

2023中国智驾大模型应用研究报告

亿欧智库 <https://www.iyiou.com/research>

Copyright reserved to EO Intelligence, October 2023

亿欧智库：

更懂中国智能电动汽车的第三方研究机构

◆ 《2023中国智驾大模型应用研究报告》简介

- 随着特斯拉在2021年AI Day上发布了BEV+Transformer的架构后，国内的智驾相关企业也逐步开始研发基于BEV架构下的Transformer模型，超大参数的智驾大模型开始在自动驾驶行业内盛行起来。至2023年，智驾相关大模型开始大量出现，如华为盘古大模型、百度文心大模型、毫末DriveGPT等。
- 基于上述背景，为了更深入地了解智驾大模型的定义、技术应用现状、产业竞争格局以及遇到的挑战等，亿欧智库撰写了《2023中国智驾大模型应用研究报告》，并针对中国智驾大模型应用进行深入地研究和分析。

◆ 《2023中国智驾大模型应用研究报告》核心观点

- 目前，智驾大模型没有一个公允定义，并且产学研不同领域的专家对智驾大模型的定义也不一样，但结合各专家的观点来看，智驾大模型具备多模态输入、自监督学习、端到端学习范式以及大规模参数的特征。但是，相比于通用类大模型，智驾大模型的主要差异在于：部署难度高、数据维度广以及模型设计复杂。
- **亿欧智库认为，智驾大模型指的是在云边端一体化的架构下，利用云端算力优势训练大规模多模态数据，然后再结合边端的计算能力，通过多任务的学习和分布式训练为车辆提供更有效的感知融合效果与实时建图方案，最终让车端实现与人类司机行为和思维一致的感知、预测、规划等能力。**
- **智驾大模型最重要的应用是数据闭环**，相比于传统数据闭环而言，当前的数据闭环对自动驾驶系统赋能最多的主要是数据挖掘、自动标注、模型训练、仿真测试四个应用方向。从感知侧的数据采集开始，会先根据筛选器的设置来进行数据挖掘，随后通过自动化标注来对数据打标签，再对原模型反复训练并经过仿真测试后，最后对车端小模型进行优化，在经过反复地不断迭代循环后，使得整个数据闭环能力能够不断提升。
- 对于已布局或正将布局的企业，智驾大模型玩家主要可分为四类，其中新势力主机厂以自研为主，而传统主机厂持有保守观望的态度；科技企业凭借强大的AI技术背景和资本实力，构建了以云服务为基础的垂直服务体系；Tier1以自研基于BEV感知的垂域大模型为主；芯片企业主要是优化芯片的开发生态，以便客户能在自家芯片上更容易地部署BEV+Transformer等大规模参数的模型。

