

自动驾驶传感器的选择与布置

智能车情报局 2021-09-03 18:55

The following article is from 汽车电子与软件 Author Stone319



汽车电子与软件

每天分享一篇技术文章！

导读：

本文由汽车电子与软件授权发布，作者为Stone319。

无人驾驶属于汽车行业最前沿的研究领域之一。但汽车未来的发展方向就是无人驾驶和自动驾驶，而要达到L5级别，仍然需要工程师们付出多年的努力。只是在谈起无人驾驶的时候，大家是否想过，相关的传感器会如何进行布置？需要进行哪些方面的考虑？本文来为大家解惑~

1 前言

今年号称是激光雷达元年！各厂家纷纷发布搭载激光雷达的车型，不光是新势力，如小鹏、蔚来，也包括传统汽车厂家，如上汽、长城、北汽等，都是计划今明两年量产。

同时，毫米波雷达数量，也从1~5颗拓展到6~8颗，已有应用4D成像雷达车型；摄像头，除了前视和环视摄像头，侧向4颗+后向1颗摄像头已基本成为标配。

这里简单梳理下自动驾驶传感器方案发展路线（乘用车），以及各类型传感器发展趋势。

企业	车型	发布时间	SOP计划	激光雷达供应商	激光雷达产品	传感器配置（颗）			
						激光雷达	毫米波	摄像头	超声波
蔚来	ET7	2021.01	2022Q1	Innovusion	Falcon	1	5	11	12
智己汽车	IM智己车型	2021.01	2022	华为（推测）	96线	3	5	15	12
长城	摩卡	2021.01	2022	IBEO	ibeoNEXT	3	8	7	12
上汽R汽车	ES33	2021.03	2022H2	Luminar	Iris	1	2(4D)	12	12
小鹏	小鹏P5	2021.04	2021Q4	大疆Livox	Horiz	2	5	13	12
北汽	极狐阿尔法S 华为HI版	2021.04	2022	华为	96线	3	6	13	12
长安	方舟架构车型	2021	2022	华为	96线	5	6	13	12

国内搭载激光雷达车型（来源网络）

2 传感器选择与布置

乘用车自动驾驶发展，根据应用的场景不同可分为：行车自动驾驶和泊车自动驾驶。

由于行车和泊车运行场景有很大不同，在传感器选择上很大区别。同时，需要综合考虑各类型传感器性能、成本、布置位置等因素。

1) 传感器选择

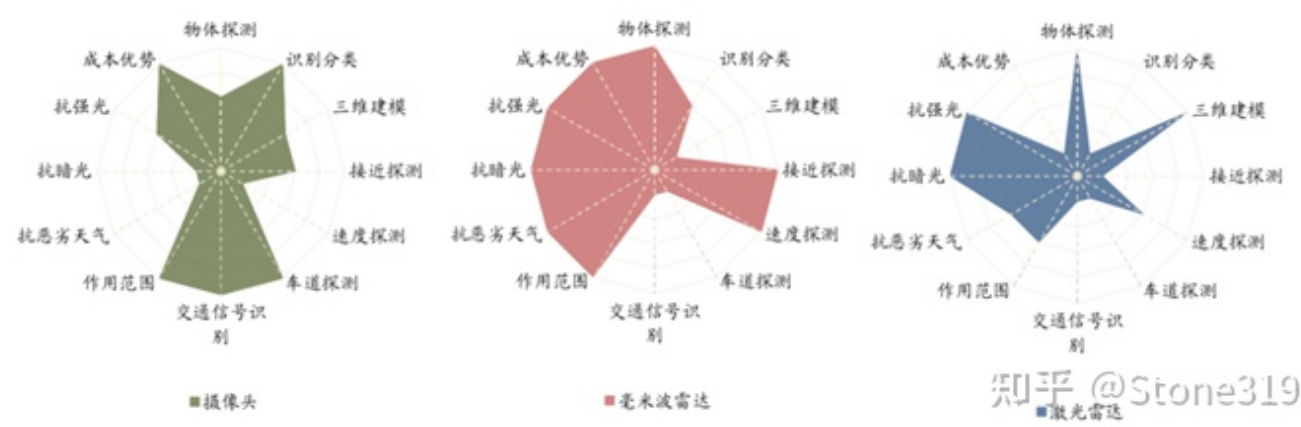
行车主要运行工况为中高速，需要选用检测距离较远的传感器。目前应用传感器主要有：摄像头、毫米波雷达、激光雷达。

