯控制变道	77	11	12
远近光自动控制	80	10	11

■ 自动驾驶级别的演进逐步改变车内行为模式

- ✓ 伴随着自动驾驶技术的发展，人在车里面的行为模式会发生极大的变化。驾驶员的精力将逐渐从驾驶本身中解放出来，从而能够去从事更多更有意义的活动。

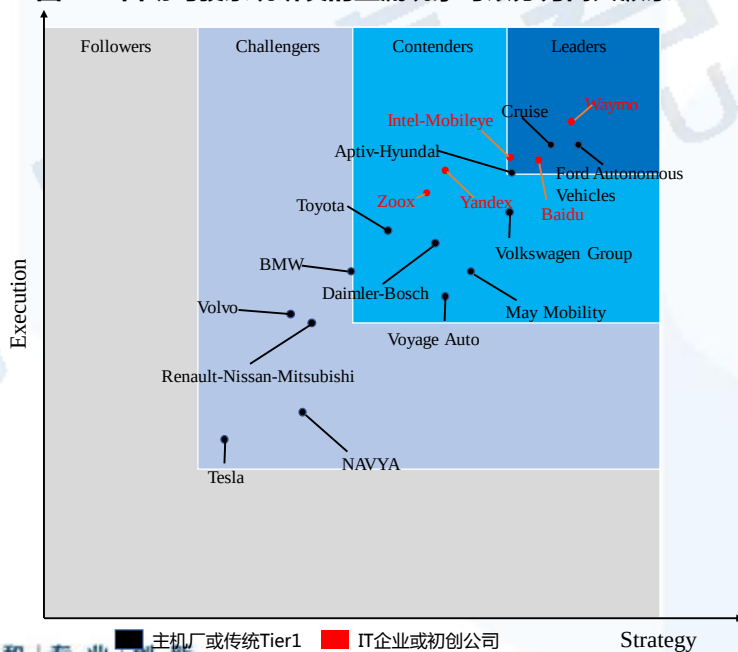
图12：随着自动驾驶定义级态的推进，人在车中的模式发生较大变化



自动驾驶主流玩家可分为两类，一方是主机厂和传统Tier1，根据Navigant Research的数据，目前这类玩家中处于领先地位的是通用Cruise和福特自动驾驶。另一方是科技企业，典型代表是与谷歌同源的Waymo、百度，以及被亚马逊收购的Zoox等。针对发展L3级别自动驾驶中遇到的困难选择了不同的发展路径。

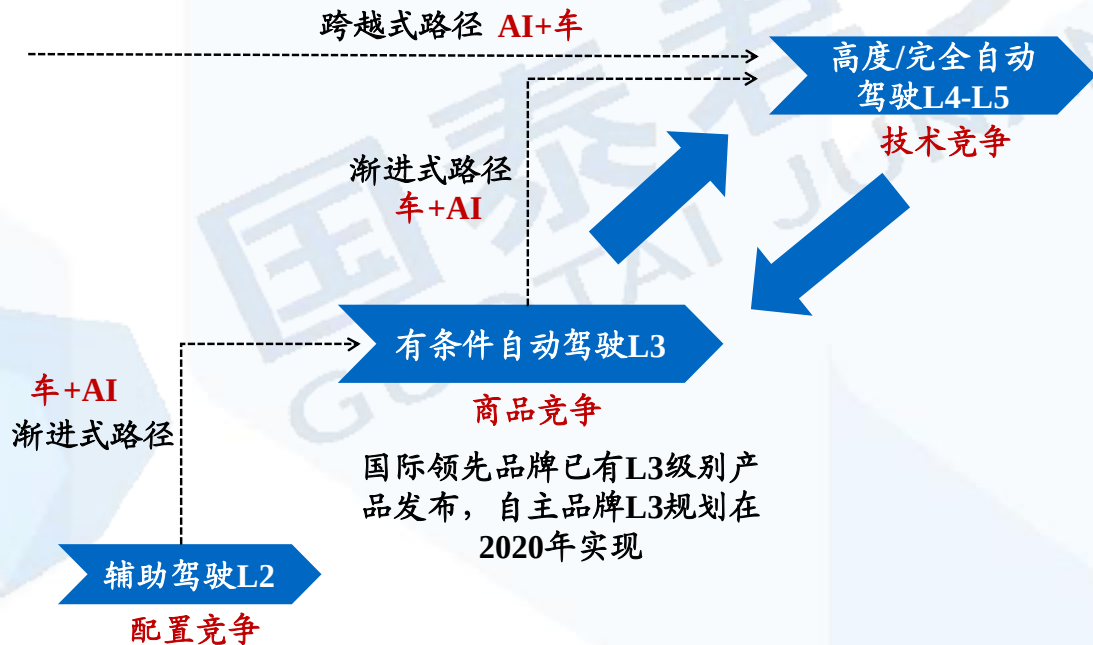
□ 主机厂整体上走的是渐进式路径。一方面从L1、L2向高阶自动驾驶升级，另一方面从高端车型向中低端车型渗透。整体来看是在L2的基础上叠加新的L3、L4级别的功能来给予客户更好的消费体验，通过“L3的功能+L2的责任划分”来规避L3责任划分问题，同时由于脱离了SAE J3016和法律的限制，相对于L3级自动驾驶，主机厂可以节约部分冗余设计，降低了成本。

图13：自动驾驶系统研发的主流玩家可以分为两大派系



- 科技企业整体上走的是跨越式路径。和主机厂不同，科技企业往往直接切入L4及以上级自动驾驶，从车型上主要以Robotaxi为代表的商用车，以及物流车、矿区车等针对具体工况的车辆入手，通过车型对使用场景的限制来降低开发难度。

图14：在自动驾驶技术开发过程中，主机厂走渐进式路径，科技公司则选择跨越式路径



□ 由于一旦发生事故造成的损失太大，实现对corner case的覆盖至关重要。

表4：由于一旦发生事故造成的损失太大，实现对corner case的覆盖至关重要

	教育	医疗/自动驾驶
出现负面的应用个例所造成的损失	小	大
效果验证方式	整体	个体
企业的核心关注点	效率	安全
对于可解释性的要求	低	高

□ **测试里程的积累是有效覆盖长尾场景的前提。**根据广汽的预测，要实现L4级自动驾驶所需要的长尾场景覆盖程度，至少需要完成10亿个测试场景，最小测试里程也需要10亿公里，这两个数据分别是实现L2级自动驾驶的10万倍、1万倍。

图15：达到L3及以上级别自动驾驶需要大量测试

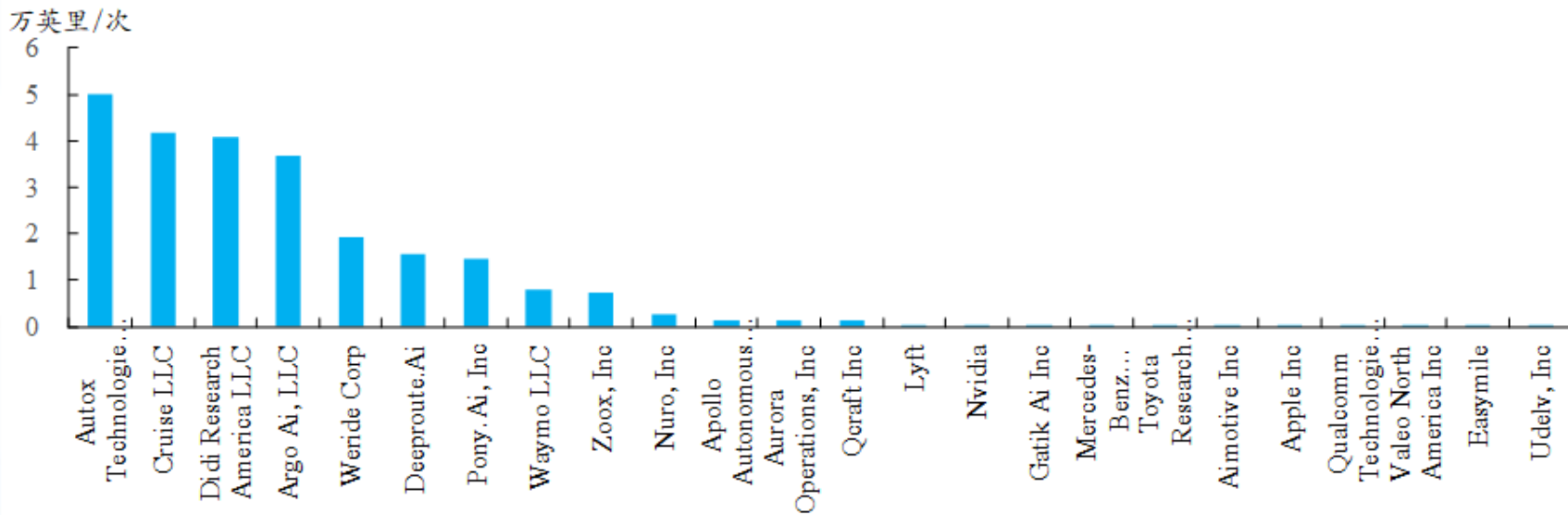
	KPD 公里/无接管 最小车辆数	最小里程数据	测试场景数/评价维度
L4智能驾驶	2000+*	10^9	10亿+/100+
L3智能驾驶	200+*	10^8	1000万+/50
	10+	10^6	10万/10+
L2智能驾驶	6~10*	10^5	1万+/10
	3-5	10^4	1千/5
	2-3	10^3	100/5

数据收集：从加州脱离报告判断，测试车队覆盖长尾场景仍需较长时间

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

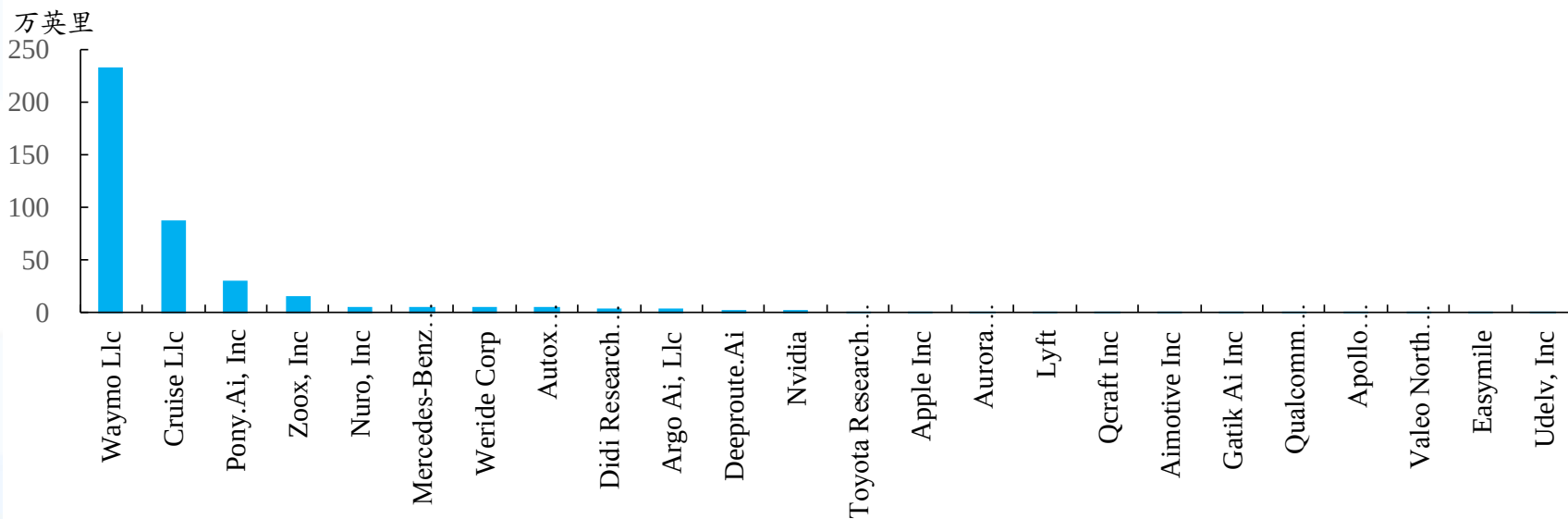
- **MPI值是加州脱离报告中最引人关注的指标。**美国加州是全球首个为自动驾驶车辆上路制定路测法规的地区。自2015年起，加州机动车管理局要求取得自动驾驶路测牌照的公司每年上交一份自动驾驶路测数据报告。报告中，最令人关注的是MPI值。
- **路测效果指标：**从2021年各家公司的MPI值来看，Autox、Cruise、滴滴分列前三位，MPI值分别为5.01万英里/次、4.17万英里/次、4.07万英里/次。

图16：根据MPI值来看，Autox、Cruise、滴滴分列前三位



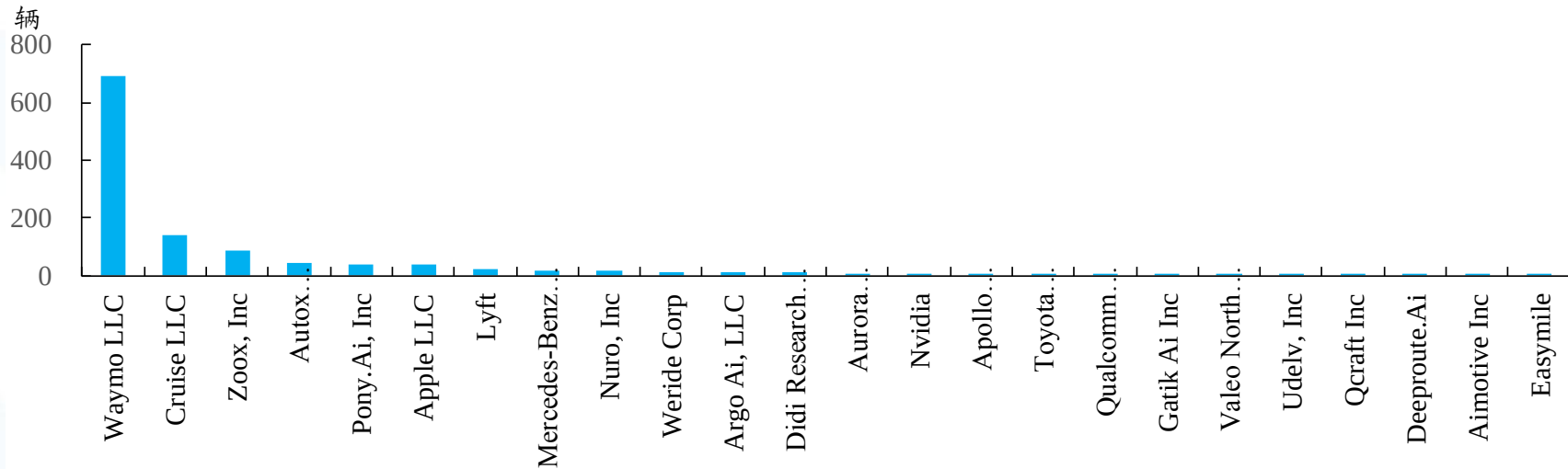
□ **测试里程不同。**从路测里程来看，2021年Waymo、Cruise、Pony.AI分列前三，分别为232.58万英里、87.61万英里、30.56万英里。

图17：从路测里程来看，2021年Waymo、Cruise、Pony.AI分列前三



□ **路测车辆数不同。**从路测车辆数来看，2021年Waymo、Cruise、Zoox分列三甲，分别为693辆、138辆、85辆。

图18：从测试车辆数来看，2021年Waymo、Cruise、Zoox分列前三



□ **对于脱离次数的统计标准不同。**加州DMV对于什么样的情况才必须接管也没有明确的规定，导致各家对于驾驶员接管车辆的标准并不统一。实际上，不接手就要发生事故和不接手只是略微影响其他车辆行驶，是完全不同的情况。

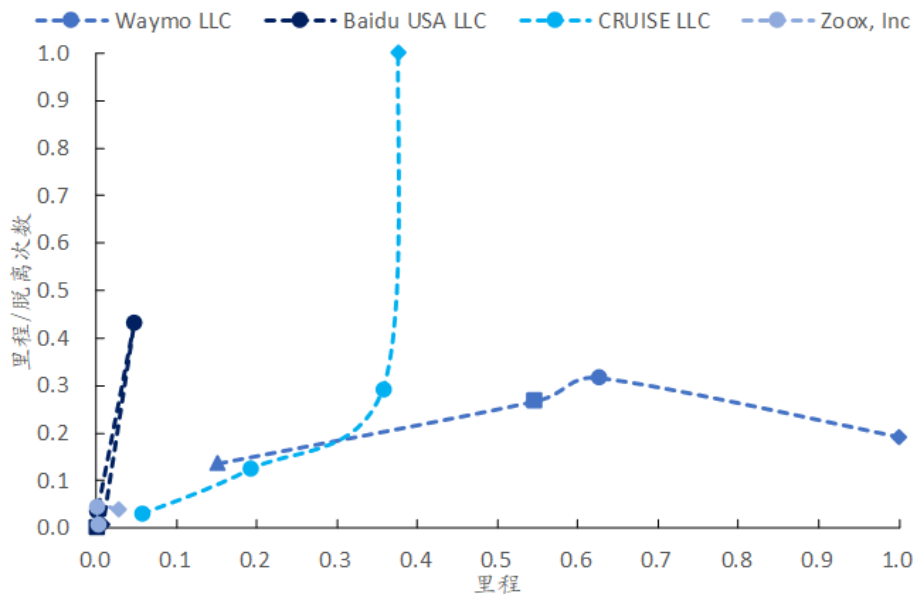
□ **测试场景不同。** street场景下脱离次数最多的玩家分别是Toyota、Waymo和奔驰，而苹果等公司的脱离则主要发生在freeway。