目录

CONTENTS

01 智驾大模型发展综述

- 1.1 大模型技术发展历程
- 1.2 大模型适合应用智驾产业原因挖掘
- 1.3 如何定义智驾大模型

02 智驾大模型在云边端一体化的技术应用探索

- 2.1 智驾大模型技术应用总览
- 2.2 智驾大模型产业应用探索

03 智驾大模型产业布局情况分析

- 3.1 产业链概况与产业图谱
- 3.2 典型玩家布局情况分析

04 智驾大模型面临挑战与发展建议

- 4.1 智驾大模型面临的挑战
- 4.2 智驾大模型未来发展建议

目录

CONTENTS

01 智驾大模型发展综述

- 1.1 大模型技术发展历程
- 1.2 大模型适合应用智驾产业原因挖掘
- 1.3 如何定义智驾大模型

02 智驾大模型在云边端一体化的技术应用探索

- 2.1 智驾大模型技术应用总览
- 2.2 智驾大模型产业应用探索

03 智驾大模型产业布局情况分析

- 3.1 产业链概况与产业图谱
- 3.2 典型玩家布局情况分析

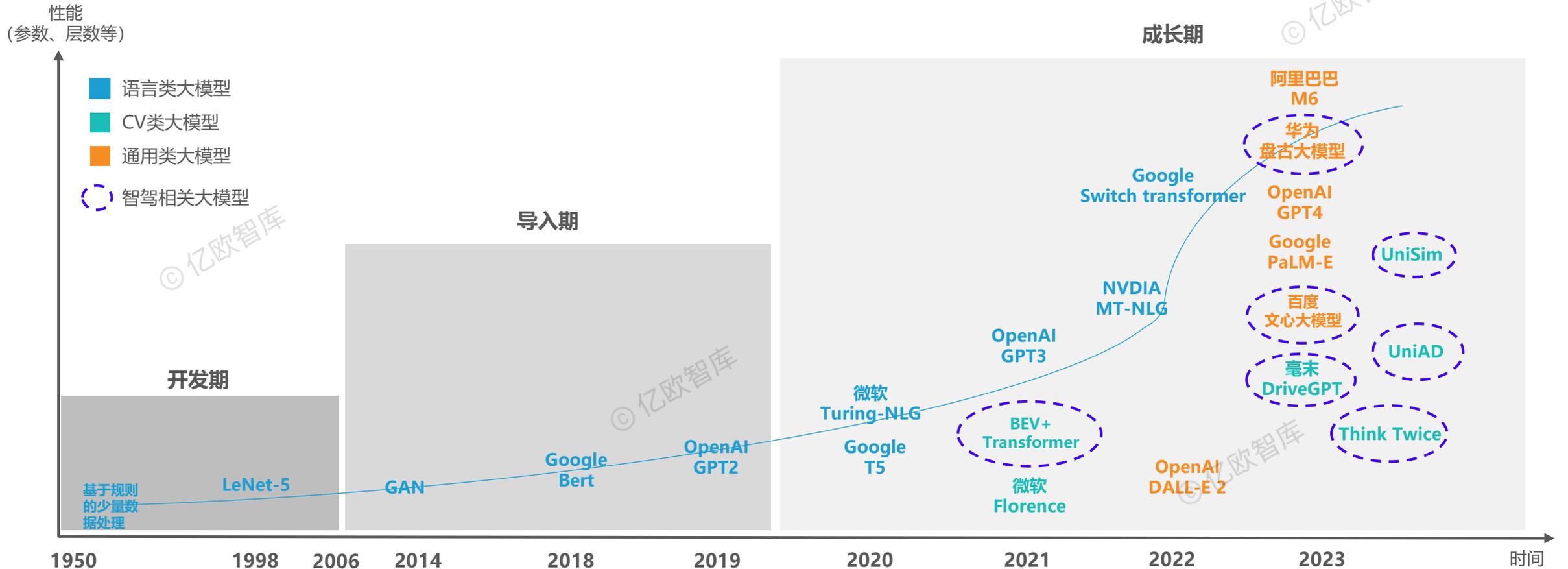
04 智驾大模型面临挑战与发展建议

- 4.1 智驾大模型面临的挑战
- 4.2 智驾大模型未来发展建议

1.1 BEV+Transformer应运而生，促进2023年智驾相关大模型开始涌现

- ◆ 1950年，基于深度学习的AI技术概念被提出，AI正式进入大众视野。1998年，以卷积神经网络为架构的LeNet-5深度学习模型诞生，奠定了大模型发展的基础。2006年-2019年，以Transformer为代表的卷积神经网络模型开始出现，模型的性能开始加速上升。2020年之后，卷积神经网络模型的参数量或模型层数急剧上升，多个通用类模型出现，其中，以GPT-4为主的多模态预训练大模型引起了广泛的关注。
- ◆ 2021年，特斯拉提出了BEV+Transformer的大模型，该模型也成为了之后国内玩家布局大模型的基础。至2023年，智驾相关大模型开始大量出现，如华为盘古大模型、百度文心大模型、毫末DriveGPT等。

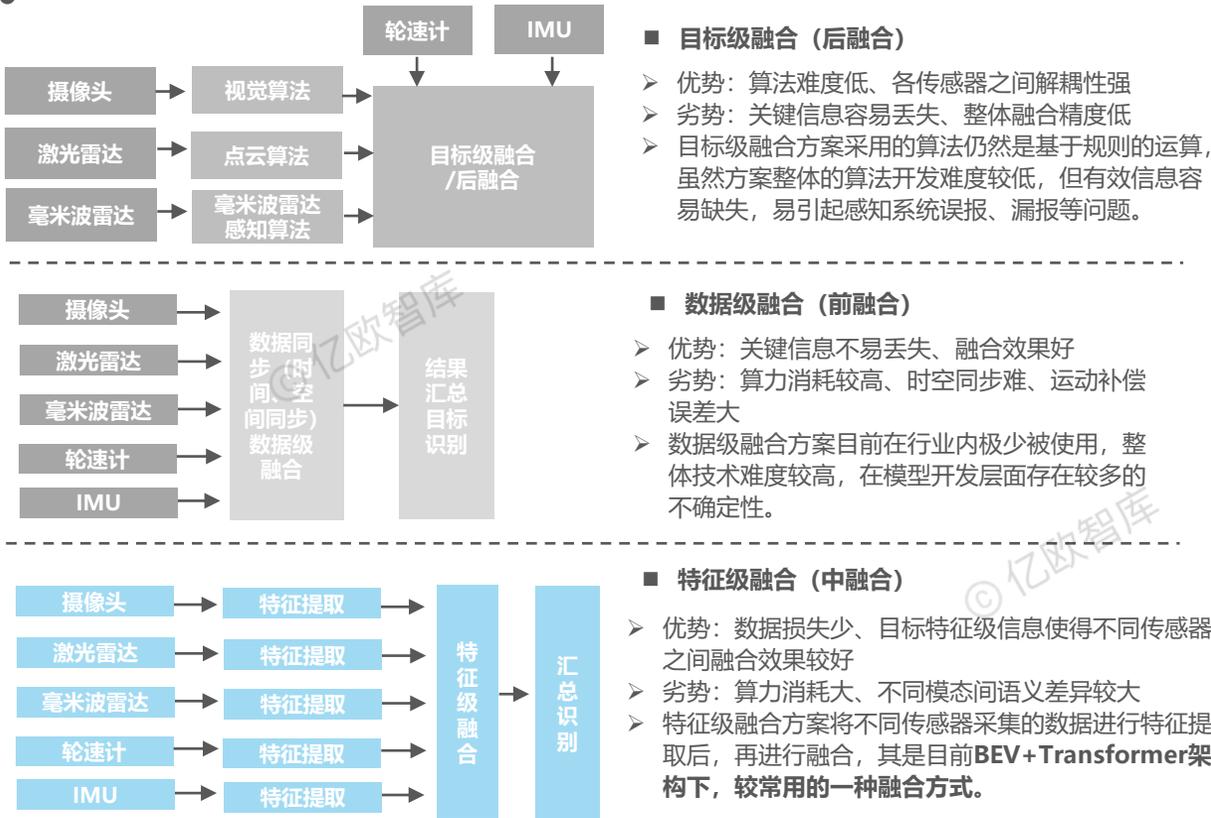
亿欧智库：AI大模型发展历程



1.2.1 数据端：基于BEV+Transformer的融合架构，可使大规模多模态数据更好地融合

- ◆ 从多传感器的融合趋势来看，目标级融合（后融合）是当前行业内主流的融合方案，虽然算法开发难度较低，但融合精度较低、关键信息易缺失，不适合未来融合趋势的发展。数据级融合（前融合）是行业发展的目标，但技术壁垒高，短期内方案落地较难。所以，在不丢失关键信息的基础上，特征级融合（中融合）成为了一种合适的中间过渡形态，也更适合在当前流行的Bev+Transformer模型架构下，实现大规模多模态数据的融合。
- ◆ 基于规则算法的目标级融合方案，只能识别出目标物的部分特征，甚至会出现无法识别目标物的情况，导致在最终融合结果上出现误报、漏报等情况。相反，基于BEV+Transformer的特征级融合方案，可以通过注意力机制提取目标物特征，并在鸟瞰图下“脑补”出完整的目标物信息，有利于提高整体感知融合精度。