泊车运行在低速，一般选用检测距离10m内传感器。目前应用传感器主要有：超声波雷达、鱼眼摄像头。

在数据处理上进行融合，充分利用各类型传感器优势。

传感器	检测距离 / 范围	优点	缺点	备注
摄像头	长焦 FOV $\pm 15^\circ$ 200m 中焦 FOV $\pm 30^\circ$ 100m 短焦 FOV $\pm 60^\circ$ 50m	受天气和光线影响 无直接的距离信息	对环境因素敏感 算法复杂	不同厂家之间的参数有差异，仅列举典型值
毫米波雷达	24GHz 中短距离 30~50m 77GHz 长距离 100~150m	距离、景深信息丰富 对障碍物识别率高	检测点稀疏，信息少	
激光雷达	100m左右	信息丰富、抗干扰能力强	成本高 目前车规级少	
超声波雷达	数米范围	体积小、成本低	距离有限	
环视摄像头	5m以内	成本低、技术成熟	对光照、天气敏感	

车载环境感知传感器概况（来源网络）



自动驾驶行车系统传感器综合比较（来源网络）

2) 传感器布置

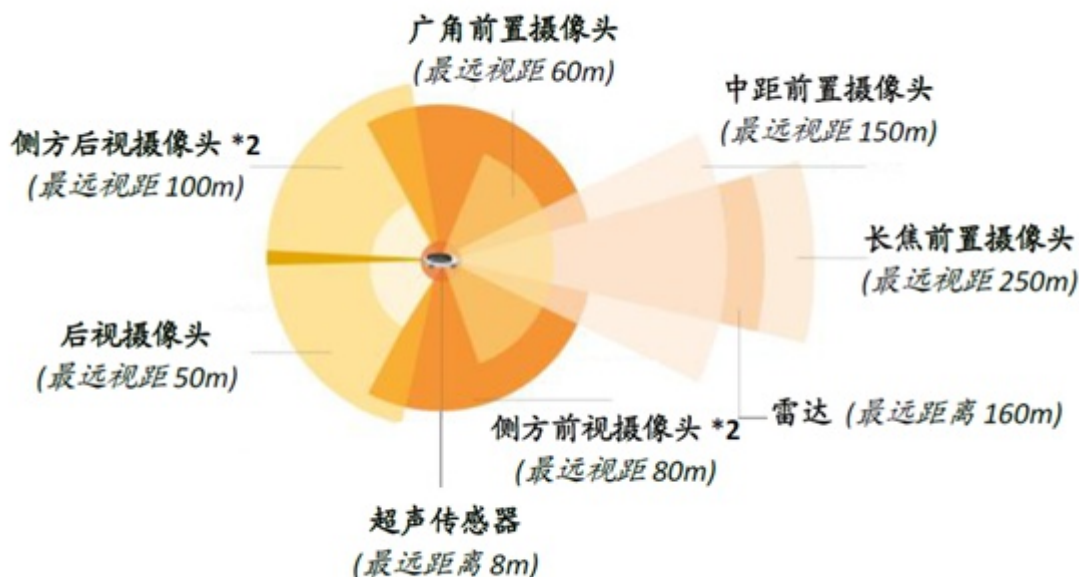
车辆周边区域，可以大致划分为4大区域：正前区域A、侧前区域B、侧向区域C、后向区域D和侧后区域E（如下图）：

-对于行车自动驾驶，A区域是重中之重，布置传感器也最为丰富。最远感知距离一般需要200m以上；其次是侧后E区域和侧前B区域，用于变道和横穿等场景，最远感知距离一般需要80m以上。