表5：不同公司的脱离次数在不同测试环境中的分布并不相同(单位：次)

	Freeway	highway	Parking Facility	Rural Road	street	总计		Freeway
Apple Inc	643	20				663	Apple Inc	643
Toyota Research Institute, Inc					419	419	Toyota Research Institute, Inc	
Waymo Llc	2	9			281	292	Waymo Llc	2
Mercedes-Benz Research & Development North America, Inc	19				253	272	Mercedes-Benz Research & Development North America, Inc	19
Easymile					222	222	Easymile	
Valeo North America Inc		18			187	205	Valeo North America Inc	
Qualcomm Technologies, Inc		143				143	Qualcomm Technologies, Inc	
Aimotive Inc	106					106	Aimotive Inc	106
Nvidia	27	4			51	82	Nvidia	27
Udelv, Inc					46	46	Udelv, Inc	
Nuro, Inc					23	23	Nuro, Inc	
Lyft					23	23	Lyft	
Cruise Llc					21	21	Cruise Llc	
Pony.Ai, Inc					21	21	Pony.Ai, Inc	
Zoox, Inc					21	21	Zoox, Inc	
Aurora Operations, Inc	4				5	9	Aurora Operations, Inc	4
Gatik Ai Inc					6	6	Gatik Ai Inc	
Qcraft Inc			1		4	5	Qcraft Inc	
Weride Corp		2			1	3	Weride Corp	
Deeproute.Ai					2	2	Deeproute.Ai	
Autox Technologies, Inc					1	1	Autox Technologies, Inc	
Didi Research America Llc					1	1	Didi Research America Llc	
Argo Ai, Llc					1	1	Argo Ai, Llc	
Apollo Autonomous Driving Usa Llc					1	1	Apollo Autonomous Driving Usa Llc	

- 我们重新构建了基于路测效果、路测规模两个维度构建对于公司路测实力的评价体系。路测效果越好、路测规模越大代表其路测实力越强。

图19：我们构建基于MPI值、路测里程两个维度构建对于公司路测实力评价



注：三角形标记、正方形标记、圆形标记、菱形标记分别为2017年、2018年、2019年、2021年数据

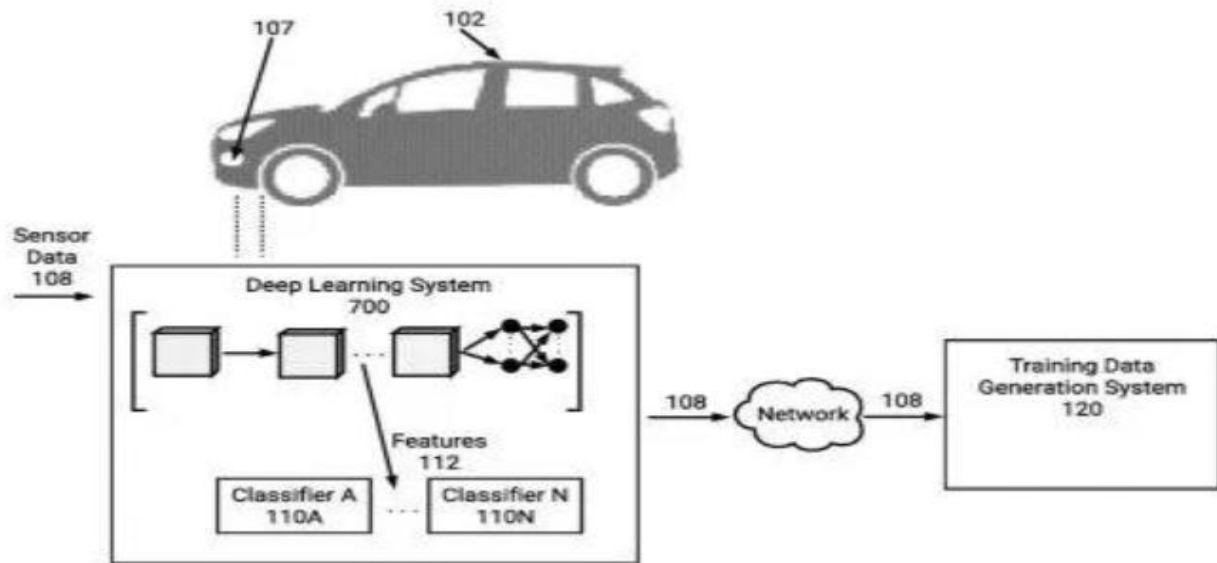
□ 2021年感知问题、行人问题、软件问题等方面，Waymo的接管频率表观值相对于2016年并未发生明显变化。比如，在2021年，Waymo由于软件问题造成的脱离频率是58次/百万公里，而2018、2019年分别为1次/百万公里、0次/百万公里。

表6：2021年感知问题、行人问题、软件问题等方面，Waymo的接管频率表观值相对于2016年并未发生明显变化

问题类型	2015	2016	2017	2018	2019	2021
感知问题	281	31	43	24	36	25
硬件的性能问题	92	0	37	2	6	4
预测问题	19	9	14	3	5	3
行人问题	54	16	3	17	8	10
多余操作，谨慎过头	130	47	54	40	21	25
天气问题	31	2	0	2	1	0
软件问题	189	80	26	1	0	58

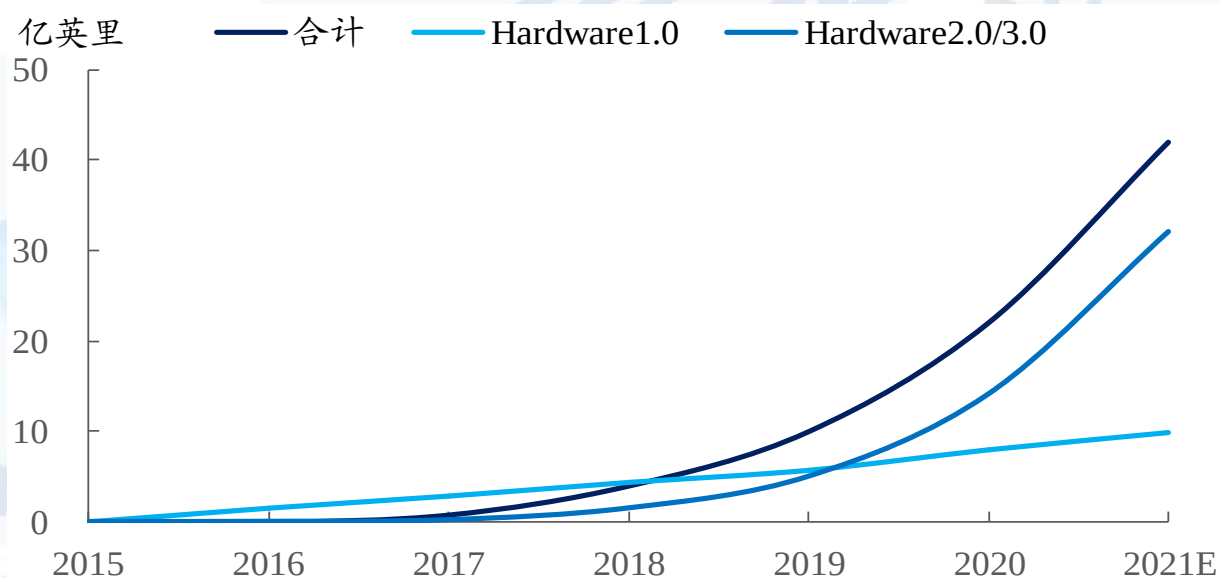
□ **特斯拉采用影子模式取代测试车队。**影子模式本质上是解决通过众包的方式来解决场景的快速积累问题。在这一模式下，即使人在进行驾驶的时候特斯拉自动驾驶系统同样也在进行计算自己会怎么做，然后和人的选择进行对比。如果自动驾驶系统和人的选择不一致，就对这类数据进行汇集，然后交由工程师判断自动驾驶系统的选择是否合理。2020年3月，特斯拉就申请了从车队中获取自动驾驶训练数据的专利。

图20：特斯拉申请了从车队中获取自动驾驶训练数据的专利



□ **影子模式帮助特斯拉快速实现对长尾场景的覆盖。**由于特斯拉的汽车数量远远多于自动驾驶测试车队，影子模式可以更快地实现对驾驶长尾场景的积累，同时得到的结果也有更强的统计学意义。截至2019年末，特斯拉累计交付搭载自动辅助驾驶硬件的车辆85万辆，AP激活状态下累计行驶里程已超过20亿公里，远远超过竞争对手(Waymo为2000万公里)。由于特斯拉保有量持续攀升，其他竞争对手和特斯拉之间在数据积累量以及长尾场景覆盖程度上的差距将会越拉越大。

图21：影子模式使特斯拉积累的行程数据远超竞争对手



□ 传感器主要有摄像头、毫米波雷达、超声波雷达和激光雷达等。根据自动驾驶路线、等级和厂商战略不同，各个自动驾驶汽车制造商对传感器的部署不同。一般而言，在L3及以上的自动驾驶系统中，相对于单一的传感器感知，基于摄像头、激光雷达的多传感器融合感知方案是当下的主流方案。

表7：各类传感器特点各异

	摄像头	毫米波雷达	激光雷达
最远探测距离	50m	250m	200m
精度	一般	较高	极高
功能	车道偏离预警、前向碰撞预警、交通标识判别等	自适应巡航、自动紧急制动	实时建立周边环境的三维模型
优势	成本低	不受天气影响、探测距离远	精度高、撒泼，哦安排周边环境实时建立三维模型的功能替代方案少
劣势	依赖光线、受极端天气影响	成本高、难以识别行人	受恶劣天气影响、成本高

□ 特斯拉坚持纯视觉方案，优化摄像头配置。特斯拉已公布下一代智能驾驶系统的设计，全新一代HW4.0硬件版本包括第二代FSD芯片、全新500万像素摄像头以及高分辨率成像雷达。

表8：HW3.0和HW4.0的对比

	HW3.0	HW4.0
前置摄像头	3个	可能会减少至2个
图像传感器	AR0136AT (安森美2015年款, 123万像素) 1280*960像素, 1/3光学尺寸	IMAX490 (索尼, 543万像素) 2896*1876像素, 1/1.55尺寸, ADC 10比特帧率为30帧, 灵敏度为2280mv
侧面相机	Camera (90°) *2	
侧面后置摄像头	Camera (60°) *2	
毫米波雷达	Radar*1 (170m)	高分辨率雷达
超声波雷达	Lidar*12 (8m)	未知
核心处理器	FSD芯片 (14nm)	FSD芯片 (7nm)

数据收集：特斯拉坚持纯视觉方案，打通低成本线路

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

□ ISP和摄像头方面，特斯拉将采用索尼IMAX490汽车图像传感器，从视觉广角和有效测距方面极大提升传感器性能。这些摄像头将运用至其推出的所有车型，包括Model S/X、Model 3/Y及即将推出的Cybertruck等。相较于FSD 3.0，索尼IMAX490在光学尺寸上有较大的优势，其尺寸甚至优于2022年CES大展时安森美推出的AR0820AT（光学尺寸为1/2）。更大的光学尺寸能获得更好的成像，也更容易获得广角视野，更好地获得视觉感知。

图22：索尼IMAX490图像传感器能获得更大广角视野

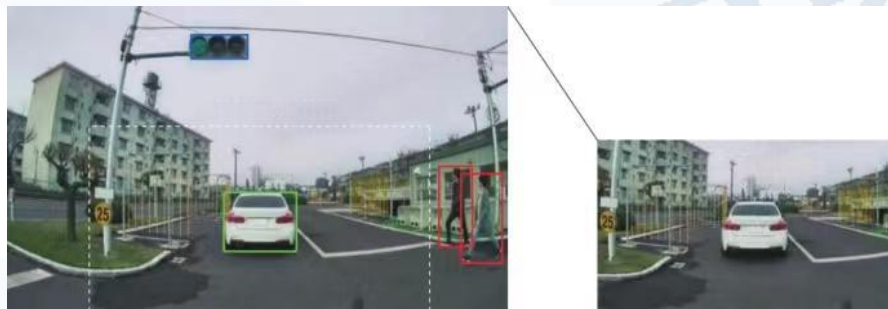
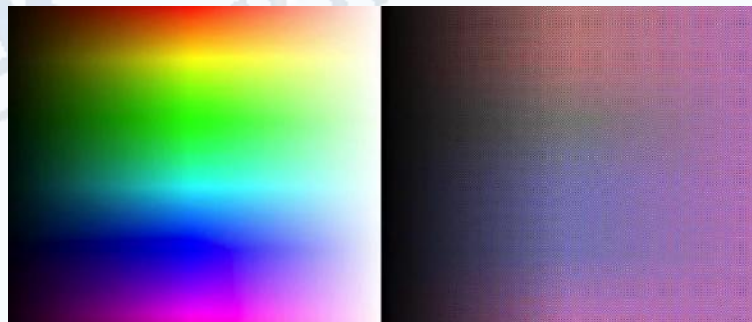


图23：人眼会自动加工信息，与客观视野有所偏差

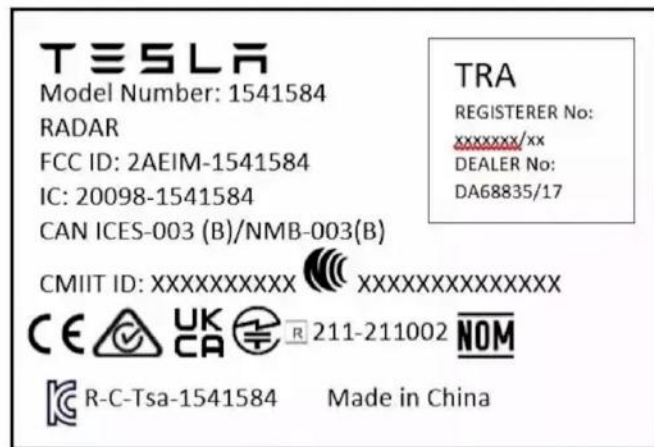
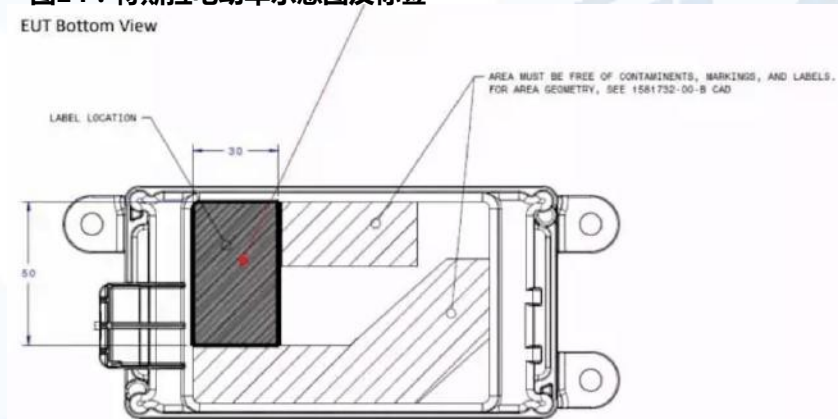


数据收集：特斯拉坚持纯视觉方案，打通低成本线路

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

□ 特斯拉选择使用更高分辨率雷达，提升返回数据的可靠性，一定程度上对融合感知方案有所回归。此前，特斯拉人工智能总监曾表示，对于低分辨率雷达来说，通过类似立交桥这样的场景时，融合感知很棘手。因为雷达的仰角分辨率很低，这意味着很难分辨出立交桥和下面停着的车辆，一旦无法正确区分立交桥和车辆，就可能会导致碰撞。现如今，高分辨率4D成像雷达的出现，通过快速增加虚拟信道技术，能够大幅度提升返回数据的分辨率。高工智能汽车研究院认为，高分辨率4D成像雷达提供了四维（距离、多普勒、方位角、仰角）的直接和独立探测能力，通过基于密集点云的前融合，可以大幅提升智能驾驶系统的安全性和舒适性，这也是现如今特斯拉计划更新毫米波雷达的原因。

图24：特斯拉电动车示意图及标签



- 基于高端的算法和摄像头配置，特斯拉所配置摄像头和毫米波雷达数量较少，且不配备激光雷达。
- 车载摄像头可分为：前置摄像头（含ADS摄像头、行车记录仪、夜视、环视前置摄像头等）、侧置摄像头、后置摄像头和内置摄像头。对于高阶自动驾驶，ADS摄像头一般为7~10颗，侧视和后视通常共5颗。特斯拉所使用摄像头个数较少，主要是由于其摄像头像素、精度及融合性能较好。