亿欧智库：多传感器的融合趋势变化



亿欧智库：基于BEV+Transformer架构的特征级感知融合方案优势

神经网络目标识别

可能是卡车, 体积3X3X3	可能是卡车, 体积3X3X2	可能是卡车, 体积3X3X7
	自行车	可能是卡车, 体积2X3X7
		无法判断

卡尔曼滤波基于规则的算法 → 识别难度大，融合复杂且低效

神经网络特征提取

车轮、油箱、烟囱、窗户等	车轮、油箱、烟囱、窗户等	窗户、车身、挖掘机等
	自行车	车身、轮子等
		车身、轮子等

Transformer → 融合效果好，容易识别目标物

特征级融合（中融合）

特斯拉在2021年的AI DAY上，展示过一个大型卡车路过自车的场景，在某个时刻卡车同时出现在5个摄像头（共8颗摄像头）中，但是每个摄像头可能只露出了卡车部分车体。

对于传统规则算法（比如卡尔曼滤波），算法只会出现在卡车车体的摄像头内进行识别检测，再将检测结果进行融合，但该方法只识别出了部分卡车车体特征，仍需要对看不到的部分进行拼接，最终可能使得模型感知结果的误差较大。

对于BEV+Transformer算法模型，利用特征级融合的方式，生成了鸟瞰图视角，“脑补”出遮挡区域的目标，提高识别与融合精度。

1.2.1 数据端：智驾大模型具备数据闭环的能力，解决主机厂在数据处理层面的痛点

- ◆ 自动驾驶产业在数据处理层面，面临着低效率和高成本的双重问题，比如corner case的挖掘效率低、自动化数据处理程度低、数据标注和存储成本高等，这些因素阻碍了自动驾驶技术迈向高阶自动驾驶。然而，数据是驱动自动驾驶算法迭代的必要属性，能够利用好数据的公司，才可能进入自动驾驶赛道下半场的角逐。
- ◆ 高效使用数据的最佳途径是打造一套数据闭环系统，而数据闭环也是智驾大模型发展的必要条件之一，通过数据采集、数据回流、数据分析、数据标注、模型训练、测试验证的一系列闭环流程，为主机厂进行降本增效。

亿欧智库：自动驾驶在数据处理中面临的痛点

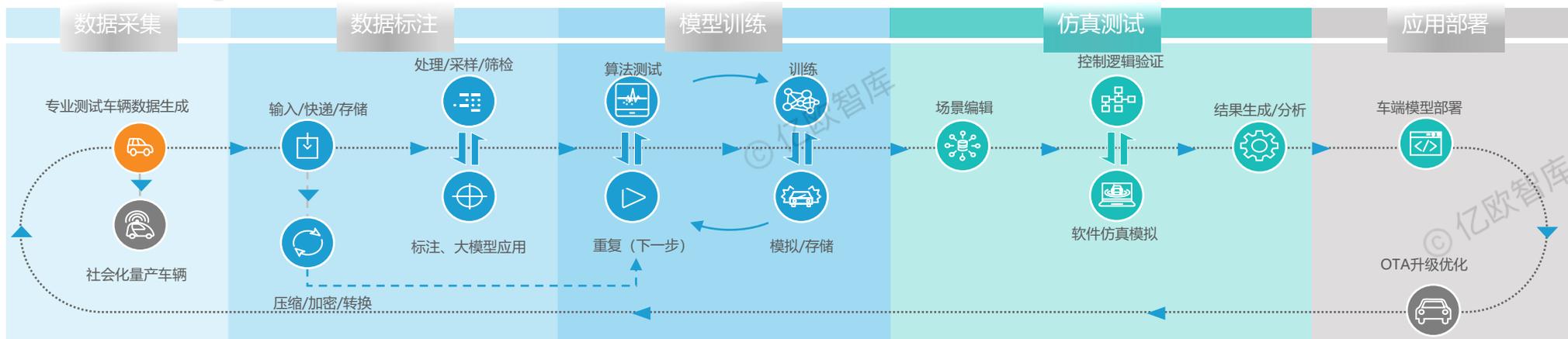
低效率

- **高价值数据的比例低**
 - 高价值数据通常指的是corner case（即长尾场景数据），随着L2级以上的自动驾驶功能不断演进，越来越多的corner case会被挖掘出来，从而转换为common case。但是，通过采集车收集回来的数据，由于数据量有限，使得corner case的比例会越来越低。
- **各类型数据的需求同步难**
 - 自动驾驶系统的相关数据来自不同模块，比如感知、定位、决策、规划，其中，数据类型、处理方式、数据规模都不相同，处理相应数据的工作量非常大且没有考虑到协同效应。
- **数据处理的自动化程度低**
 - 当前自动驾驶的数据处理仍存在大量的手动工作比例，如数据标注环节，预标注算法的不成熟导致了标注仍需依赖人工来打标签。