-对于泊车自动驾驶，需要对车辆四周全覆盖。由于泊车时速度一般在10km/h内，感知距离范围在10m内就能满足要求。



传感器布置位置（来源网络）



知乎 @Stone319

特斯拉传感器方案（来源网络）

3 传感器方案发展阶段

1) 行车传感器方案

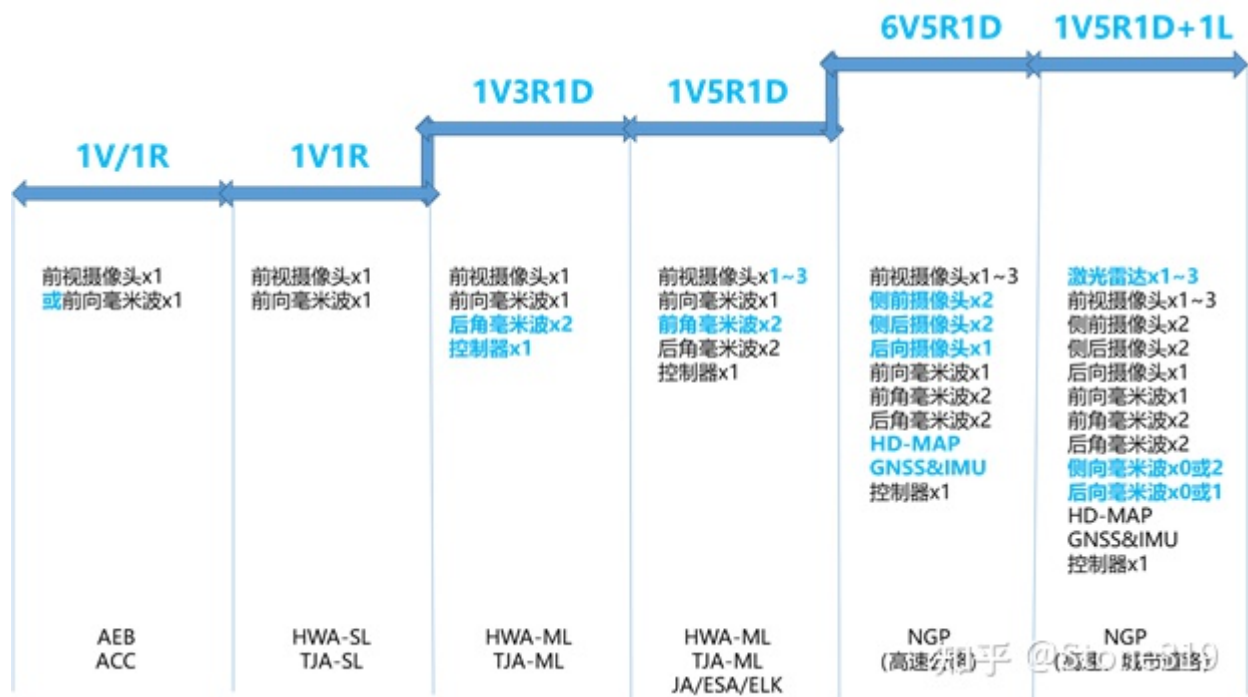
行车自动驾驶发展可大致分三个阶段：单车道自动驾驶辅助、多车道自动驾驶辅助和点对点自动导航驾驶。

-单车道自动驾驶辅助：通过前视单目摄像头或前向毫米波雷达，可实现自动紧急制动AEB和自适应巡航ACC功能。毫米波雷达的优势在于对车辆速度的探测，而摄像头的优势在于识别车道线和对障碍物分类。前视单目摄像头和前向毫米波雷达结合在一起应用，可实现单车道高速驾驶辅助HWA和交通拥堵辅助TJA功能。

-多车道自动驾驶辅助：要实现变道辅助，需要增加传感器对邻道环境进行感知。通常在车尾部两角各增加1个毫米波雷达，实现对车辆侧后环境感知。进一步，可增加车前毫米波角雷达，拓展侧前环境感知，实现路口辅助JA、紧急车道保持ELK、紧急转向辅助ESA等功能。

-点对点自动导航驾驶：要实现从一个点到另个点全自动驾驶，需要对车辆周边环境进行全方位感知，同时增加冗余。一般需要前视增加激光雷达、侧视和后视增加摄像头和毫米波实现增强感知，同时，增加高精地图和惯性导航进行定位。