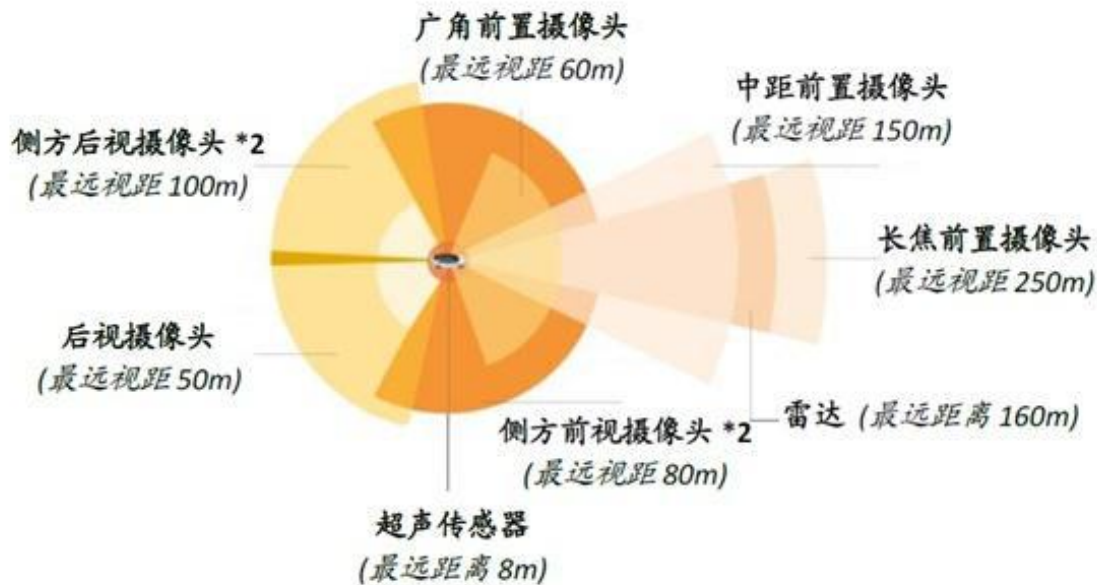
表9：常规摄像头配置

前视	侧视	后视	内视
ADS摄像头*1-3 行车记录仪*1 夜视摄像头*1 全景影像*1	ADAS摄像头*4 全景影像*2 人脸开门*1	ADAS摄像头*1 倒车影像/全景影像*1	驾驶员疲劳测试*1 成员检测*1-4

- 毫米波雷达通常安装在车辆前后4角位置的毫米波角雷达，用于拓展多车道驾驶辅助功能。部分车型在高级自动驾驶上毫米波雷达应用已拓展到后视区域D和侧视区域C，如长城摩卡传感器，毫米波雷达搭载数量已达到8颗。由于过去难以寻找到精度较高的毫米波雷达，特斯拉仅搭载一枚毫米波雷达，以期减少低分辨率毫米波雷达带来的冗余信息，影响后续决策。
- 激光雷达的应用受制于其高昂的购置安装成本。随着MEMS、纯固态技术的成熟，激光雷达价格有望发生大幅下降，而激光雷达价格下降促进激光雷达出货量提升将进一步为激光雷达带来规模效应促进其成本下降。但是，对于特斯拉来说，BEV感知算法思维使得激光雷达的三维建模功能非必要，特斯拉选择剔除冗余功能，进一步降本增效。

□ 特斯拉聚焦摄像头视觉系统和神经网络解决方案，坚持纯视觉方案。以特斯拉Model 3来看，其传感器方面使用了12个摄像头、1个雷达和12个超声波传感器，并未使用激光雷达。其为扩大其先进的芯片算法及摄像头优势，在BEV感知算法的加持下，激光雷达所构建的三维模型功能是冗余的，故特斯拉放弃激光雷达+高清地图的传统竞争策略，减少与低分辨率雷达磨合的成本，力求完全依赖光学摄像机实现自动驾驶；同时，纯视觉方案较雷达+高清地图适用性更广泛。

图25：Model 3传感器构造



数据收集：特斯拉坚持纯视觉方案，打通低成本线路

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

□ 特斯拉致力于在传感器端降本增效。在2020年推出的HW3.0芯片中，特斯拉使用的8个摄像头均来自于On Semiconductor 2015年推出的图像传感器，主要目的是为了降低成本。

□ **三前摄像头**：特斯拉的三前向摄像头采用ON Semi AR0136A的三个CMOS图像传感器，均价在65美元左右，相较于一汽汽车供应商ZF设计的S-Cam 4三摄像头165美元的均价较低。同时，相较于宝马在三种不同的PCB上独立组合传感器的方案，特斯拉的三前向摄像头模块在PCB中嵌入了所有CMOS传感器而没有处理SoC，也与其降低成本的逻辑相符。

□ **核心处理器**：特斯拉在HW3.0以前采用Nvidia芯片和Infineon的MCU，均价约280美元，供应商在SoC、CPU和GPU上保持巨大的利润率。相较而言，其HW3.0及即将推出的4.0中均采用自主研发的FSD芯片，据System Plus估计均价约190美元，成本上有大幅降低。

图26：特斯拉的三前摄像头与TriCam比较图



图27：特斯拉的ECU及部件进化图

□ HW3.0: 20% cost reduction compared to HW2.5

HW Release Sequence and Timeline



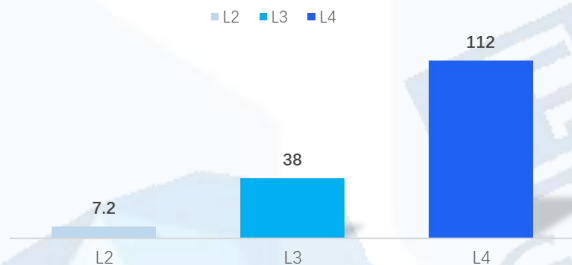
数据处理：自研FSD芯片帮助特斯拉从底层构建核心壁垒

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

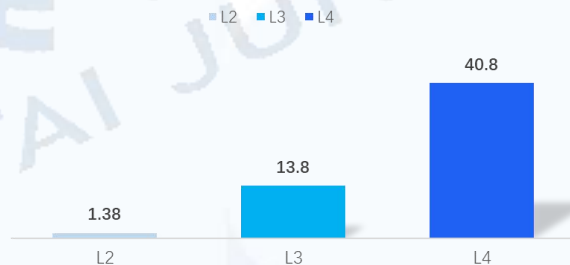
随着自动驾驶等级提升，对处理器的算力也提出了更高的要求。

- 由于自动驾驶需要在不同天气、光线条件下对周围环境进行实时的感知，识别、跟踪各种动态或静态的物体并对其可能的行为进行预判，随着自动驾驶等级的提升，相应的感知需求也在成倍增加。
- 传感器的数量增加意味着需要处理的数据量也在快速增长。L4自动驾驶的典型像素数据高达112MP，约为L2自动驾驶的16倍；需要处理的数据量为40.8亿字节/秒，约为L2自动驾驶的30倍。

图28：自动驾驶等级提升需要更多传感器
不同自动驾驶等级的典型像素数据（MP）



不同自动驾驶等级的数据量（亿字节/秒）



L2 ADAS (5V5R)

- 1x前视摄像头（2MP）
- 4x全景摄像头（1.3MP）
- 4x角毫米波雷达+1x前置长距毫米波雷达

L3 高速公路自动驾驶(13V9R1L)

- 2x前视摄像头（8MP）
- 4x侧视摄像头+1x后视摄像头（2MP）
- 4x全景摄像头（2MP）
- 1xDMS摄像头+1xIMS摄像头（2MP）
- 毫米波雷达：1x前置长距+2x后置+2x短距侧方+4x角部

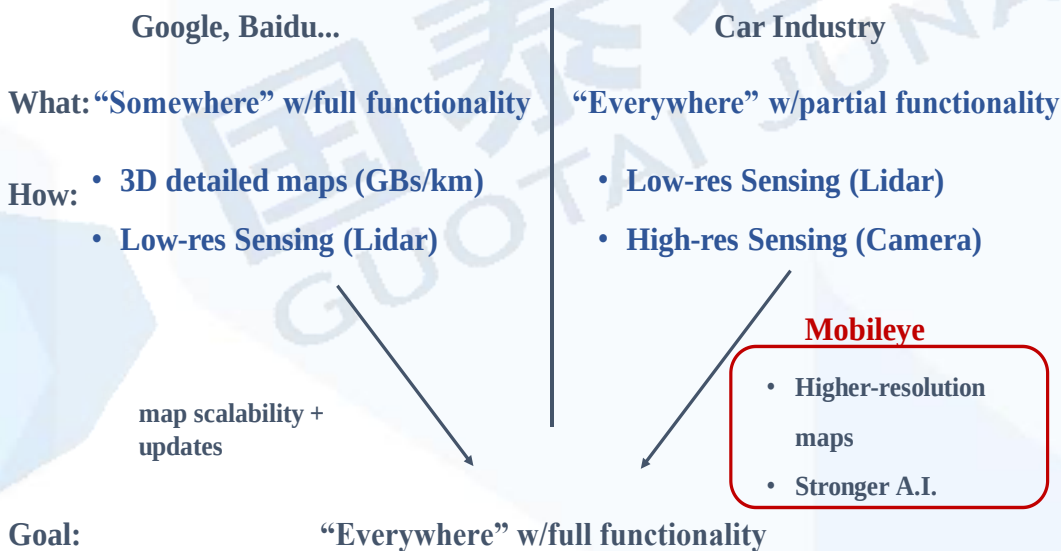
L4 市区自动驾驶 (14V9R5L)

- 2x前视摄像头（12MP）
- 4x侧视摄像头+1x后视摄像头（8MP）
- 4x全景摄像头（8MP）
- 1xDMS摄像头+1xIMS摄像头（8MP）
- 毫米波雷达：1x前置长距+2x后置+2x短距侧方+4x角部
- 激光雷达：1x前置+4x角部

HWI/AP1采用Mobileye芯片，但2016年7月双方中止合作。在HWI/AP1时代，特斯拉采用的是Mobileye EyeQ3芯片，但在2016年7月，Mobileye联合创始人兼CTO在Q2 季报会议上宣布EyeQ3 芯片将会是 Mobileye和特斯拉公司的最后一次合作，双方最终分道扬镳。

表面上看，2016年5月发生的一起交通事故是双方中止合作的直接原因。本质上，特斯拉和Mobileye的分手有其必然性。

图29：Mobileye将自身划分在传统主机厂阵营中



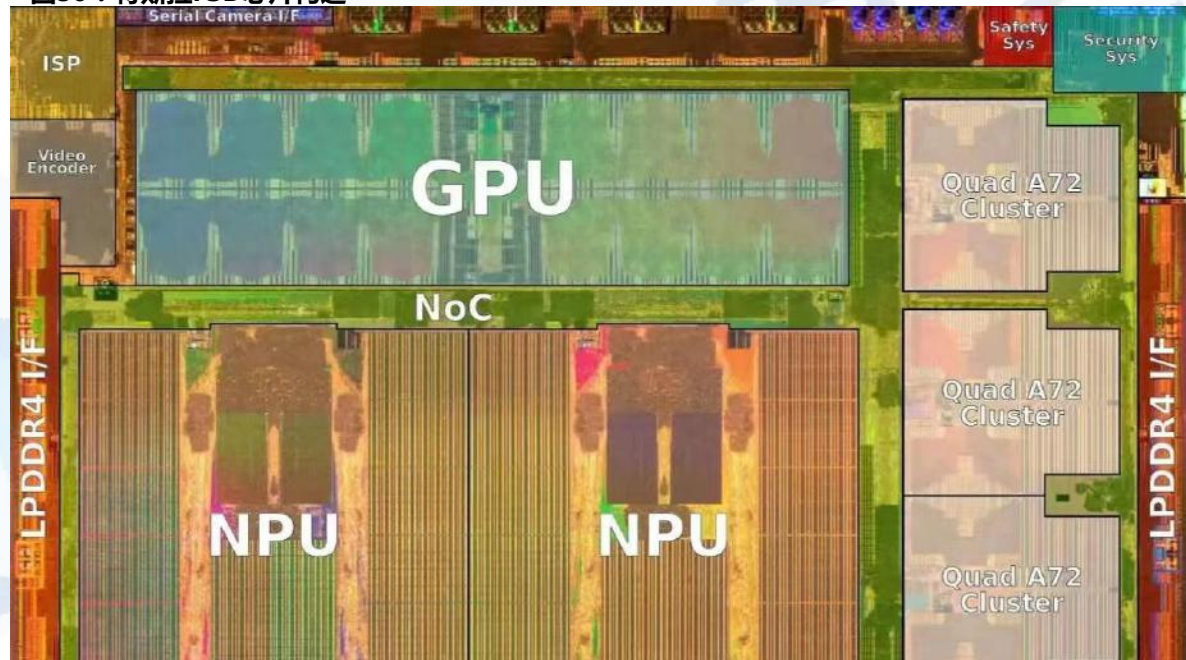
HW1/AP2和HW2.5采用英伟达芯片，2017年特斯拉宣布自研芯片，合作告终。HW3采用特斯拉自研芯片。特斯拉发布FSD系统时披露，FSD芯片的研发开始于2017年，从设计到量产共历经18个月，在2019年4月开始正式在Model 3上应用。

表10：目前特斯拉FSD系统已采用自研芯片

硬件版本		HW1/AP1	HW2/AP2	HW2.5	HW3/FSD Computer
发行日期		2014.9 -2016.10	2016.10 -2017.8	2017.8-2019.4	2019.4至今
搭载平台		Mobileye EyeQ3	英伟达DRIVE PX 2	英伟达DRIVE PX 2+	自研FSD Computer
数据处理单元系统		Mobileye EyeQ3*1	英伟达Tegra Parker*1	英伟达Tegra Parker*2	特斯拉自研FSD 芯片*2
		英伟达Tegra 3*1	Pasca 架构GPU*1	Pasca 架构GPU*1	
前置毫米波雷达	安置量	1 (博世)	1 (博世)	1 (大陆)	1 (大陆)
	监测范围	160m	160m	175m	175m
超声波雷达	安置量	12	12	12	12
	监测范围	5m	5m	8m	8m
前置摄像头	安置量	1		均为一个三目摄像头（长焦、中焦、广角）	
	监测范围	NA		长焦(35°)250m，中焦(50°)150m，广角(120°)60m	
前侧摄像头	安置量	0	2	2	2
	监测范围	0	左(90°)80m，左(90°)80m	左(90°)80m，左(90°)80m	左(90°)80m，左(90°)80m
后置摄像头	安置量	1	1	1	1
	监测范围	倒车用	50m	50m	50m
后侧摄像头	安置量	0	2	2	2
	监测范围	0	100m	100m	100m
GPS		GPS&地图	GPS&地图	GPS&地图	GPS&地图
FPS		36	110	110	2300
TOPS		0.256	12	12	144

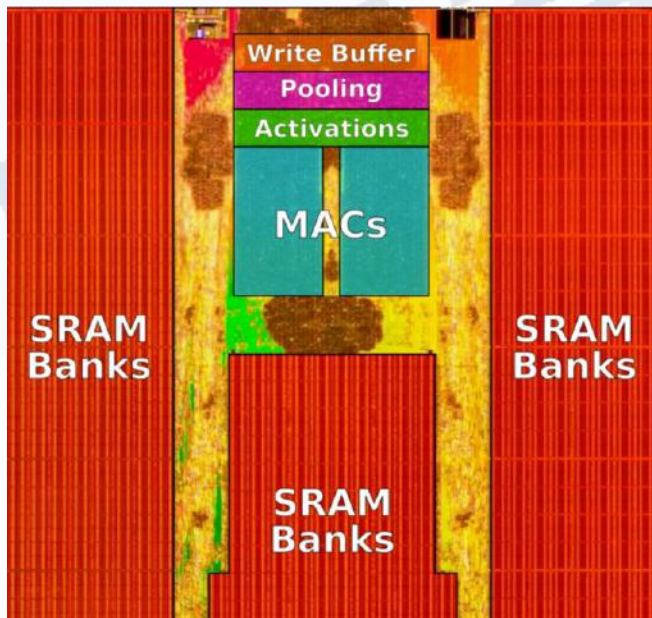
- HW4.0方案是特斯拉正在开发的基于自研的自动驾驶芯片的第二代控制器，预计其性能将是HW3.0的3倍。主要包括三个部分：自动驾驶芯片、自动驾驶CMOS传感器和自动驾驶算法软件。

图30：特斯拉FSD芯片构造



□ 芯片方面，特斯拉将采用7nm的自研FSD芯片，较上一代芯片性能提升较大。据特斯拉惯用的卷积算法，汽车之心初步估计，特斯拉的第二代FSD芯片至少需要400TOPS的AI算力。特斯拉在第一代 FSD 芯片里承认，除了NNA（AI 加速器），其余都购买自第三方IP。就特斯拉一贯的NAA设计来看，要达到400TOPS的算力，只需要增加MAC数量和SRAM容量。三星7纳米工艺，裸晶面积大约需要增加 100 平方毫米，能够有效提高SRAM内存。

图31：特斯拉NNA裸晶透视图（面积为 47.54 平方毫米，包含9216个阵列的MAC，其余为SRAM内存）



口 特斯拉FSD芯片的特点主要体现在高速图像处理、NPU、SRAM等三个方面。

以NPU为主：Mobileye EQ5芯片由4个模块组成，分别是CPU、CVP、DLA和MA，以CPU和CVP为主；英伟达Xavier芯片主要由GPU、CPU、DLA、PVA以及两个ASIC构成，以GPU、CPU为主。而特斯拉FSD芯片主要由三个模块构成（CPU、GPU、NPU），以NPU为主，由于特斯拉未采用雷达视觉方案，并未包含CVP模块。

高速图像处理：1)在数据传输方面，FSD系统的图像处理器SIP的数据传输速度达到25亿像素/秒，这个传输速度远远大于8颗摄像头所采集的数据量；2)在数据处理方面，FSD芯片内置的图像处理器ISP的最高处理速度为10亿像素/秒，已经达到了最快的消费级视频传输DP1.4标准，而通常意义上讲，车载芯片是会落后于消费级芯片的；