高成本

- **地图数据采集成本高：**
 - 在无图技术仍未成熟下，无论是重图方案还是轻图方案，量产车的定位仍然需要高精地图或导航地图的支持。据公开资料显示，地图精度达到10厘米级别时，每公里测量成本为10元，而精度达到1厘米级别时，每公里的测量成本则飙升至1000元。
- **数据标注成本高：**
 - 毫末智行公布的图像数据标注成本约5元/张，而自动驾驶所需的数据体量约几十亿张，可见数据标注的成本非常高。
- **数据存储成本高：**
 - Robotaxi单台车每天产生4000GB数据量，按照亚马逊的收费标准来看，存储一年的成本约35万美元（折合人民币约244万元）。

亿欧智库：数据闭环为主机厂带来的降本增效优势



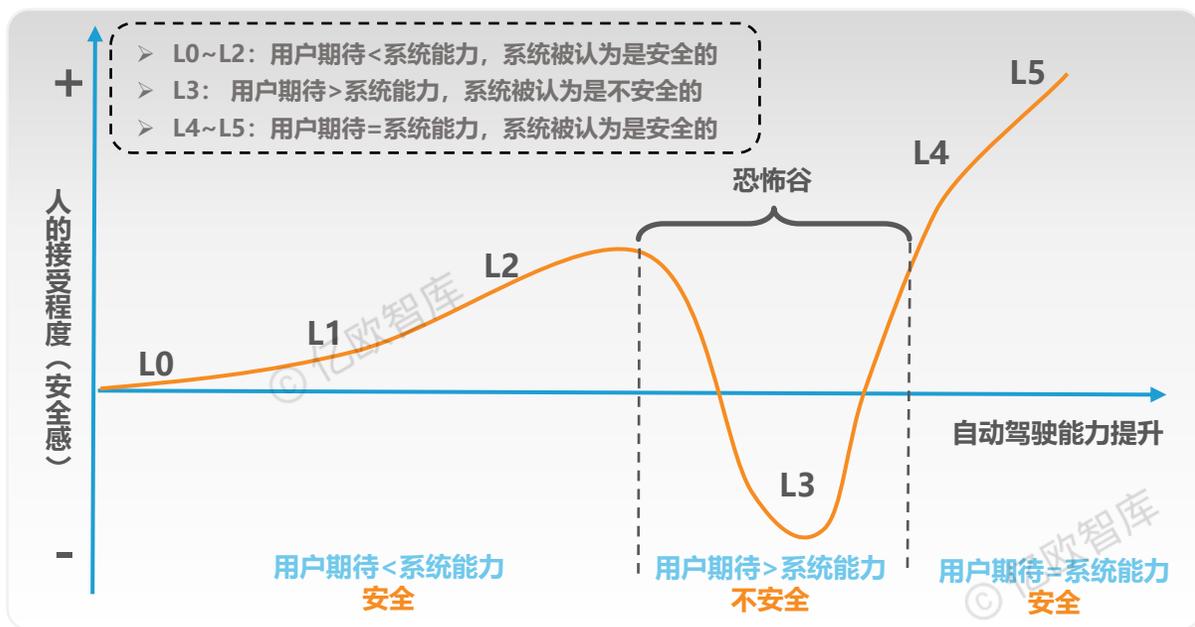
如何降本增效

- **降本**
 - ✓ 减少车端无效数据的采集
 - ✓ 制定合理的数据存储方案
 - ✓ 提升仿真测试的场景覆盖度
- **增效**
 - ✓ 优化车端采集数据的逻辑
 - ✓ 提高自动化标注模型的效率
 - ✓ 强化模型的训练和部署能力
 - ✓ 优化工具链

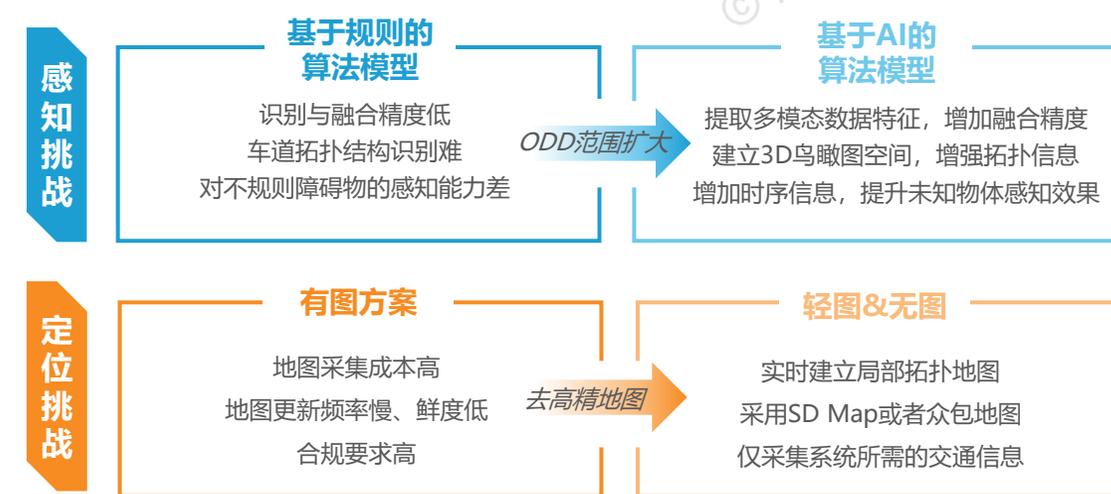
1.2.2 算法端：高阶智驾功能存在一定挑战，智驾大模型可助力自动驾驶跳出“恐怖谷”