自动行车，目前发展到点对点自动导航驾驶阶段。主流传感器方案为：激光雷达x1~3+毫米波雷达x5~8+ADS摄像头x7~10。



自行车方案路线

2) 泊车传感器方案

泊车自动驾驶发展大致可分四个阶段：倒车辅助、自动泊车、记忆泊车和代客泊车。

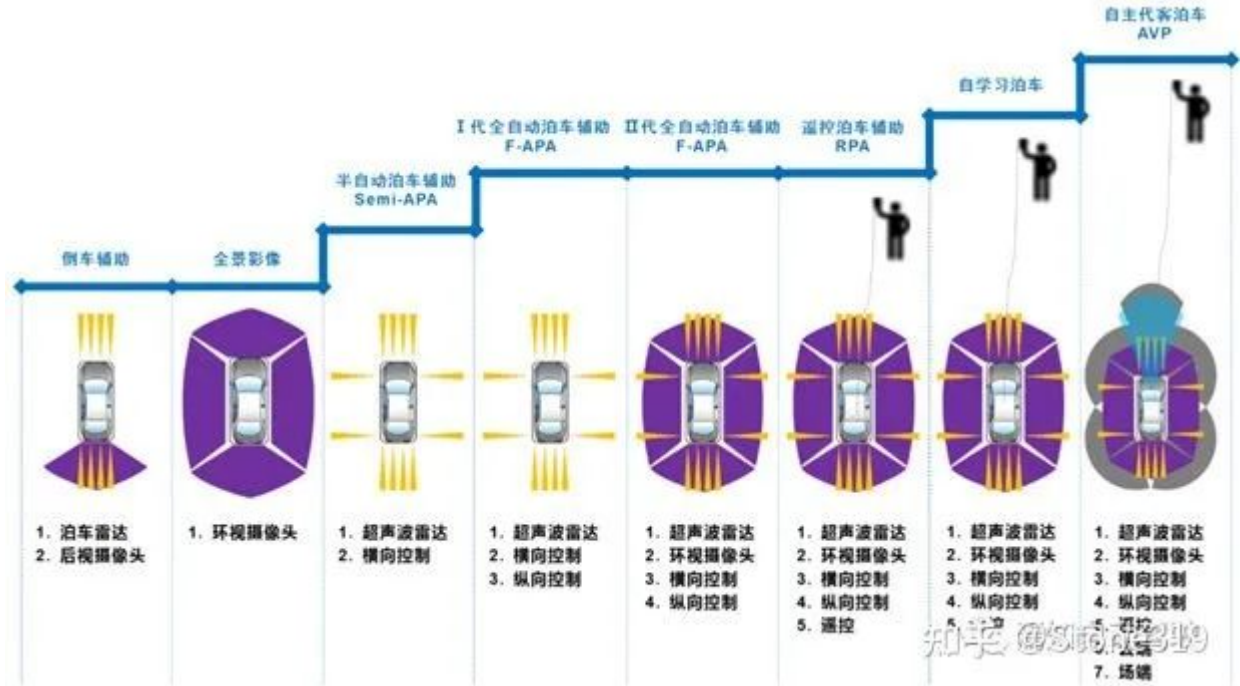
-倒车辅助：通过倒车雷达和全景影像，实现倒车时碰撞预警和提供车辆四周环境影像辅助倒车。倒车雷达，一般车前、车后各安装4颗超声波雷达；全景影像，一般在车辆四周共安装4颗鱼眼摄像头。

-自动泊车：在倒车雷达基础上，车侧两边各增加2个长距超声波泊车雷达识别车位，达到共12颗超声波雷达，实现自动泊车。进一步，可与全景摄像头融合，实现对线性车位感知，增强实现自动泊车场景。也可与钥匙、手机APP结合，实现在驾驶员监控下的遥控泊车功能。

-记忆泊车：实现100m内寻迹泊车。不需要额外加装传感器，但泊车系统需要融合前视行车摄像头数据，通过VSLAM构建地图。进一步，可跟后视行车摄像头数据融合，实现寻迹倒车功能。