SRAM：ISP主要的作用是把摄像头产生的原始三原色数据转化成复杂的图像信息，而在这些信息在进入NPU被进一步处理之前就会被存储在SRAM中。根据特斯拉芯片总工程师Pete Bannon的说法，处理全自动驾驶的缓存带宽至少要达到1TB/秒，而FSD芯片SRAM的带宽达到了2TB/秒。

图32：特斯拉FSD芯片的特点主要体现在高速图像处理、NPU、SRAM等三个方面



数据处理：自研FSD芯片帮助特斯拉从底层构建核心壁垒

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

目前除了特斯拉外，主流主机厂和新势力大多采用外采芯片，自研芯片帮助特斯拉从底层构建起了核心技术能力和技术壁垒。

表11：除特斯拉外主流主机厂和新势力大多采用外采芯片

	特斯拉	沃尔沃	戴姆勒	宝马	蔚来	理想	小鹏
自动驾驶芯片	FSD	Drive Xavier	Drive Xavier	EyeQ4	Orin SoC	Orin SoC	Drive Xavier
方式	自研	外采	外采	外采	外采	外采	外采
芯片企业	特斯拉	英伟达	英伟达	Mobileye	英伟达	英伟达	英伟达

自动驾驶软件 and 手机软件存在一定的差异，这使得先发优势在自动驾驶领域变得尤为重要。特斯拉自研芯片已占得先机。

图33：自动驾驶功能模块但归根结底是同一类应用，涉及的范畴远远窄于智能手机



02

商业模式的探索者

特斯拉实现了商业模式创新。2017年以来，特斯拉服务及其他收入快速增长。特斯拉增值服务板块包括自动驾驶、车载娱乐服务包、OTA升级、超级充电站、自营保险等模块。

表12：特斯拉增值服务板块包括自动驾驶、车载娱乐服务包、OTA升级、超级充电站、自营保险等模块

项目名称	功能介绍	收费模式	记表方式
自动驾驶	Autopilot自动驾驶包含三种自动驾驶级别由低到高的服务AP，EAP和FSD。通过软件更新，Autopilot可以不断引入新功能并完善现有功能，持续提升车辆的安全性和功能性。所有新款车辆均搭载完全自动驾驶（FSD）所需的硬件，未来功能升级后的车辆将能在几乎所有情况下实现完全自动驾驶	一次性支付，FSD最新价格10000美元（价格持续上涨中）	向客户交付功能时确认收入(2020Q1：约50%尚未确认，被纳入递延收益中)
车载娱乐服务包	包括流媒体音乐和视频播放、需要联网的车载游戏、地图实时路况显示等	标准车载娱乐服务包：免费 高级车载娱乐服务包：按月支付9.9美元	直线确认
OTA升级	不定时推出续航升级/座椅加热等更新升级服务	一次性支付，不同升级服务所需价格不同	直线确认
超级充电站	在全球多个国家建立数以万计的特斯拉专用途中充电站	占位费/充电费用按实际情况收取	直线确认
自营保险	在加州率先推出针对特斯拉车辆的保险	与保险公司无明显差异	确认收入

FSD：以期权模式提升汽车保值率，2020Q1末渗透率19.08%-25.89%

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

特斯拉自动驾驶业务共发布过三款产品：AP、EAP 和FSD。AP (Autopilot) 提供基础的L2级别自动驾驶服务。目前AP包括交通感知巡航控制、自动转向等功能。FSD (Full-Self-Driving) 为有更高要求的客户提供L3甚至更高级别的自动驾驶服务。EAP (Enhanced Autopilot) 是介于AP和FSD之间的产品，目前已停售。

表13：特斯拉自动驾驶业务共发布过三款产品：AP、EAP、FSD

软件名称	主要功能	功能介绍
AP	交通感知巡航控制系统 自动转向	使汽车速度与周围车辆的速度匹配 协助在标记清晰的车道内转向，并使用交通感知的巡航控制系统
FSD	自动辅助导航驾驶	自动驶入和驶出高速公路匝道或立交桥岔路口，超过行驶缓慢的车辆
	自动辅助变道	在高速公路上自动辅助变换车道
	自动泊车	平行泊车与垂直泊车
	智能召唤	在合适的场景下，停在车位的车辆会响应您的召唤，驶出车位并前往您所在的位置
	识别交通信号灯和停车标志并做出反应	识别停车标志和交通信号灯，并在驾驶员的监督下自动将汽车减速至停止
	在城市街道中自动辅助驾驶	
EAP	拥有FSD前四项功能	-

FSD：以期权模式提升汽车保值率，2020Q1末渗透率19.08%-25.89%

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

特斯拉自动驾驶产品价格曾多次变化。

图34：特斯拉自动驾驶产品价格曾多次变化

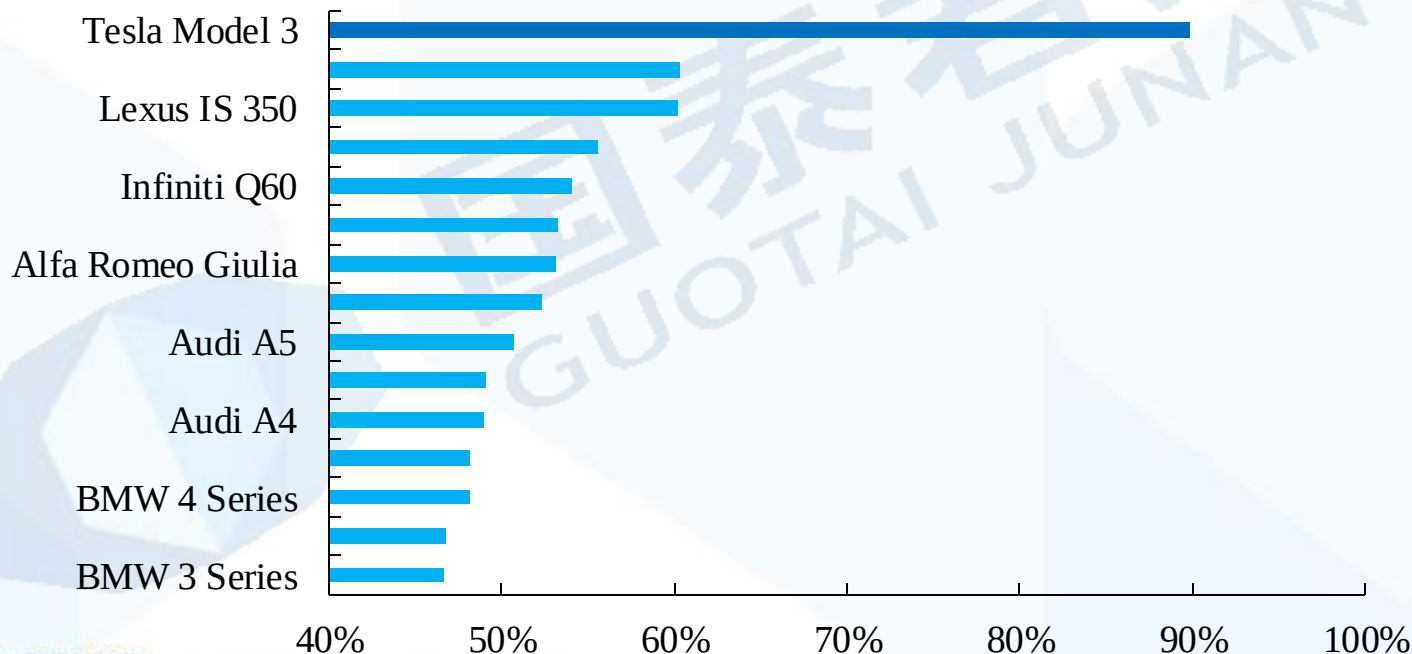


FSD：以期权模式提升汽车保值率，2020Q1末渗透率19.08%-25.89%

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

特斯拉汽车保值率远高于其他主机厂的车型。从商业模式上看，FSD的本质是以期权模式为汽车这一纯消费品增加投资属性，从而提升汽车的保值率。根据CleanTechnica的数据，特斯拉Model 3的三年保值率高达89.8%，远超其他主机厂(其他选中车型的保值率均值为52.0%)。

图35：特斯拉Model3的三年保值率远高于其他主机厂的车型



FSD：以期权模式提升汽车保值率，2020Q1末渗透率19.08%-25.89%

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

方法一：据递延收益得2020Q1末FSD渗透率19.08%。

图36：在会计处理中，FSD的规模和递延收益相关



FSD：以期权模式提升汽车保值率，2020Q1末渗透率19.08%-25.89%

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

方法一：据递延收益得2020Q1末FSD渗透率19.08%。

图37：可根据递延收益推算FSD渗透率

$$\begin{aligned} \text{特斯拉销量} \times \text{FSD渗透率} \times \text{FSD价格} &= \text{FSD相关收入} = \text{FSD相关当期收入} + \text{FSD相关递延收益} \\ \text{FSD渗透率} &= (\text{FSD相关当期收入} + \text{FSD相关递延收益}) \div \text{特斯拉销量} \div \text{FSD价格} \end{aligned}$$

FSD：以期权模式提升汽车保值率，2020Q1末渗透率19.08%-25.89%

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

□ **FSD相关递延收益**：在2020Q1业绩说明会上，特斯拉披露截至2020Q1末和FSD相关的递延收益账面余额略超6亿美元；截至2020Q1末，针对FSD的收费有约50%直接确认收入，50%进入递延收益。

□ **特斯拉保有量**：粗略认为特斯拉保有量等于其累计销量，截至2020Q1末，特斯拉全球累计销量为98.85万辆。

图38：特斯拉汽车交付量持续增加



□ **FSD价格**：在2019年4月FSD推出到2020年3月末，FSD功能经历了两次提价，第一次是2019年5月份，FSD售价由5000美元提升至6000美元，第二次是2019年10月，售价从6000美元提升至7000美元，故我们根据特斯拉在美国的月度销量进行加权，得出截至2020年3月末，FSD平均售价为6362.54美元。

图39：特斯拉FSD价格在持续上涨

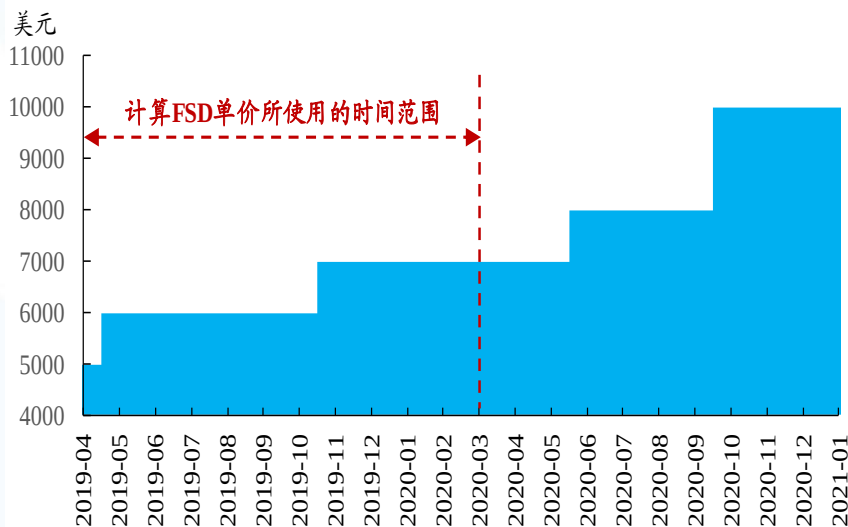
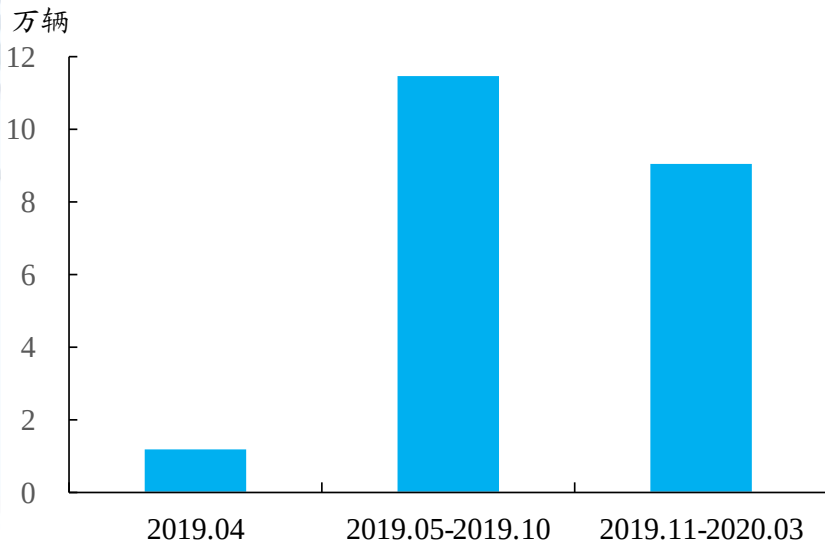


图40：根据特斯拉在美国的月度销量对FSD价格进行赋权



FSD：以期权模式提升汽车保值率，2020Q1末渗透率19.08%-25.89%

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

$$\text{特斯拉销量} \times \text{FSD渗透率} \times \text{FSD价格} = \text{FSD相关收入} = \text{FSD相关当期收入} + \text{FSD相关递延收益}$$

$$\text{FSD渗透率} = (\text{FSD相关当期收入} + \text{FSD相关递延收益}) \div \text{特斯拉销量} \div \text{FSD价格}$$

带入公式中可得，FSD在2020Q1末的渗透率为19.08%。

FSD：以期权模式提升汽车保值率，2020Q1末渗透率19.08%-25.89%

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

方法二：

$$\text{FSD渗透率} = \text{中国FSD渗透率} \times \text{中国保有量占比} + \text{除中国外FSD渗透率} \times \text{除中国外保有量占比}$$

□ **FSD在中国区的选装率**：在业绩说明会上，特斯拉披露FSD在中国的选装率仅为1%-2%，远低于世界其他地区。计算中我们假设中国区渗透率为1%。

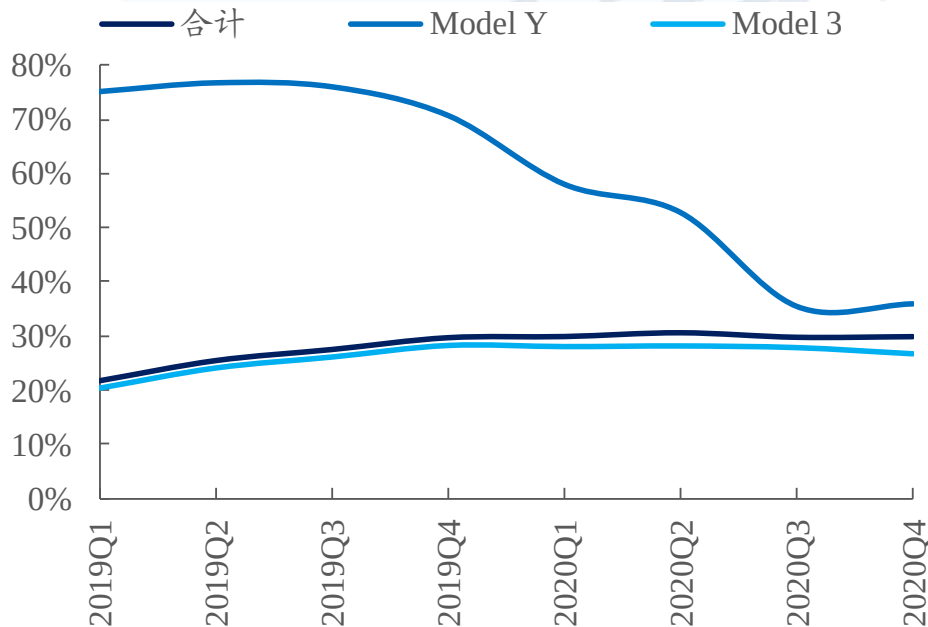
FSD：以期权模式提升汽车保值率，2020Q1末渗透率19.08%-25.89%

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

方法二：据调研结果得2020Q1末FSD渗透率25.89%。

□ FSD在除中国外地区的选装率：特斯拉论坛对Model Y、Model 3车主对于自动驾驶模块的选配情况进行了调查，调查样本主要来自美国、加拿大等国家。结果显示，在2618条样本数据中共有786名车主选择了FSD，选装率为30.02%

图41：特斯拉论坛的调研结果显示，截至2020Q1末FSD在调研区域的渗透率约为30%



特斯拉是驾驶领域最早实现OTA的企业。早在2012年4月，特斯拉就开始了OTA升级，升级次数已经达到几十次，涉及的领域和控制器非常丰富。目前，特斯拉推出的OTA升级还是以免费为主，付费模块除了前文提到的FSD之外，还包括缩短百公里加速时间、增加续航里程、后排座椅加热等。对于这些功能，特斯拉采用硬件预装，软件锁定的方式，用户可以选择付费对某个OTA功能进行解锁。

表14：特斯拉推出了多项和自动驾驶相关的OTA免费升级功能

发布时间	版本序列	功能介绍
2014.9	6.0	中文导航和地图服务、语音命令设定目的地、智能空气悬架和新的电源管理选项等功能
2015.1	6.1	新增交通感知巡航控制、车道偏离预警、自动追踪道路标志、识别当前路段限速值、盲点预警等功能
2015.3	6.2	车速辅助、主动巡航控制、前撞预警、自动紧急制动、盲点警报、车道偏离警报和自动远光灯等辅助驾驶功能
2015.10.15	7.0	拥有全新的界面，解锁了备受期待的自动驾驶功能，并且激活了自动变道和自动泊车等功能
2016.1.10	7.1	对自动驾驶功能进行了完善，新增“垂直泊车”、“遥控召唤”等多项功能
2016.9.11	8.0	全新界面的UI设计、更直观的媒体播放器、实时地图显示功能、优化地图显示方式、新增的实时路况和路线规划功能与增强版本的Autopilot自动辅助驾驶系统等
2017.3.19	8.1	自动辅助转向系统每小时最大速限提升至 150 公里、自动变道、召唤(测试版) 以及自动紧急制动等
2018.10.15	9.0	支持用户存储前视摄像头视频、360度全景视线、增强线路规划能力、路障检测能力、Navigate on Autopilot(NO A)等
2019.9.26	10.0	加入停车场智能召唤功能等
2020.4		部分用户开始收到“交通灯和停车标志控制”功能更新