- ◆ 自动驾驶系统存在着一个“恐怖谷”理论，即当自动驾驶能力从L2迈入L3后，将行成一个下陷的形态，此时人类对于自动驾驶技术的接受程度会降低，导致安全感急剧下降。其原因在于L3功能下，感知和定位的工作将会转移至车端，而驾驶员成为了辅助，促使系统需要具备较强的处理复杂场景的能力。
- ◆ 在面临感知和定位的双重挑战下，基于规则的感知算法和基于高精地图的定位方案在技术或商业化层面，已经无法突破至更高阶的智驾功能。为了提高自车对周围环境的理解以及对复杂场景的处理能力，智驾大模型将凭借端到端的自主学习能力和环境适应能力，成为实现高阶智驾功能的关键。

亿欧智库：自动驾驶系统的“恐怖谷”理论



亿欧智库：高阶自动驾驶功能在感知和定位方面的挑战



■ 实现L3-L5高阶自动驾驶功能将面对较高的场景复杂性

- ✓ 更多的交通参与者：大小货车、行人、电动自行车、清扫车等
- ✓ 更复杂的交通规则：不同规则的红绿灯、车道线、环岛等
- ✓ 更高要求的地图覆盖率：需要采集大量静态和动态道路信息

解决高阶自动驾驶功能突破的关键，是**提高对周围事物的理解，以及对复杂场景的处理能力**，尤其是针对感知和定位方面遇到的问题。智驾大模型将凭借端到端的自学习和环境自适应能力，成为实现高阶智驾功能的关键

1.3.1 区别于通用类大模型，智驾大模型的部署难度高、数据维度广、模型设计复杂

- ◆ 目前智驾大模型没有一个公允定义，并且产学研不同专家对智驾大模型的定义也不一样，但结合产学研专家的观点来看，智驾大模型具备多模态输入、自监督学习、端到端学习范式以及大规模参数的特征。但是，相比于通用类大模型，智驾大模型的主要差异在于：部署难度高、数据维度广以及模型设计复杂。
- ◆ 智驾大模型由于受到了车端算力的限制，参数较大的模型无法直接部署在车端，只能部署在云端。所以，智驾大模型无法像ChatGPT一样，通过通用类大模型解决所有自动驾驶的工程化问题，而是需要一个更系统的部署方式。

亿欧智库：产学研不同角度对智驾大模型的定义

从产学研角度的不同定义

产

专家A:
当一个模型在多模态预训练领域有一定突破后，它既能处理文字信息，也能处理图片信息，同时也能对一些自动驾驶模型做出一点微调，这类模型可以称之为自动驾驶大模型。

专家B:
自动驾驶大模型一方面需要模型参数量达到至少10B到100B的规模，另一方面预训练数据需要达到500万至1000万帧的图像。

专家C:
从数据角度来看，小模型可能就是只训练一种数据类型，比如视觉图像数据有自己的训练模型，激光点云数据也有专属的训练模型，而自动驾驶大模型会集成多个任务，最终形成一个基于Transformer网络架构的端到端的模型。

学

专家D:
自动驾驶大模型是在云端部署文本单模态通用大型语言模型或多模态通用类语言大模型，在边缘端部署垂域BEV多模态大模型，最后在移动端实现局部自主。

研

专家E:
其它领域的大模型局限在单一模态，主要是文本数据，而自动驾驶的大模型除了感知以外，还会设计后续的决策规划等模块，无论是在广度还是在深度上，都完全与其它垂域模型是不相同的。

亿欧智库：智驾大模型的特征及差异

智驾大模型与通用类大模型的差异

智驾大模型的特征

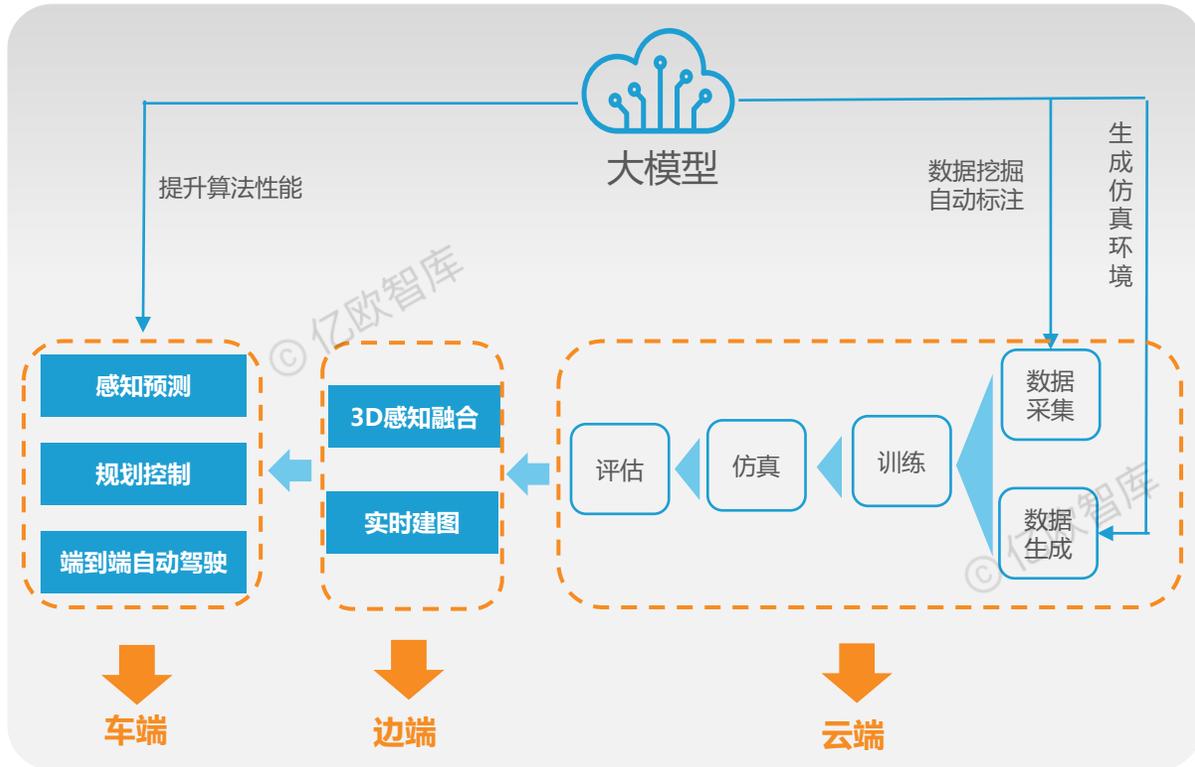
- **多模态输入:** 自动驾驶大模型通常接受多种模态的输入，包括图像、传感器数据、文本等。这使得模型能够充分利用不同类型的数据，提升感知和决策的准确性。
- **自监督学习:** 自动驾驶大模型通常采用自监督学习的方式进行训练，利用大量的无监督数据进行预训练，然后在有标签的数据上进行微调。这种方式可以大幅减少对标注数据的依赖。
- **端到端学习范式:** 自动驾驶大模型通常采用端到端的学习方式，将所有感知数据进行统一的输入和输出，通过一个统一的模型进行学习和推理，从而避免多个模块之间的信息传递和集成问题。
- **大规模参数:** 自动驾驶大模型的参数规模通常达到百亿甚至千亿级别，这种大规模的参数使得模型具备更强的拟合能力和泛化能力。