-代客泊车：实现1km内自动泊车。需要增加高精地图和惯性导航定点，同时跟停车场系统结合，实现停车场内无人自动驾驶泊车。

自动泊车，目前发展到记忆泊车/代客泊车阶段，各厂家传感器方案都是采用超声波雷达x12+环视摄像头x4方案，同时，需要与行车传感器融合。



自动泊车方案路线（来源网络）

4 传感器技术发展与应用

1) 摄像头

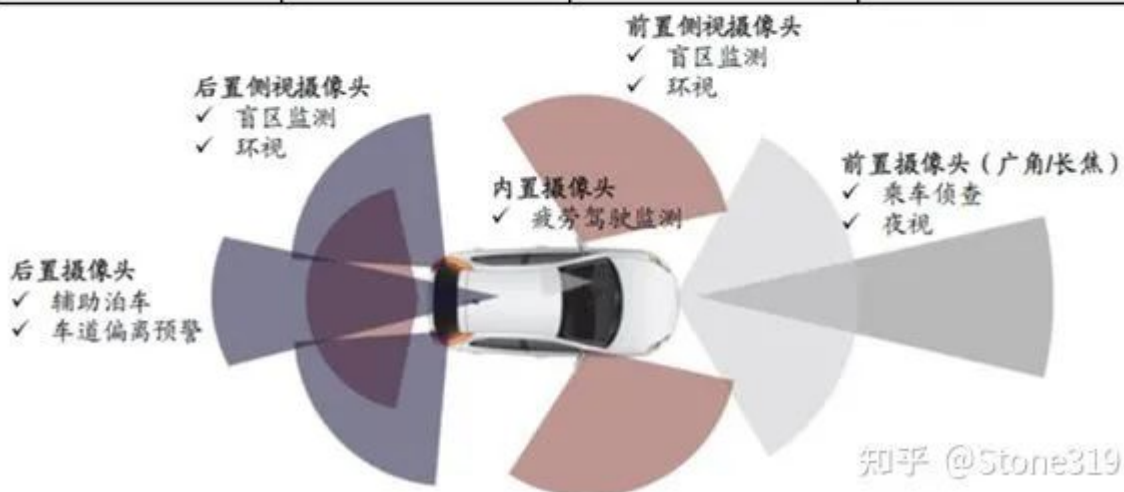
根据布置位置，车载摄像头可分为：前置摄像头（含ADS摄像头、行车记录仪、夜视、环视前置摄像头等）、侧置摄像头、后置摄像头和内置摄像头。

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，差异主要在前视摄像头。

前视摄像头一般采用长焦+广角两摄像头方案。有的为了识别深度，采用双目立体摄像头方案，但对标定、算法要求比较高。华为在极狐上采用的是长焦+广角+双目共4颗摄像头方案。

另外，前视摄像头一般集成图像采集和视觉处理，直接输出目标物。随着目前计算集中化，摄像头有向“只采集不计算”方向发展趋势：把计算部分放到域控制器中。如特斯拉前视摄像头，未配置SoC、MCU等计算模块。

车载摄像头			
前视	侧视	后视	内视
ADS摄像头x1~3 行车记录仪x1 夜视摄像头x1 全景影像x1	ADAS摄像头x4 全景影像x2 人脸开门x1	ADAS摄像头x1 倒车影像/全景影像x1	驾驶员疲劳监测x1 乘员监测x1~4



车载摄像头布置位置 (来源网络)



极狐-华为前视摄像头 (来源网络)

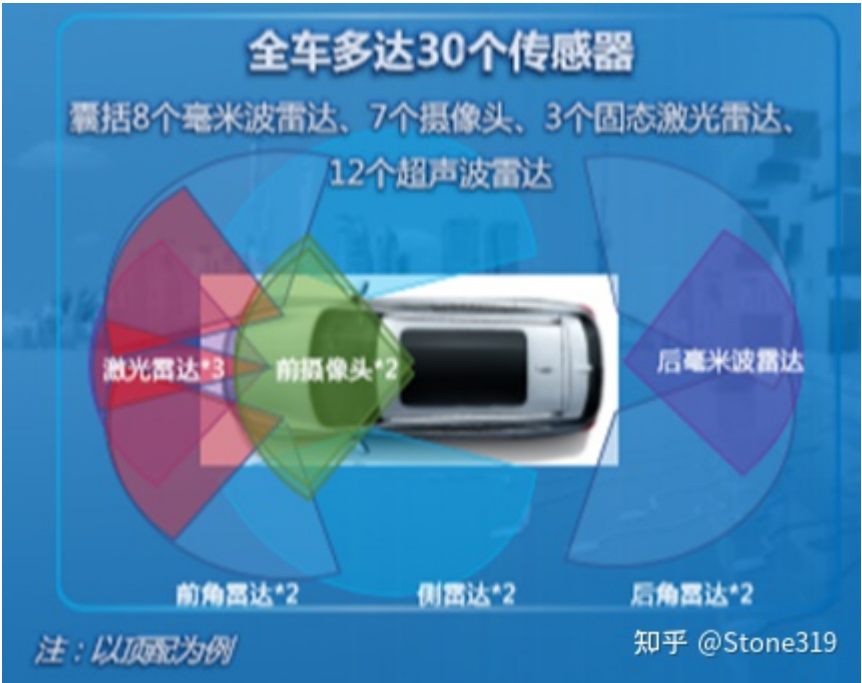


Tesla与ZF前视摄像头对比 (来源网络)