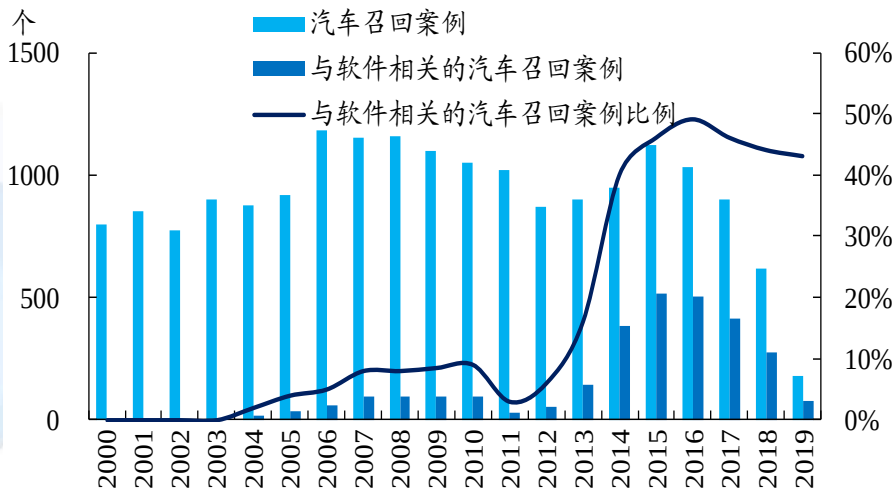
表15：特斯拉已推出的付费OTA模块包括缩短百公里加速时间、增加续航里程、后排座椅加热等

功能	详情
百公里加速时间缩短	可帮助Model3长续航版百公里加速度缩短0.5s
Model S/X续航里程增加	Model S/X车型升级后可增加几十公里的 EPA续航里程
后排座椅加热	标准续航版和标准续航升级版Model 3可通过 OTA升级获得座椅加热功能

对于特斯拉而言，通过OTA实现功能拓展和升级具有诸多好处，也是其在软件定义汽车的又一重要创新。

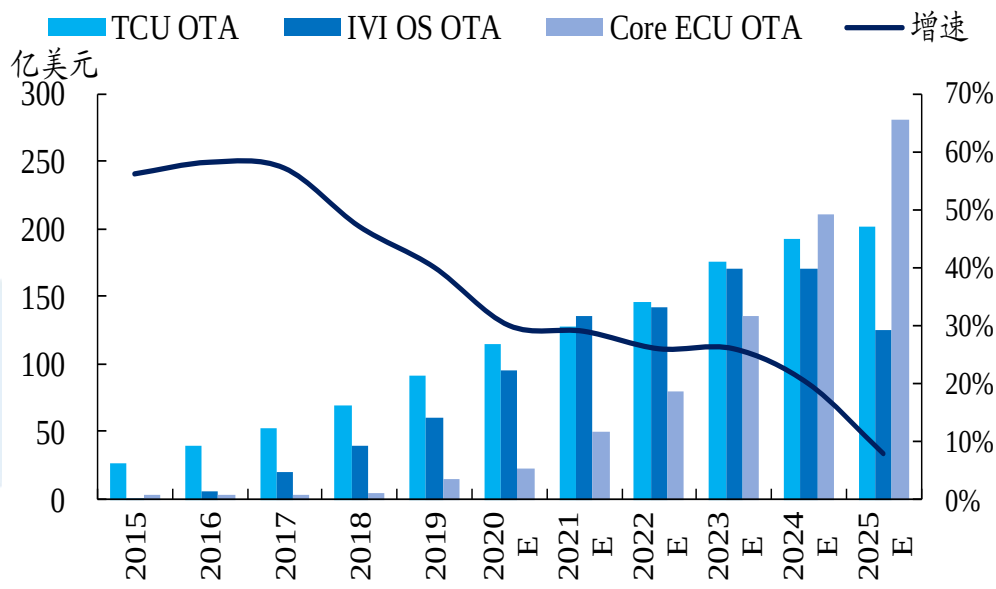
□ **规避召回风险。**根据IHS的研究，近年来和软件相关的汽车召回案例比例在显著上升，目前这一比例已经超过40%。如果可以通过OTA的方式对软件进行更新和完善，召回的发生有望大大减少，既节约了成本又降低了进厂召回带来的风险。

图42：和软件相关的汽车召回案例比例已超40%



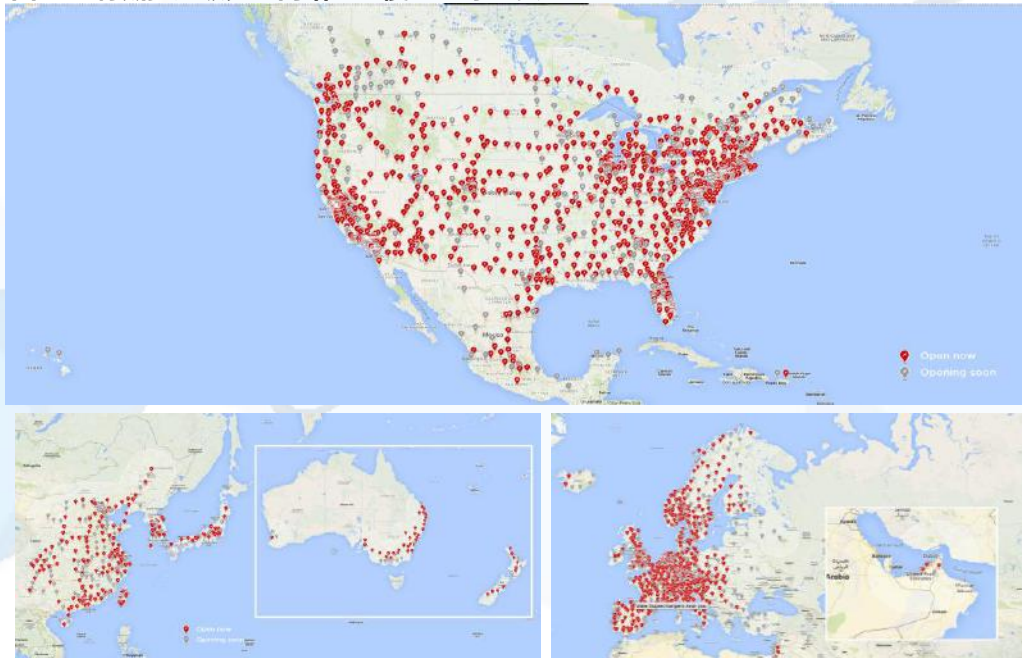
□ **延长硬件生命周期，降低成本。** OTA的本质是通过软硬件的解耦来实现硬件生命周期的最大化。根据IHS的研究，2019年OTA在IVI OS、Core ECU、TCU更新上为OEM节约的成本已达到165亿美元，这一数字在2025年有望超过600亿美元。

图43：OTA为汽车OEM节约的成本不断增加



□ 特斯拉建设超级充电网络，解决电动车和充电站之间鸡生蛋还是蛋生鸡的问题。特斯拉超级充电网络在美国、中国、西欧、日本等国家和地区已经有较高的密度。

图44：特斯拉超级充电网络已经覆盖全球主要地区



□ 超级充电网络发展已进入第二阶段，将逐步演变为电动车的开放性基础设施。马斯克曾经在推特上表示，超级充电网络已经开始向其他品牌电动汽车提供服务。

表16：超级充电网络逐渐从免费走向收费

时间	收费模式
2012	开始免费开放supercharger
2016	推出延时占位费
2017	2017年以来，根据车型不同，是否有referral链接和购车当时优惠情况，在不同时期推出不同小幅度优惠（如每年免费使用400kwh，每年免费使用1500km，购车赠6个月免费充电等），同时充电价格多次提价，现价0.28/kwh(美国)

特斯拉通过高级网络连接实现了车内功能的订阅化，未来或逐渐形成类似于APP Store的生态系统。

表17：特斯拉高级网络连接服务包：在标准服务包基础上进行功能拓展

服务项目	标准版	高级版
车载导航	有	有
可视化实时路况显示	无	有
卫星地图	无	有
通过车载应用播放网络音乐和视频	无	有
车载网络游戏	无	有
互联网浏览器	无	有

□ 高级网络连接服务开始订阅制收费，未来或逐渐形成类似于APP Store的生态系统。

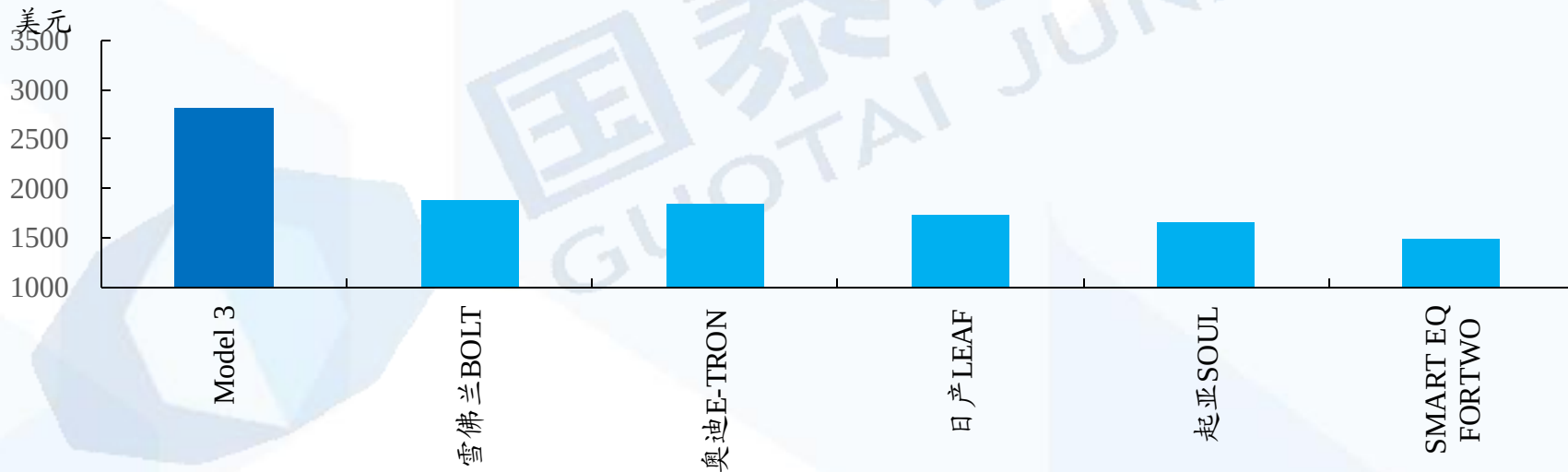
表18：高级网络连接服务包采用订阅制收费

车型	2018.6.30之前下单	2018.7.1之后下单
Model S/X	免费	可添加
Model 3高级内饰	免费	可添加
Model 3标准版/Model Y	不适用	可添加

针对特斯拉汽车的保费明显高于其他车型。

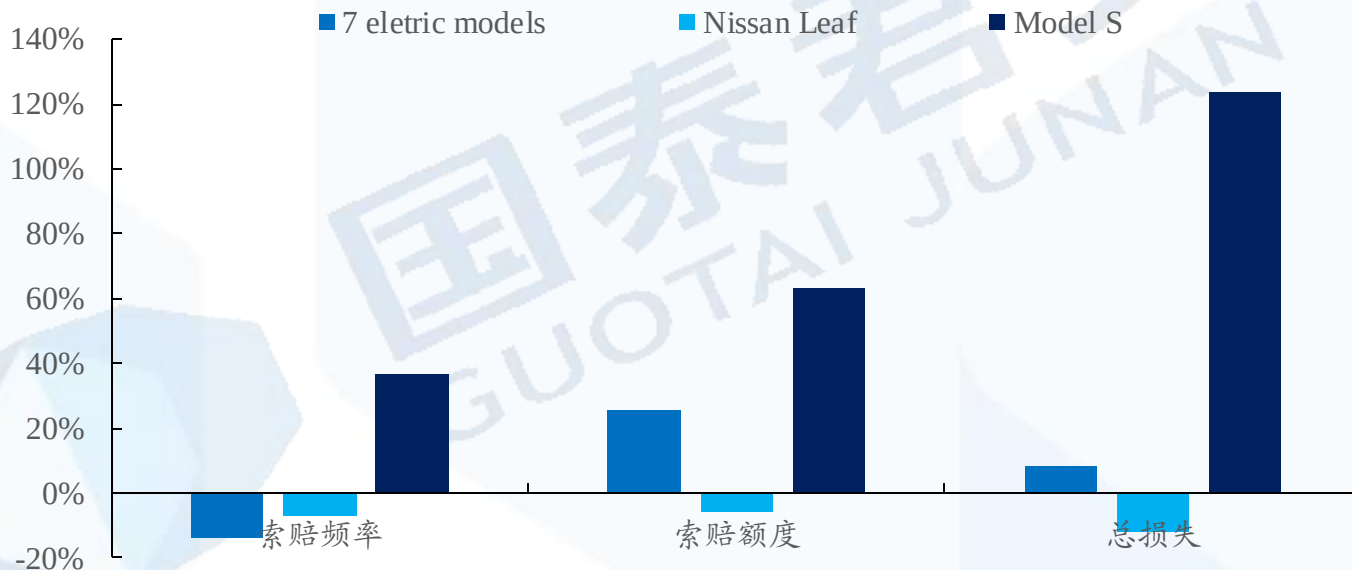
- 个人理财网站NerdWallet.com的一项研究表明，电动汽车的保险报价平均比汽油汽车高21%。
- 根据电动知士的数据，即使在电动车中进行比较，针对特斯拉汽车的保险报价也明显高于其他车型。Model 3的平均保费约为奥迪E-TRON的1.53倍，而Model 3的经销商报价为26.57-33.99万元，远低于E-TRON的69.28-82.86万元。

图45：针对Model 3的保费高于其他电动车



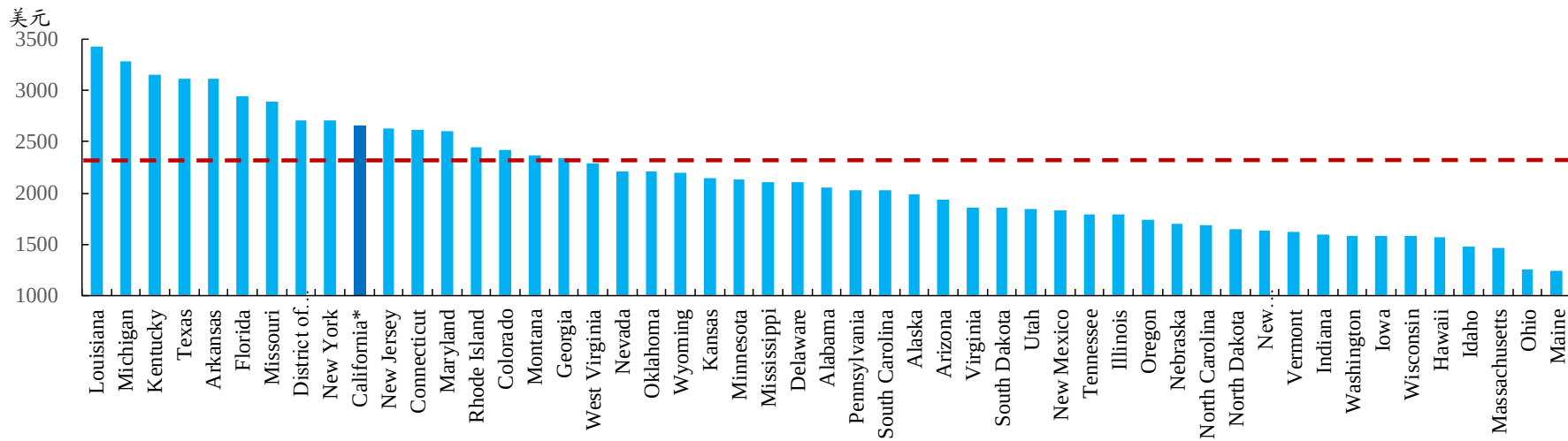
特斯拉保费较高的一个重要原因在于在激进的推广策略下，特斯拉早年的索赔率、索赔额较高。

图46：特斯拉Model S索赔频率、索赔额度、总损失均远超平均水平



- **针对保费较高的情况，特斯拉在加州率先推出保险服务。** 2019年8月，特斯拉宣布在加州率先推出保险计划；2019年9月，马斯克曾宣称特斯拉汽车保险比一般保险便宜20%。
- **单纯从保费推断，特斯拉保险至少在美国接近一半的州具有竞争力。** 根据Nerdwallet的数据，在特斯拉已经推出保险业务的加州，保险公司Model 3的保险年费均值为2659美元，根据马斯克折价20%的说法，可推断特斯拉保险年费在2127美元左右，这一价格在24个州具有竞争力(这些州针对Model 3的保险年费高于2127美元)。
- **特斯拉保险的最大竞争力依然源于其驾驶数据。** 特斯拉能够针对在行驶过程中采集的驾驶数据进行分析，并评估车主发生交通事故的概率，进而通过评估结果向客户收取费用，并赚取溢价部分。可以说，相对于保险公司，特斯拉自营保险的核心竞争优势是信息的准确性。