- **部署难度高:** 自动驾驶大模型由于车端算力限制，目前只能将大规模参数的大模型部署在云端，从而逐步优化车端的小模型，最终让车端实现局部端到端的学习方式，优化自动驾驶系统不同子任务，比如感知、决策、规划等。
- **数据维度广:** 自动驾驶大模型需要处理图像数据、点云数据、文本数据、语音等多模态数据，相比于语言类NLP模型（仅针对文本数据为主），其数据维度更广，处理数据的难度也更高。面对上述问题，自动驾驶大模型需要具备自监督学习能力，来对大量多模态数据进行预训练，从而使模型能够有一定自我认知能力。
- **模型设计复杂:** 自动驾驶大模型兼具了通用类大模型自上而下的学习方式，会解决不同类型系统任务。同时，在车端横向上需要采用端到端的学习方式，将各子任务统一到一个框架内，实现更好的自动驾驶算法效果。

1.3.2 智驾大模型从多个维度赋能云-边-端，助力端到端自动驾驶全面落地

- ◆ 在智驾领域内，大模型被应用于云端、边端和车端。在云端，大模型凭借云端存储和超算优势来增加模型参数量，从而完成数据标注、数据挖掘、仿真建模等工作。在边端，通过垂域的BEV+Transformer模型来完成多模态数据融合和实时建图工作。在车端，主要是先利用云端已预处理并标注的真值数据和仿真生成的数据来训练和优化边缘端垂域模型，然后投喂给车端的小模型。
- ◆ 亿欧智库认为，智驾大模型指的是在云边端一体化的架构下，利用云端算力优势训练大规模多模态数据，然后再结合边端的计算能力，通过多任务的学习和分布式训练为车辆提供更为有效的感知融合效果与实时建图方案，最终让车端实现与人类司机行为和思维一致的感知、预测、规划等能力。

亿欧智库：大模型赋能智驾系统的流程



亿欧智库：基于端到端的自动驾驶大模型

模块化方案:



端到端方案:



■ 模块化方案带来的问题:

- ✓ 各执行模块之间容易产生信息损失，最终导致整个系统产生的误差被放大
- ✓ 不同模块之间的最终优化目标可能不一致

■ 端到端方案优势:

- ✓ 避免了级联误差，去除冗余信息
- ✓ 减少各模块间多个编解码环节，降低了计算的冗余浪费

目录

CONTENTS

01 智驾大模型发展综述

- 1.1 大模型技术发展历程
- 1.2 大模型适合应用智驾产业原因挖掘
- 1.3 如何定义智驾大模型

02 智驾大模型在云边端一体化的技术应用探索

- 2.1 智驾大模型技术应用总览
- 2.2 智驾大模型产业应用探索

03 智驾大模型产业布局情况分析

- 3.1 产业链概况与产业图谱
- 3.2 典型玩家布局情况分析

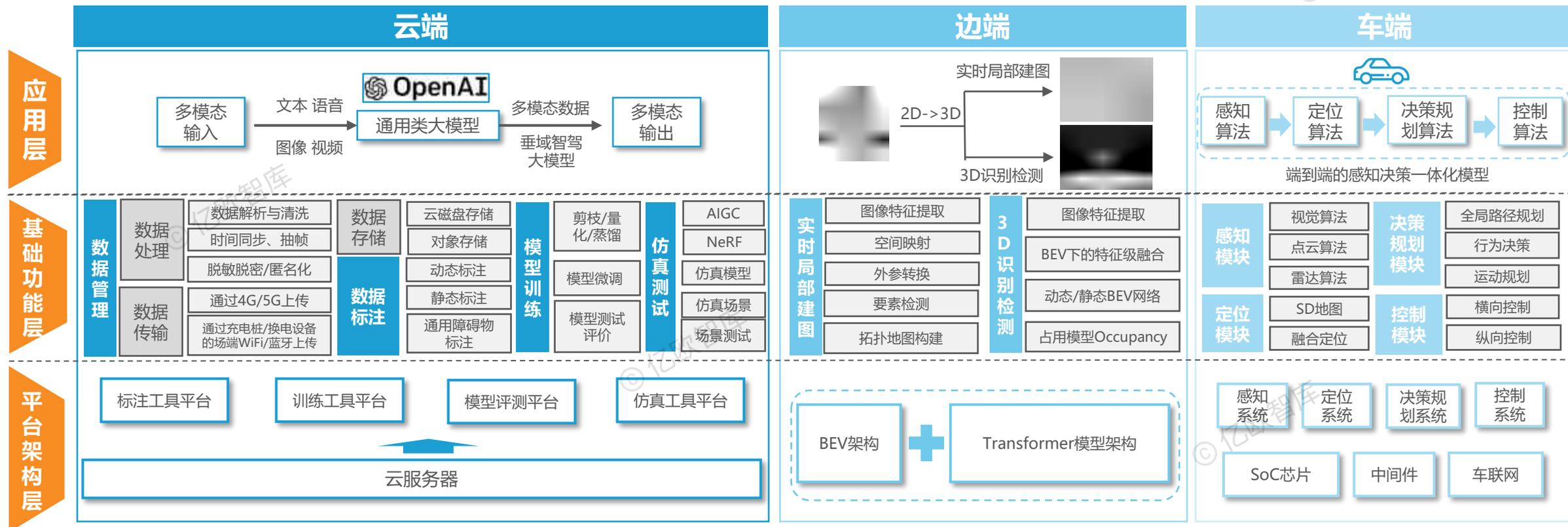
04 智驾大模型面临挑战与发展建议

- 4.1 智驾大模型面临的挑战
- 4.2 智驾大模型未来发展建议

2.1.1 智驾大模型使得整个智驾技术栈从车端上升至边端和云端，布局更全面、也更复杂

- ◆ 在云端，智驾大模型将通过通用类大模型来处理文本、语音、图像、视频等数据，训练边端的垂域智驾大模型；在基础功能层，数据管理、数据标注、模型训练、仿真测试组成了云端的主要基础功能；在平台架构层，由云服务器支持四个主要的平台工具链。
- ◆ 在边端，通过BEV+Transformer的垂域感知大模型，将2D图像转为3D鸟瞰视角后，实现实时局部建图和3D识别检测；在基础功能层，分别通过3D BEV架构下的特征提取后，来实现建图和识别检测功能；在平台架构层，BEV技术可以提供全局视角的环境感知，有助于提高自动驾驶系统在复杂场景下的表现，而Transformer作为基于自注意力机制的深度学习模型，提高了自动驾驶的系统性能。
- ◆ 在车端，保留了单个模块小模型的模式，逐步建立端到端的一体化模型；在基础功能层和平台架构层，仍然是基础小模型和相关软硬件架构来支持。

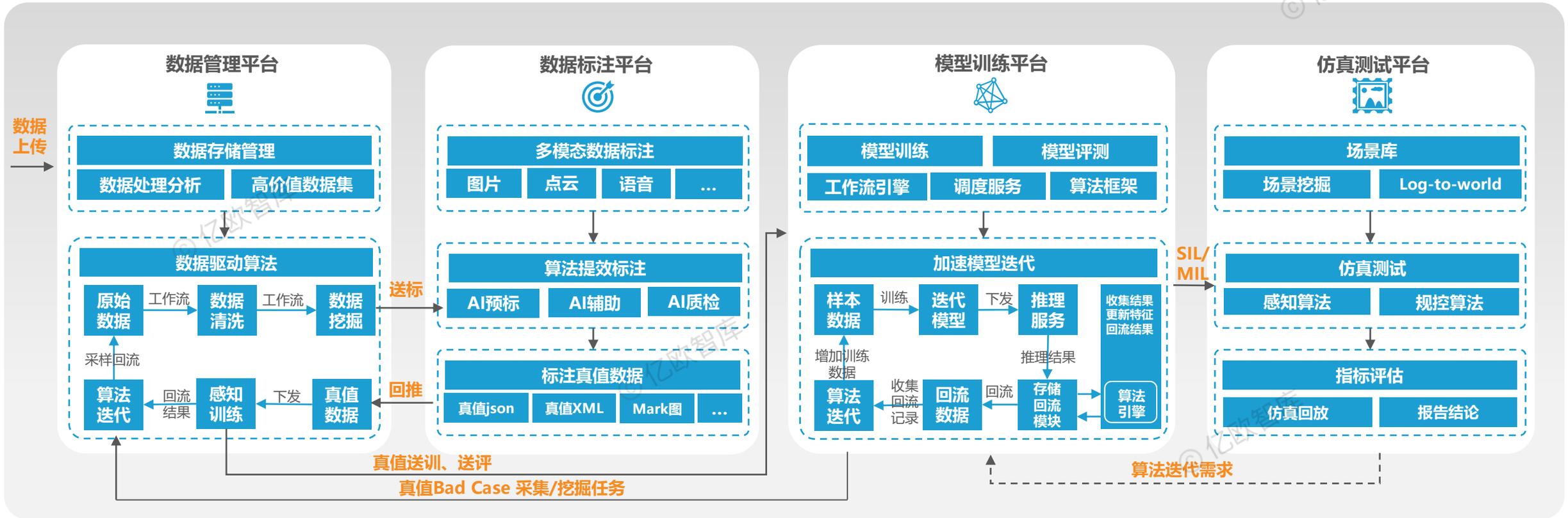
亿欧智库：智驾大模型云边端一体化的技术解决方案总览



2.1.2 云端承载智驾数据处理的主要工作，将构建四大模块，全面赋能智驾系统开发

- ◆ 对于主机厂来说，过往的智驾系统开发时，数据管理、数据标注、模型训练、仿真测试等模块平台都是各自自行开发，使用不同的工具链，会造成开发成本高、开发周期长且效率低。
- ◆ 随着智驾数据规模扩大、数据类型增多，分布式的开发模式已经无法满足未来高阶智驾功能的需求，并且车端芯片的存储和计算性能也无法满足智驾系统的部署，所以，未来整个智驾开发体系将逐步转向云端。目前，主机厂对于云服务的底层需求，已经不局限于满足单一的数据存储，而是更偏向于将自动驾驶系统研发工作也放置在云端。