毫米波雷达最大优势是对车辆速度的识别，一般是车辆前视区域A必备传感器。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。

技术发展上，4D成像雷达具有：可实现“高度”探测、分辨率更高、可实现对静态障碍物分类等优势，主要集中在前视区域应用，达到类似低线数激光雷达效果。目前上汽R品牌-ES33已搭载了2颗采埃孚的4D毫米波雷达，安装在车辆前保险杠，探测距离超过300米。

另外，毫米波手势雷达、生命体征监测雷达也值得关注。目前车内监测主要以摄像头为主，但是摄像头会涉及到个人隐私问题，毫米波雷达则能够减少这个顾虑。森思泰克已开发出STA60-1手势雷达和STA79-4生命体征监测雷达。其中，STA79-4生命体征监测雷达，已在广汽蔚来合创007上搭载应用。



长城摩卡传感器方案（来源网络）



上汽R品牌-ES33 4D毫米波雷达（来源网络）



森思泰克 STA60-1手势雷达（来源网络）



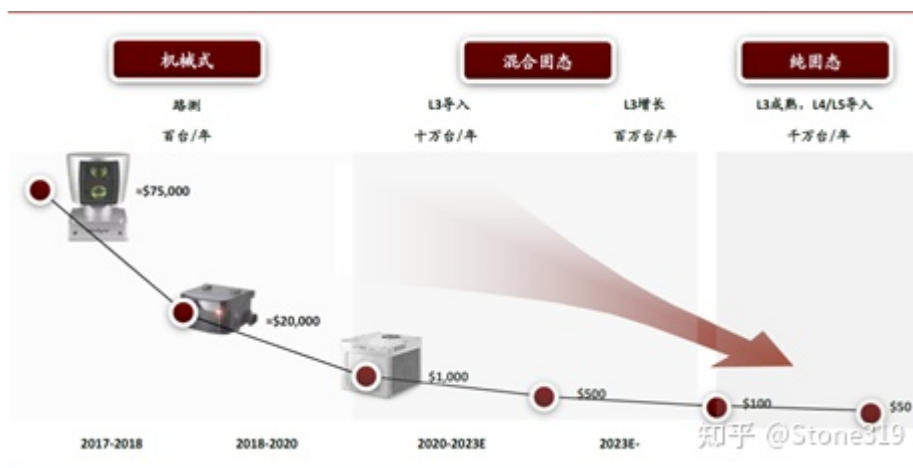
森思泰克 STA79-4生命体征监测雷达（来源网络）

3) 激光雷达

激光雷达应用，主要受制于成本。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。

对于激光雷达三大核心零部件-激光发射器、激光探测器、扫描部件：

- 短期受限于成本以及有限的智能驾驶场景，普遍采用905nm激光发射器+Si激光探测器+转镜/MEMS扫描方案；
- 长期来看性能更加优异且可适应更多智能驾驶场景需求的1550nm激光发射器+InGaAs激光探测器+纯固态及FMCW扫描方案。
- 目前国内车型搭载的激光雷达，扫描方式基本都采用转镜方案，激光发射器采用905nm和1550nm都有。



激光雷达价格趋势（来源网络）

		激光雷达供应商			
		华为 - 96线中长距	Luminar - Iris	大疆览沃 (livox) - Hap	图达通 (Innovusion - Falcon
激光光源		905nm	1550nm	905nm	1550nm
扫描方式		转镜扫描式	双轴旋转镜扫描式	双棱镜扫描式	双轴旋转镜扫描式
产品性能	探测距离	150 米@10%反射率	250 米@10%反射率	150 米@10%反射率	250 米@10%反射率
	视场角 (H/V)	120°*25°	120°*30°	120°*30°	120°*30°
	角分辨率	0.25°*0.26°	——	0.16°*0.2°	0.06°*0.06°
	点云密度	96线	等效于300线	等效于144线	等效于200线
搭载车型及数量		极狐阿尔法S华为HI (3)	R 汽车ES33 (1)	小鹏P5 (2)	蔚来ET7 (1)