图47：特斯拉Model 3保险年费均值情况



04

工厂：布局全球，节能减排+AI 赋能

□ 特斯拉目前共有6家工厂。其中，负责整车制造的工厂分别位于美国加州弗里蒙特、德州奥斯汀、中国上海临港以及德国柏林；另外2家则是生产电池和能源设备的工厂，分别位于内华达州和纽约。

图48：特斯拉工厂布局全球



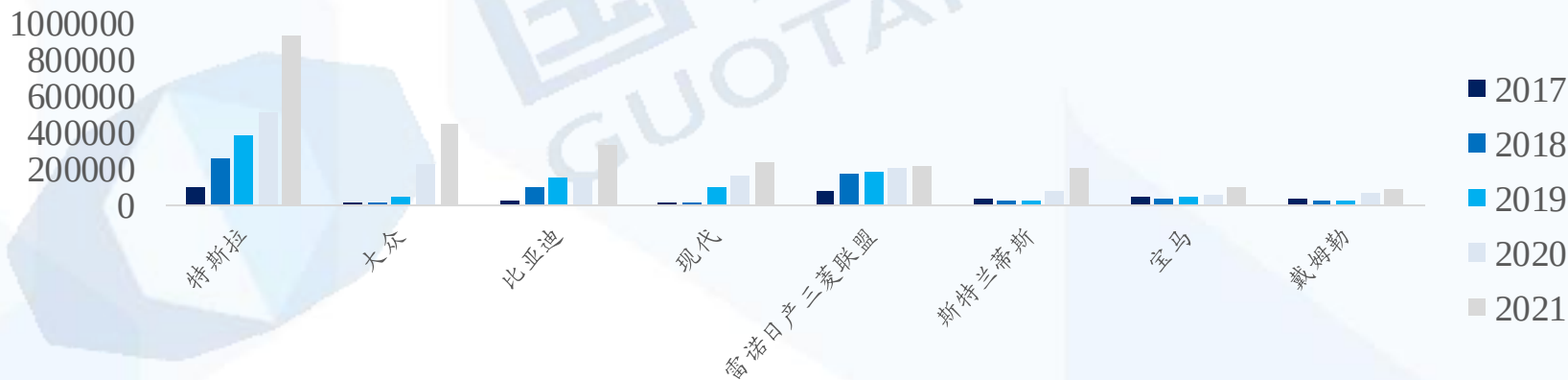
- **弗里蒙特作为特斯拉第一家工厂，Model S/X、Model 3/Y四种车型均有生产。**据2021年Q3季报显示，弗里蒙特工厂年产能峰值预计在60万辆左右，每周能生产8550辆车型；而德国柏林工厂和美国德州奥斯汀工厂目前已完成建设，分别于北京时间2022年3月22日、4月8日投产，综合考虑产线员工情况和缺芯情况，设计产能均为50万辆。
- **上海工厂的扩建将扩大产能。**2021年年底，特斯拉中国高管陶琳表示，上海工厂2021年的年产能能达到55万辆。根据乘联会的数据，2021年上海工厂实际生产48万辆车，占去年特斯拉全球产量的51.7%。据此推算，特斯拉上海工厂的月产能将能够提高到9.6万辆车，年产能超110万辆，将为特斯拉总产量带来较大贡献。

表19：各工厂现有规划产能达270万辆

工厂	生产车型	规划产能（辆/年）	状态
弗里蒙特工厂	Model S/X	10	在产
	Model 3/Y	50	在产
上海工厂	Model 3/Y	110	在产
柏林工厂	Model Y	50	在产
德州工厂	Model Y	50	在产
	Cybertruck	-	建设中
TBD	Tesla Semi	-	建设中
TBD	Tesla Roadster	-	建设中

- 在2021年年报中，特斯拉提出目标——2030年汽车产量比2021年增加20倍以上，并表示将继续建设新工厂、扩大产能，其计划在全球共建设10-12座超级工厂。2022年第一季度，特斯拉生产汽车30.54万辆，交付31万辆，特斯拉全球汽车平均库存周期由2021年同期的8天缩短至3天，市场表现超出预期，这得益于特斯拉公司较强的供应链管理能力和加速的技术升级趋势。
- 受疫情影响，特斯拉在各地的工厂都受到影响。**其中，加州工厂直至5月11日才得以恢复运营，而上海工厂则早在四月中旬恢复满产状态。2022Q1，特斯拉在中国的交付量为18.22万辆，占全球交付量的58.8%。并且，2022年5月，特斯拉CEO马斯克在接受Tesla Owners Silicon Valley采访时表示，由于电池和电池制造设备短缺，得州和柏林工厂正在承受高达数十亿美元的损失。因此，预计2022年特斯拉实际产能将低于规划产能。但是在一季度的财报电话会议中，马斯克仍称估计2022年仍可以生产150万辆汽车，较2021年93万辆产能有较大提升。

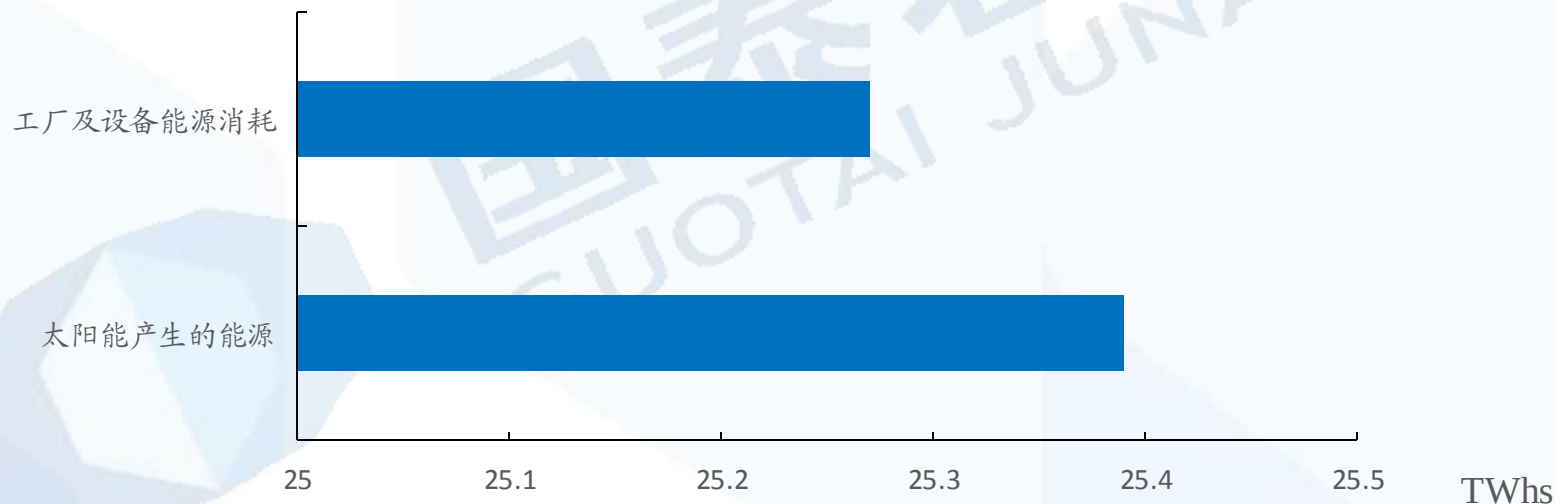
图49：特斯拉汽车年产量及交付量增长趋势明显



数据来源：特斯拉影响力报告，国泰君安证券研究

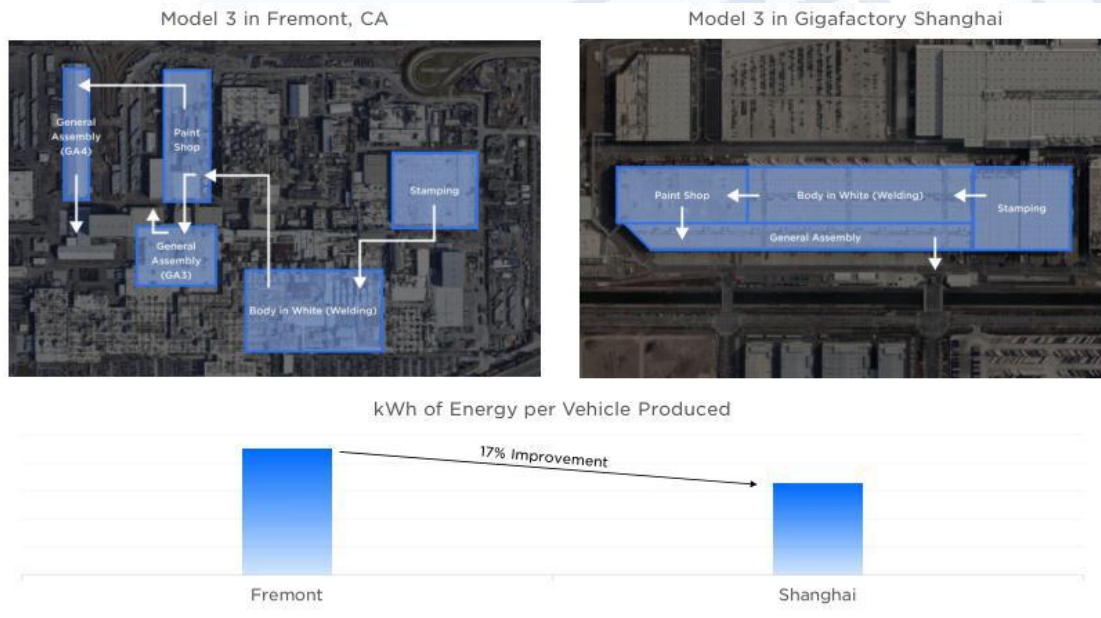
□ 特斯拉在2021年影响力报告中表示，未来将利用可再生能源替代不可再生能源、太阳能发电等措施，实现既定节能减排目标。例如，特斯拉德州工厂选择隔热、低辐射的窗户来减少建筑的供热和制冷需求并充分利用压缩机回收的余热就以抵消加热天然气的消耗。同时，特斯拉所有的新工厂都被设计为覆盖太阳能电池板。截至2021年底，特斯拉(包括2016年收购之前的SolarCity)已经安装了近40亿瓦的太阳能系统，累计产生了超过25.0TWhs的零排放电力，大于自2012年特斯拉开始生产Model S以来所有工厂的总能耗和同期所有汽车的总能耗之和。

图50：特斯拉太阳能供电能源输出量大于消耗量



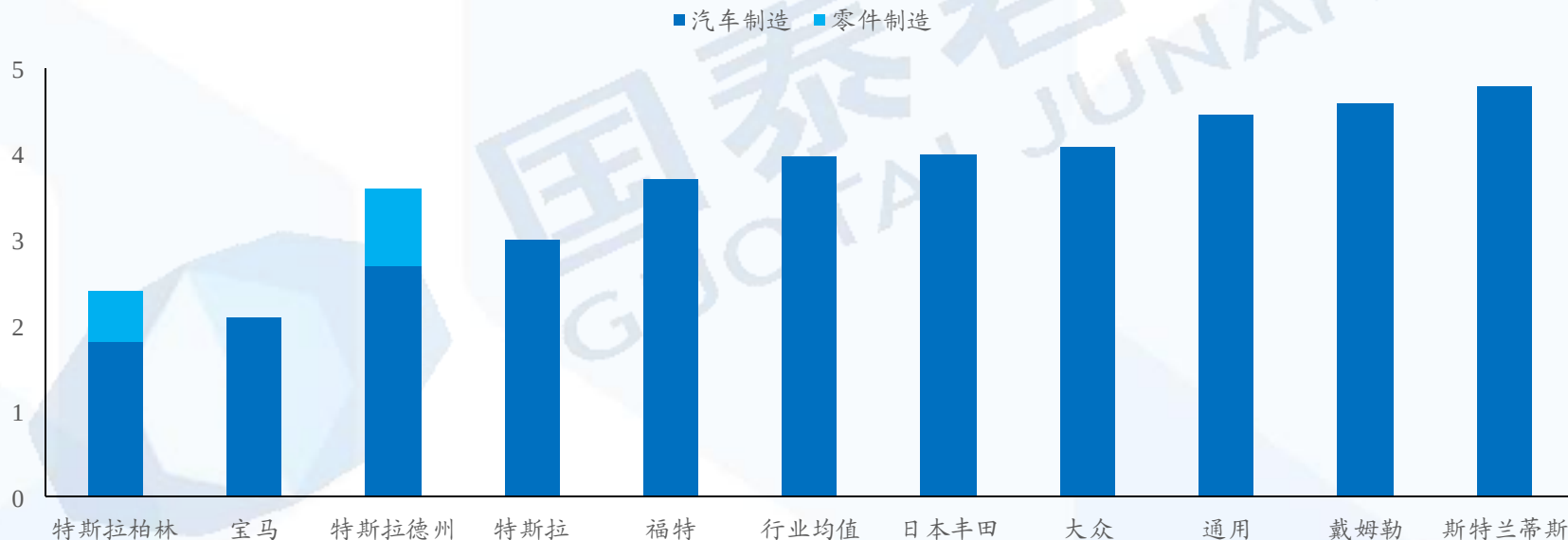
□ **特斯拉运用AI技术赋能工厂，降低能耗。**目前，特斯拉在利用内华达超级工厂六年的传感器数据来训练AI程序，以安全控制195台互联的暖通空调设备，占总电力负荷的6MW。在运行的第一整年，与基线使用量相比，负载显著减少，未来特斯拉将扩大规模，控制内华达工厂的大部分暖通空调设备，并运用至其他其他工厂。

图51：上海工厂每车制造产生的垃圾不及美国工厂的一半



□ 在建立高效智能工厂的同时，特斯拉力求减少垃圾排放量。未来，特斯拉将打造更多当地工厂，以减少包装、运输途中产生不必要的垃圾。这一思想已在上海工厂得到践行，预计未来德州工厂和柏林工厂也将运用这一策略。

图52：汽车制造用水回收强度（m³/辆）



05

三电系统：三电系统优势明显， 控制成本成效显著

三电系统：三电系统优势明显，控制成本成效显著

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

- 三电系统指的是电动车的电池、电机、电控，这三大件也是电动汽车最为核心的技术系统，直接影响产品的最终性能表现，也是用户购车的关键因素。

图53：电动汽车三电系统成本拆分，电池占比较大

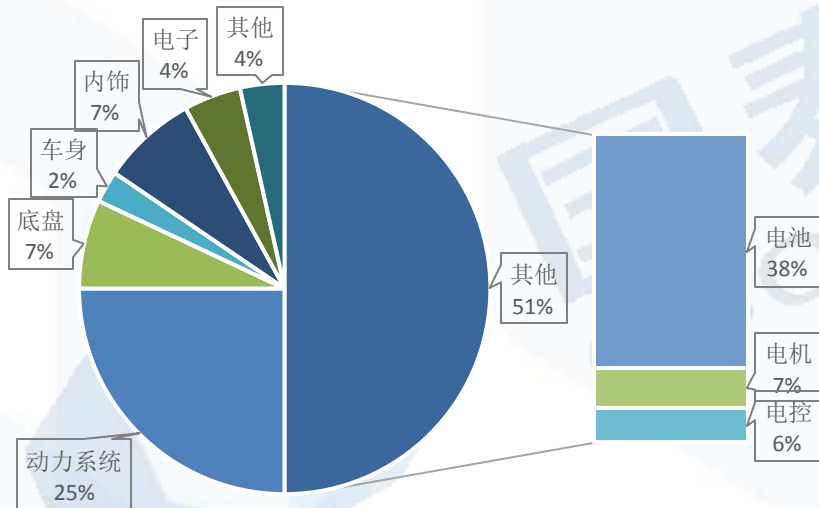
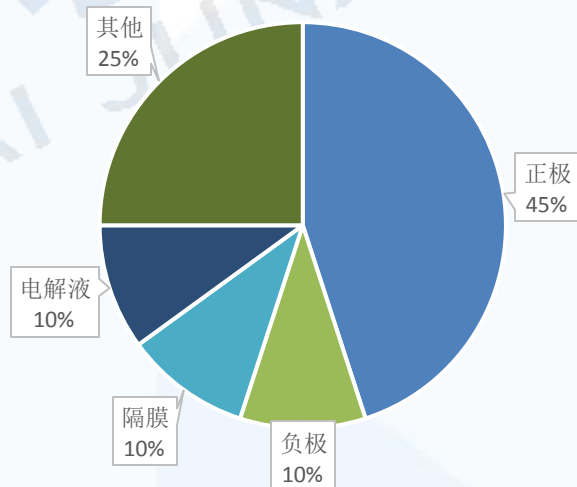


图54：电池部分成本拆分示意图



三电系统：三电系统优势明显，控制成本成效显著

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

□ 三电系统是电动车相较于燃油车最具差异性的零部件环节之一，技术壁垒较高。其中，电池系统所占成本较大，功能也最为重要。在电池方面，特斯拉进行了充分的探索，从研发、合作到收购环节均有一定成果，所生产的几款车型均在续航能力、电池容量寿命上均具有较强优势。

表20：特斯拉在电池部分的积累和探索

时间	收购、合作等行为
2015	Jeff Dahn所领导的25人研究团队签订了为期5年的独家合同，进行电池阴极材料方面的研究
2017	Jeff Dahn团队提出了一种新的化学电池解决方案，有助于延长电池寿命，将目前的电池寿命翻一番
	Jeff Dahn实验室发表论文，能够为一辆电动汽车提供累计超过100万英里的动力
2019~2020	收购Maxwell（主打电池，超级电容，干电极技术）
	收购Hibar（电池装备生产企业）
	收购深尺度的电池制造业务和人工智能业务
2021	收购春天的力量、Sillion（电池负极材料技术初创公司）

□ 同时，自2020年起，特斯拉也计划商业生产自研电池。2020年8月，马斯克在推特声称，批量生产400Wh/kg具有高循环寿命的电池并不遥远，约需要3到4年的时间。

- 2022年，Jeff Dahn及其团队的一项最新研究成果显示，若将LiFSI（双氟磺酰亚胺锂）作为电解液的主要物质，使用锂离子电池的使用寿命能够达到100年。相比于现在业界最常用的电解液盐LiPF₆（六氟磷酸锂），LiFSI能够让NMC532电池的热稳定性更好，也就是让电池更安全、稳定地运行。
- Jeff Dahn作为锂电池材料领域最顶尖的科学家之一，长期向特斯拉提供锂电池研究成果。预期未来这项研究成果也将较早进入特斯拉电池成分的生产制造中，更加优化特斯拉电动车的续航能力和保值能力。
- 当前业内最常见的两种电池的正极材料就是三元锂和磷酸铁锂，特斯拉使用的电池是三元锂结构。因此Jeff Dahn团队对比研究了四种排列组合，分别是双氟三元锂、六氟三元锂、双氟磷酸铁锂、六氟磷酸铁锂。实验结果表明，三元锂寿命较长，而双氟的超强性能则进一步优化了电池寿命，预期未来能为特斯拉电池生产带来科技和应用上的双重提升。

表21：三元锂和磷酸铁锂电池的关键参数

Positive Electrode Active Material	LFP Pulead LFP	NMC Zhenhua BDA5000
Positive Electrode Area (cm ²) 正极区域面积	123.8	86.6
Positive Electrode Coating Thickness (um) 正极厚度	55	47
Positive Electrode Loading (mg cm ⁻²) 正极填充物	12.3	15.8
Positive Electrode Foil Thickness (um) 正极箔厚度	26*	13
Separator Thickness (um) 分隔板厚度	15	15
Negative Electrode Active Material 负极材料	Kaijin AML400	Kaijin AML400
Negative Electrode Area (cm ²) 负极材料面积	142.0	99.4
Negative Electrode Coating Thickness (um) 负极厚度	48	36
Negative Electrode Loading (mg cm ⁻²) 负极填充物	6.6	5.1
Negative Electrode Foil Thickness (um) 负极箔厚度	8	8
Typical Charging Cutoff (V) 典型充电电压	3.65	3.80
Capacity at C/3 (mAh) 容量	210	130
Average Discharge Voltage at C/3 (V) 平均放电电压	3.23	3.59

□ **除专门进行电池生产制造的内华达超级工厂，特斯拉的电池部分供应链体系成熟。**为了进行电池方面的制造和生产，特斯拉还计划在欧洲和中国建造锂电池厂。并且，特斯拉在全球范围内拥有较为完备的电池系统供应链体系，众多具有成熟配套经验、充足产能供给的电池元件制造、生产公司均与特斯拉保持良好合作关系。同时，未来具有强大研发实力、规模优势的电池、电池材料、热管理系统企业也将陆续进入特斯拉供应链，以期获得成长空间。

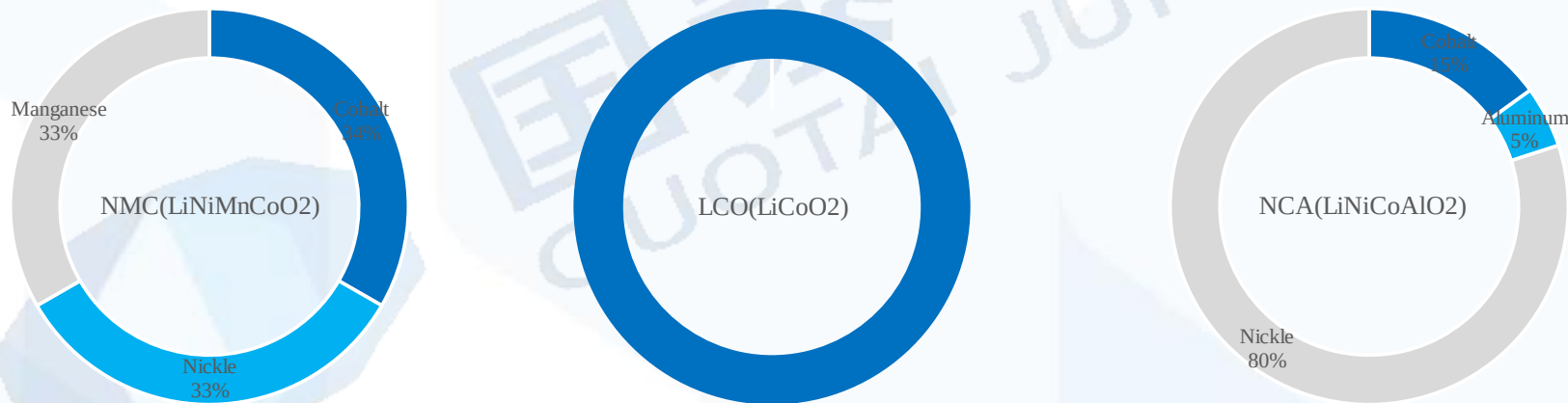
- 目前，电动乘用车的三元路线普遍，但三元锂中有细微差别。特斯拉采用的是NCA（镍钴铝），而其它大多数是NCM（镍钴锰），日产Leaf的LMO（锰酸锂）也即将更换为LG化学的NCM电池。根据新能源汽车网观点，许多实际数据都证明了特斯拉的电池能量密度更高、使用寿命更长、充电速度更快，甚至能够支撑Ludicrous Mode。
- 基于控制成本和优化性能的考虑，特斯拉不断进行电池结构的更新迭代，降低正极中钴的含量，并优化负极材料结构，进一步控制成本。

表22：特斯拉电池的更新迭代

Stage-1：	一代Roadster和一代Model S	18650电池（电池正极的钴含量为11kg，负极采用石墨）
Stage-2：	二代Model S和Model X	18650电池（电池正极的钴含量为7kg，负极在石墨的基础上添加硅材料）
Stage-3：	Model 3	21700电池（正极钴含量降至4.5kg/台，负极中硅的比例进一步提升）

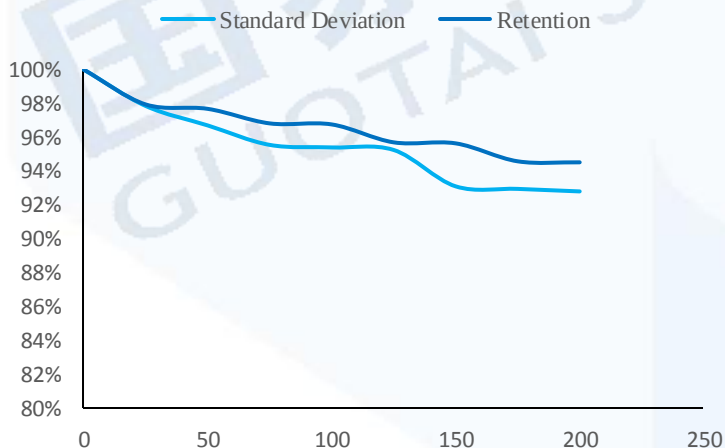
- 特斯拉致力于降低电池部分的材料部分。由于钴矿储量稀少且集中分布于非洲刚果地区、锂矿卤水提取难度较大，在电池行业激增的需求下，两矿的价格也不断攀升。镍矿、铝矿和锰矿在全球储量丰富且分布较为均匀，价格相对低廉，是特斯拉电池的重要组成部分。

图55：三种电池的结构比较



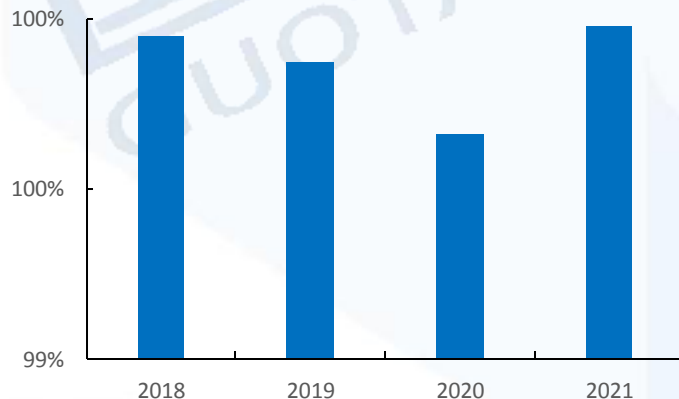
- **在2020电池日上，特斯拉提出了一种使用干电极工艺制造电池的新方法。**目前的电极生产工艺包括将液体与阴极或阳极粉末混合，并使用大量的机械来涂敷和干燥电极。由于这个过程涉及到大型烤箱，今天的电池生产消耗了大量的能源。新的干电极工艺允许从阴极或阳极粉末直接过渡到电极膜，根据特斯拉最新的分析，整个电池制造阶段的能耗降低了70%以上。
- **特斯拉致力于电池回收利用和延长电池寿命，在成本控制的同时减少环境污染。**2021年，特斯拉进行多项举措，使得电池组在使用寿命结束时能够被回收，用于制造一个全新的电池组。并且，特斯拉的电池组设计得比汽车更耐用。据特斯拉估计，一辆汽车在美国使用大约20万英里，在欧洲使用大约15万英里后就会报废。制造一种可以续航100万英里(4000次充电循环)的电池，将大大减少出租车、货车或卡车等里程高的车辆每英里的排放。

图56：特斯拉S/X型电池容量保持每距离行驶



- **为了降低汽车和电池的成本，特斯拉也致力于使用更少的能源进行电池生产。**在2021年影响力报告中，特斯拉表示，他们计划将至少25%的屋顶径流(100万平方英尺)收集到德州超级工厂内部的中央地下存储系统。雨水将被回收利用，用于制造设备的冷却。平均每年，这样的系统可以节省大约750万加仑的城市饮用水。此外，由于室外湿热的空气被调节，水从空气中凝结出来。在德州超级工厂，特斯拉在冷却塔和处理水系统中重复使用这些冷凝水，以抵消进入现场的水，这极大地减少了水资源的消耗。
- **特斯拉致力于提升电池寿命和续航里程，一定程度上减少了充电桩的需求和能源消耗。**自2012年推出以来，特斯拉将Model S的远程版本续航里程提高了50%以上（从265英里增加到405英里），同时保持电池尺寸相对稳定。数据显示，我们的车辆行驶里程越长，特斯拉客户使用增压技术的次数就越少，所消耗的电量就越少。尽管如此，特斯拉仍在扩张充电桩的覆盖率和运营时间，力求提高电动车用户的体验度。

图57：增压器站点正常运行时间

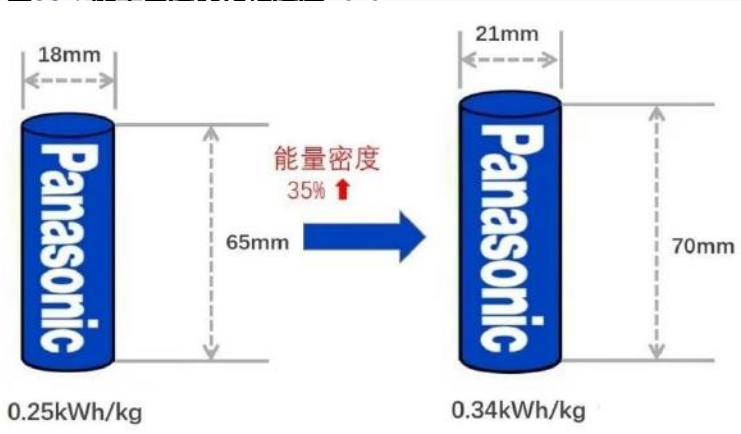


- 目前，特斯拉Model 3车型使用了其公司最新的电池配比技术，淘汰了松下18650电池，而改用21700新型电池，由在内达华州的“超级电池工厂”生产。而相较于18650电池，特斯拉目前选用的21700电池具备在能量密度、成本和轻量化三个方面均进行了改善提升。
- 应用性方面：**同为圆柱形锂电池，21700新型电池的规格为直径21毫米、长度70毫米，就理论上限方面要比18650型（直径18毫米、长度65毫米）更有利。而相较于宝马i3选用的方盒形电池和通用Bolt选用的软包电池，特斯拉的电池通用性更强，不仅能用于电动车装配，也能应用于其能源储备。
- 能量密度方面：**从特斯拉披露的信息看，在现有条件下，其生产的21700电池系统的能量密度在300Wh/kg左右，比其原来18650电池系统的250Wh/kg约提高20%。从松下的动力锂电池单体的测试数据来看，其21700电池的体积能量密度远高于18650型电池单体。

图58：特斯拉的圆柱形锂电池



图59：能量密度优化幅度达20%



- **系统成本方面**：根据特斯拉披露的信息，预计21700的动力锂电池系统售价为170美元/KWh，相比18650的售价185美元/KWh，价格下降幅度可达8.1%左右。18650的系统的成本约为171美元/KWh，改用21700后，系统成本约能实现9%左右的降幅，达到155美元/KWh。
- **轻量化方面**：采用新型21700电池之后，系统相比目前的电池能减少了10%的组件和重量，从而进一步降低电池Pack的重量，整车的能量密度将得到部分提升。

图60：21700动力电池系统降低成本



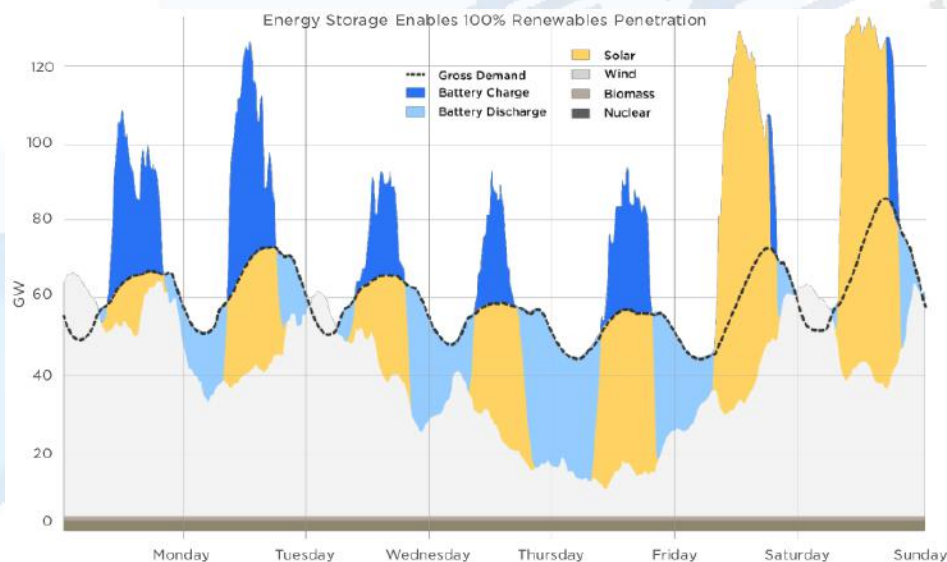
□ 出于安全性角度考虑，特斯拉继续改进电池的化学成分、电池结构、电池组结构和车辆的被动安全性。随着特斯拉汽车技术的不断改进，我们的电动汽车发生火灾的可能性将更小。同时，特斯拉与欧洲和澳大利亚国家行动计划合作，提供免费的基于移动应用程序的应急响应文件，以便快速获取特斯拉特定车型的车辆。

图61：每10亿英里T轨道火灾事件数(2012-2021年，次)



□ 特斯拉亦在太阳能供电和储存上提高电池使用效率。2021年，特斯拉出售Megapack商业存储系统。单个Megapack平均具有3000千瓦时的电池存储容量，鉴于其可扩展性，可支持超过100万千瓦时的项目。特斯拉能源继续依赖全球供应链，包括电池供应。2021年，为了满足储能产品远远超过供应的需求，特斯拉开始建设新的生产设施，每年能够生产4000万千瓦时的储能。