国内车型激光雷达应用情况（来源网络）

5 后记

对国内主流高阶自动驾驶车型传感器方案进行了梳理如下图：

- 华为方案堪称豪华，不过售价也挺“豪华”，不知用户会不会买单；
- 小鹏的智能化一直被津津乐道。这次P5搭载2颗激光雷达，售价如果真能控制在20万内那就香了；
- 首次搭载4D毫米波成像雷达的上汽R汽车ES33，不知会不会引领潮流，这可能得跟激光雷达降本趋势博弈。

车型	类型	激光雷达	毫米波	摄像头	超声波	计算平台	其他
小鹏P5	紧凑型轿车 15~20万 2021Q4	x2【大疆Livox-HAP, 等效144线】	x5	ADSx8【前3-2MP+侧4+后1】 环视x4 车内x1 行车记录仪x1	x12	英伟达 Drive Xavier, 30TOPS【德赛西威IPU03】	高精地图（高德）
蔚来ET7	中大型轿车 45~50万 2022Q1	x1【图达通-Falcon, 等效300线】	x5	ADSx7【8MP, 前2+侧4（侧前-车顶前部两侧）+后1】 环视x4【8MP?】 车内x1【ADMS】	x12	英伟达Drive Orin x4, 1016TOPS 自研 NIO Adam	高精地图（百度） 定位单元x2 V2X
北汽-极狐阿尔法S华为HI	中大型轿车 39~43万 2021Q4	x3【华为96线中长距】	x6	ADSx9【前4（双目、长焦、广角）+侧4+后1】 环视x4 车内x1	x12	MDC810, 400+TOPS 华为	高精地图（华为） C-V2X
上汽-智己L7	中大型轿车 41万+ 2022Q1	x2【下一代, 华为96线?】	x5	ADSx7【5MP（下一代10MP）, 前2+侧4（侧前B柱）+后1】 环视x4 车内x1 单反x3【车顶】	x12	英伟达Drive Orin, 500~1000Tops + 自研	高精地图（高德） V2X
上汽-R汽车ES33	中大型SUV 报价? 2022下半年	x1【采埃孚Luminar Iris, 车顶前部】	x8【PREMIUM 4D成像2, 前保, 300米】	ADASx7 环视x4 车内x1	x12	英伟达Drive Orin, 500~1000+TOPS 自研	高精地图 5G-V2X
长城WEY-摩卡	中大型SUV 22万+ 2021?	x3【Ibeo固态FLASH-远程1+中程2】	x8【前1+角4+后1+侧2】	ADSx3【前2】 环视x4?	x12	控制器x2	高精地图
吉利-极氪001	中大型轿车 28~36万 2021Q4	/	x1【250m超长雷达】	ADSx8【8MP, 前3（双目+长焦）+侧4+后1（车顶后部）】 环视x4 车内x2 流媒体x1	x12	Mobileye EyeQ5H*2, 48TOPS 知乎 @Stone319	高精地图（高德）

国内主要高阶自动驾驶车型传感器方案

— END —

入群申请

无人车情报局交流群开放喽~自动驾驶、高精度定位、高精度地图和ADAS四类技术交流群欢迎大家申请。备注“姓名-公司/学校/单位-职位/专业”将会优先审核通过哦~

无人车情报局

交流群开放申请



自动驾驶技术交流群

高精度定位技术交流群

高精度地图技术交流群

ADAS技术交流群



无人车情报局

四类交流群开放申请

长按扫码申请入群



课程预告

9月9日晚7点，大厂讲坛 | 商汤专区正式线上开讲！商汤科技见习研究员李雨杭将讲解《可部署的量化感知训练算法研究》。

可部署的量化感知 训练算法研究

大厂讲坛 | 商汤专区



李雨杭

商汤科技 见习研究员

- 1、模型量化中的量化感知训练
- 2、经典的量化感知训练算法及局限性
- 3、面向可部署的量化感知算法和工具

9月9日晚7点
讨论群限时开放
扫码申请 ▶



地平线系统及人工智能安全总监杨虎：如何翻越自动驾驶AI系统安全高峰 | 直播预告

智能车情报局