图62：能源存储使100%可再生能源渗透

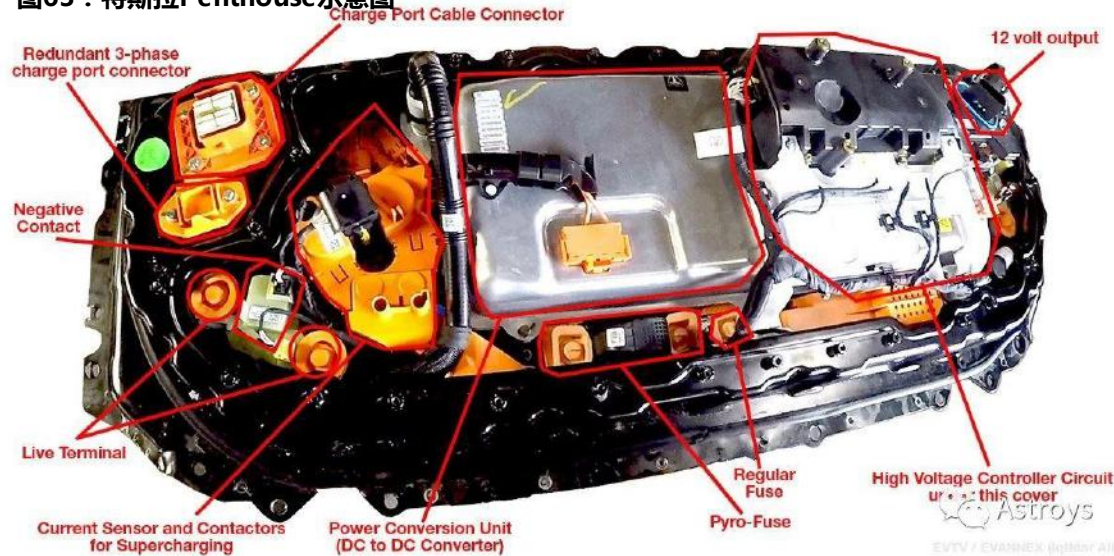


三电系统：三电系统优势明显，控制成本成效显著

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

- **特斯拉的TMS、电芯和电池模组方面也能体现其精巧的设计。**例如，Model 3共有4条电池模组，但4条模组的大小却不同。外侧的两条模组共有23个电池模块，而内侧的两条共有25个，这再次凸显了圆柱形电池的灵活性。长续航版的model 3共有4,416个电芯，重量达477.3kg，电量为80kWh，能量密度可达167W/kg。并且，特斯拉大力发展DC快充技术，又进一步提高了NCA电池的性能与TMS性能，使得Model 3比上一代产品具有更快的充电速度和更高效的热管理。
- **特斯拉深耕BMS系统和电控，领先业内多年。**特斯拉电池的4条模组上各1个BMS从控和一个Master BMS主控，可以监测每个电芯SOC和DOC和温度的状况，确保电芯的一致性，保护电芯发生短路。并且，Model 3高度集成电子电气系统，使得车内的Penthouse可以与电池包一起在内华达超级工厂里进行组装，然后运往弗里蒙特整车厂，大大提升生产效率。

图63：特斯拉Penthouse示意图



- 电机方面，特斯拉根据不同车型选用不同驱动系统，力求覆盖各类需求。
- 特斯拉的创新和科技力持续领先，动力系统垂直集成有所进步。

图64：禁带宽度 (EV)

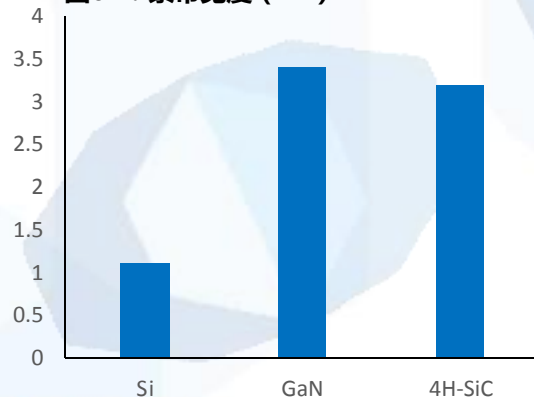


图65：击穿场强 (Mv/cm)

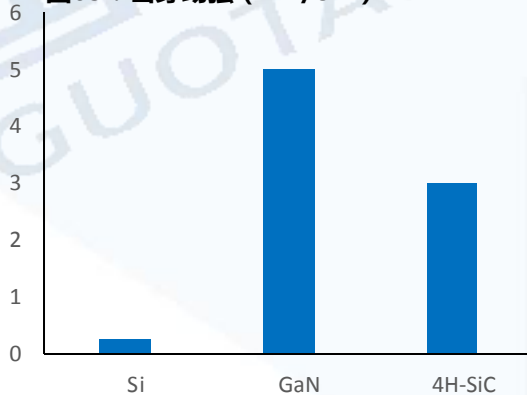
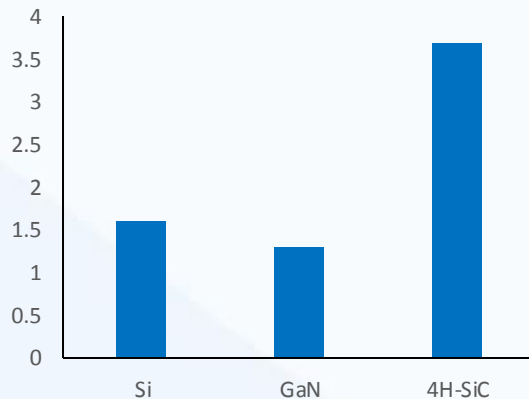


图66：导热率 (W/cm·K)



06

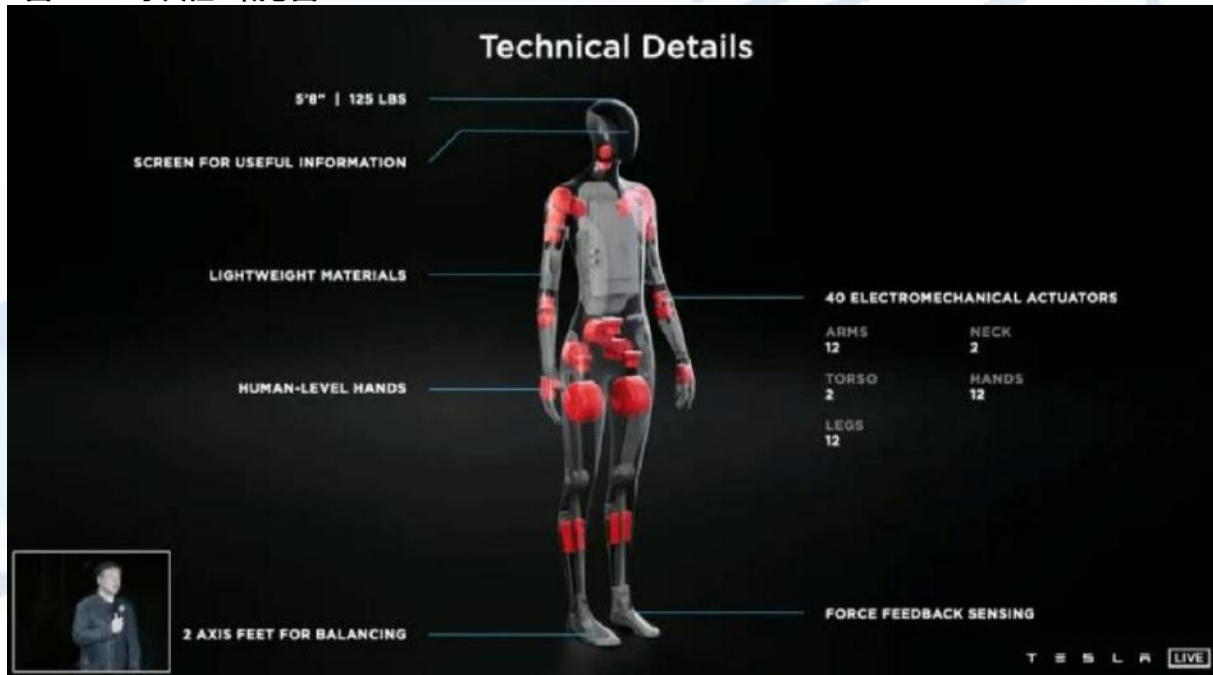
机器人：即将发布Optimus，继续引领潮流

机器人：业务优先级靠前，强调特斯拉智能科技定位

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

- 马斯克在推特上宣布,将于9月30日特斯拉AI日公布人形机器人“擎天柱”(Optimus),最早将于2023年开始生产。
- “擎天柱”的身体由轻质材料覆盖,头部为显示外界信息的屏幕,四肢由40个机电执行器控制,双手功能已达到“人类水平”,双脚可感应反馈,实现平衡和敏捷动作。

图67：“擎天柱”概念图

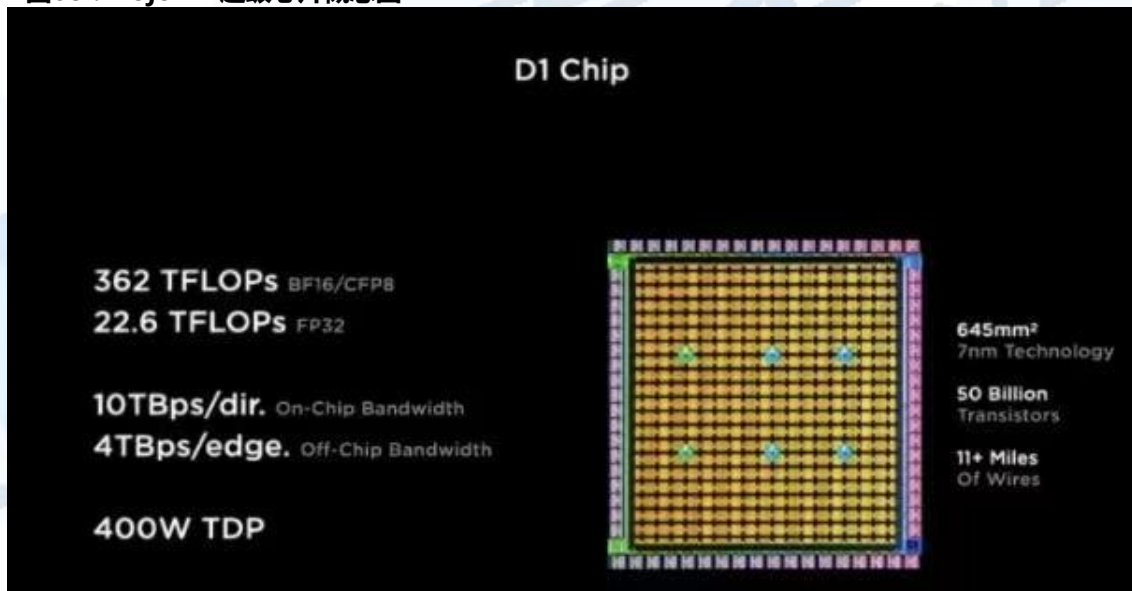


机器人：业务优先级靠前，强调特斯拉智能科技定位

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

- 特斯拉人形机器人“擎天柱”与特斯拉共用自动驾驶软件系统（FSD）以及摄像头系统，充分发挥其传感系统及芯片方面的优势。“擎天柱”人形机器人运用了特斯拉最先进的AI技术，其头部配备了与特斯拉汽车相同的智能驾驶摄像头，内置FSD芯片，并基于视觉神经网络神经系统预测能力的自动驾驶技术驱动，与汽车共用AI系统。
- 在软件层面，该机器人采用特斯拉Dojo（道场）机器学习培训系统，芯片为自研AI训练芯片D1超级计算机芯片。每个D1芯片之间无缝连接，相邻芯片之间的延迟极低，训练模块最大程度上实现了带宽的保留，配合特斯拉自创的高带宽、低延迟的连接线，算力高达9PFLOPs（9千万亿次）。

图68：Dojo D1超级芯片概念图



机器人：业务优先级靠前，强调特斯拉智能科技定位

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

- **机器人业务在特斯拉项目中的优先级较高。**在最近一次财报电话会议上，马斯克透露人形机器人“擎天柱”和全自动驾驶功能这两者之间的关系，他表示，特斯拉公司在产品方面的主要优先事项是开发一种被称为人工智能人机器人擎天柱。马斯克此前称，2022年“擎天柱”的产品开发优先于特斯拉一些即将推出的车型，人形机器人业务未来将取代汽车成为特斯拉最重要的业务。
- **特斯拉希望通过人形机器人的推出强调公司作为行业领先的人工智能公司的定位，而非仅是一家汽车公司。**近年来，特斯拉致力于科技事业的创新，其着力研发的脑机接口、AI人工智能及与Space X的合作均显示出马斯克科技创新和钻研探索的精神，这与在2050年以前将人类送上火星的目标相符合。
- **“擎天柱”机器人的价格预期将低于特斯拉各类车型。**此前马斯克表示：“我认为成本实际上不会高得离谱，比如比汽车还低”。虽然马斯克并未透露价格上对应哪款品牌汽车的车型，但有相关人士预测，价格大概会是2.5万美元。

图69：特斯拉机器人示意图

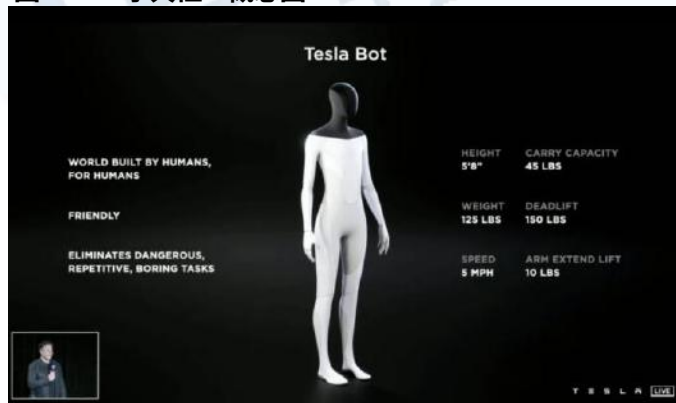


机器人：业务优先级靠前，强调特斯拉智能科技定位

行业专题报告《从特斯拉看汽车智能化趋势》

- **机器人业务将极大缓解劳动力短缺问题，并进一步惠及自动驾驶技术。**马斯克表示，第一版机器人有望在2023年投入生产，它将极大地缓解劳动力短缺的问题。6月21日，彭博社称，马斯克在卡塔尔经济论坛上接受彭博社总编辑 John Micklethwait 采访时表示，人形机器人擎天柱原型机将在2022年9月30日举行的AI Day上现身。
- 并且，马斯克在去年年底接受YouTube知名科技博主Lex Fridman采访时表示：“如果你有一个拥有10000台计算的巨大服务器机房，那么做神经网络并不复杂，但现在把它提炼出来让其在一个人形机器人计算机或汽车上运行，这实际上非常困难，有很多复杂的软件工作要做。要达成这一切，既需要现实世界的AI，又要求非常擅长制造。”“擎天柱”机器人研发成功，代表着特斯拉在人工智能和全自动驾驶功能的技术上迈出了一大步。
- **未来机器人业务预期将能为特斯拉带来新的利润增长点。**可以看到，6月27日特斯拉抖音官方帐号发布“擎天柱”介绍视频，为AI Day造势，当日多家工业机器人公司迎来涨停。在制造业逐步复苏、高景气下游领域扩产的强推动力之下，相信特斯拉的造“人”计划将有较好的表现。

图70：“擎天柱”概念图



07 / 投资建议

推荐虹软科技、中科创达、道通科技、德赛西威、经纬恒润。在智能驾驶加速发展过程中，基于视觉的DMS、ADAS等解决方案的需求将快速增加，同时智能化诊断需求也将激增。据此，推荐虹软科技、中科创达、道通科技、德赛西威、经纬恒润。

表23：推荐虹软科技、中科创达、道通科技、德赛西威、经纬恒润

公司 代码	公司 名称	股价(元) 20220704	每股收益(元)			市盈率(X)			投资 评级
			2021	2022E	2023E	2021	2022E	2023E	
688088	虹软科技	29.47	0.35	0.5	0.79	84.20	58.94	37.30	增持
300496	中科创达	133.61	1.53	2.18	3.02	87.33	61.29	44.24	增持
688208	道通科技	32.41	0.97	1.33	1.71	33.41	24.37	18.95	增持
002920	德赛西威	152.85	1.51	2.04	2.81	101.23	74.93	54.40	增持
688326	经纬恒润	151.59	1.22	1.65	2.39	124.25	91.87	63.43	增持

07

风险提示

- **部分技术难题尚未被完全攻克。**汽车智能化仍处于不断探索的过程中，虽然特斯拉在长尾场景覆盖、数据处理等方面已进行了诸多尝试并取得了良好的效果，但这些难题尚未完全被攻克。
- **汽车更强调功能安全，智能化的落地可能慢于预期。**目前市场中广泛地以手机的发展历程作为汽车智能化的重要参考，但汽车和手机的使用场景并不完全相同，汽车更强调功能安全，这可能导致汽车智能化的落地慢于预期。

免责声明

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格

分析师声明

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，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

本报告仅供国泰君安证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。

本报告的信息来源于已公开的资料，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、价值及投资收入可升可跌。过往表现不应作为日后的表现依据。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。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。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，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

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。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构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中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

本公司利用信息隔离墙控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，在法律许可的情况下，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。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“国泰君安证券研究”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息或进而交易本报告中提及的证券。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议，本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

评级说明

		评级	说明
1.投资建议的比较标准	股票投资评级	增持	相对沪深300指数涨幅15%以上
		谨慎增持	相对沪深300指数涨幅介于5%~15%之间
		中性	相对沪深300指数涨幅介于-5%~5%
		减持	相对沪深300指数下跌5%以上
		行业投资评级	明显强于沪深300指数
2.投资建议的评级标准	行业投资评级	中性	基本与沪深300指数持平
		减持	明显弱于沪深300指数

1.投资建议的比较标准

投资评级分为股票评级和行业评级。

以报告发布后的12个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后的12个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的沪深300指数涨跌幅为基准。

2.投资建议的评级标准

报告发布日后的12个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的沪深300指数的涨跌幅。

国泰君安证券研究所

E-mail:gtjaresearch@gtjas.com

上海

地址：上海市静安区新闻路669号
邮编：200041
电话：（021）38676666

深圳

地址：深圳市福田区益田路6009号
邮编：518026
电话：（0755）23976888

北京

地址：北京市西城区金融大街甲9
邮编：200032
电话：（010）83939888

THANKS FOR LISTENING

国泰君安证券研究所计算机团队