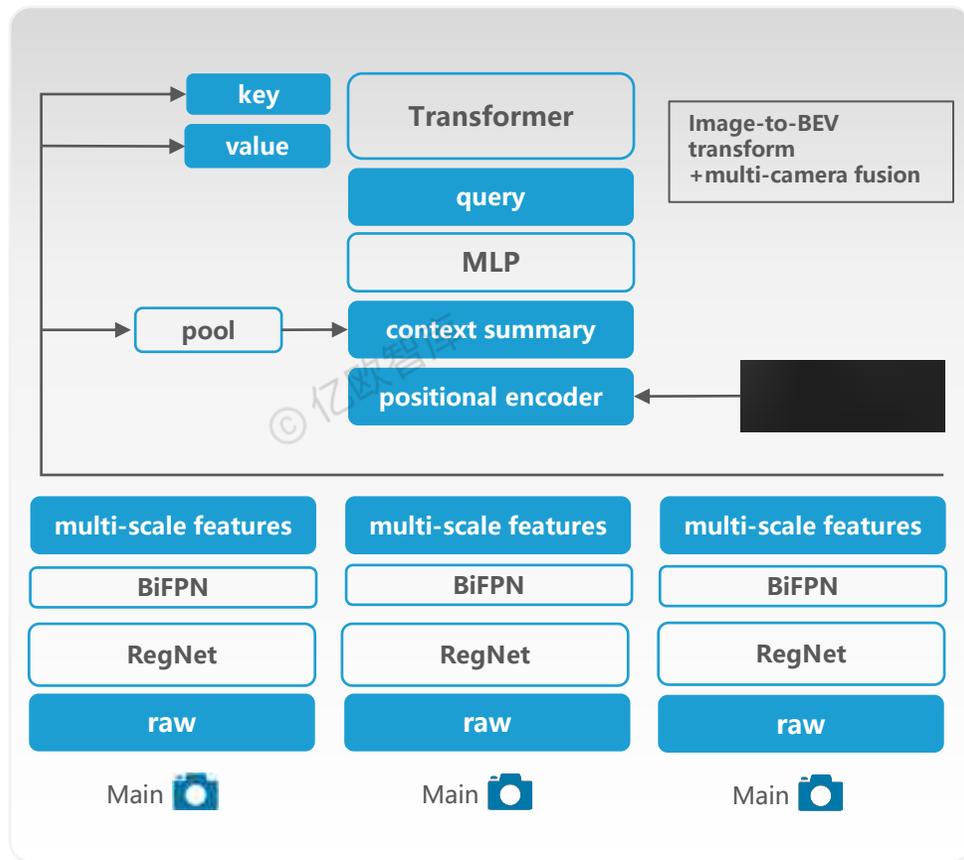
亿欧智库：智驾大模型云端技术解决方案



2.1.3 边端以感知垂域大模型为基础，建立感知与决策的之间的桥梁，让智驾行为更优化

- ◆ 自动驾驶感知算法现在从基于神经网络的算法逐步替代基于规则的算法，而神经网络主要用于感知环节，其原因是现有的自动驾驶算法主要是模块化部署，每个模块拥有独立的优化目标，所以主流模型优化路径是从感知端逐步渗透到规控端，最终提高系统整体的鲁棒性。故此，当前流行的BEV+Transformer架构主要解决的是感知端的问题，包括3D识别检测和语义分割，而占用网络模型更进一步地提升感知效率。
- ◆ 在打通感知垂域大模型后，自动驾驶系统将更高效地识别静态、动态以及通用障碍物，然而自动驾驶不仅仅只有感知，更重要的是如何像人类驾驶员一样做出最优地驾驶决策行为。自监督认知大模型是在进行大量数据训练后，使得模型具备自我学习能力，而非基于规则的决策规划算法。

亿欧智库：BEV+Transformer架构



BEV+Transformer可解决的部分corner case

- **处理复杂道路状况。**提供更全面的环境感知，可以生成一个连续的俯视视角，帮助自动驾驶系统准确识别车道线、障碍物、行人和其他交通参与者。
- **应对恶劣天气条件。**可以融合不同角度的图像信息，也可以融合不同类型传感器，从而补足摄像头的不足之处。
- **预测异常行为。**借助全局视角，BEV可以提供完整的环境信息，能更准确地跟踪和预测行人和其他交通参与者地动态。
- **狭窄或遮挡的道路。**可以整合多个摄像头捕获的图像，生成一个更全面的视图。
- **并车和交通合流。**凭借全局视角可以清晰地了解车辆周围的交通状况。

从BEV (2D) 到占用网络 (3D) ，感知效率全面提升

- **BEV架构的缺点：**BEV架构获取的图像仍然是一个2D图像，缺少高度信息，无法真实反映出目标物在3D空间的实际占用体积是多少。虽然BEV架构也可以将图像映射出3D空间模型，但也是通过矩阵框的形式，易导致一定的信息误差。
- **Occupancy Networks (占用网络)：**在2022年发布，为了解决BEV架构的问题，它的核心思想是把3D空间分为大小一致的网格单元 (Gridcell)，然后判断每个单元 (Cell) 是否被占用。该算法优势是：
 - ✓ 实现了BEV从2D到3D的优化
 - ✓ 有效解决了垂直高度上不同立方体的空间占用情况
 - ✓ 实时预测被遮挡物体的状态
 - ✓ 10ms内可以完成计算，处理频率很高
 - ✓ 解决了目标检测的长尾问题

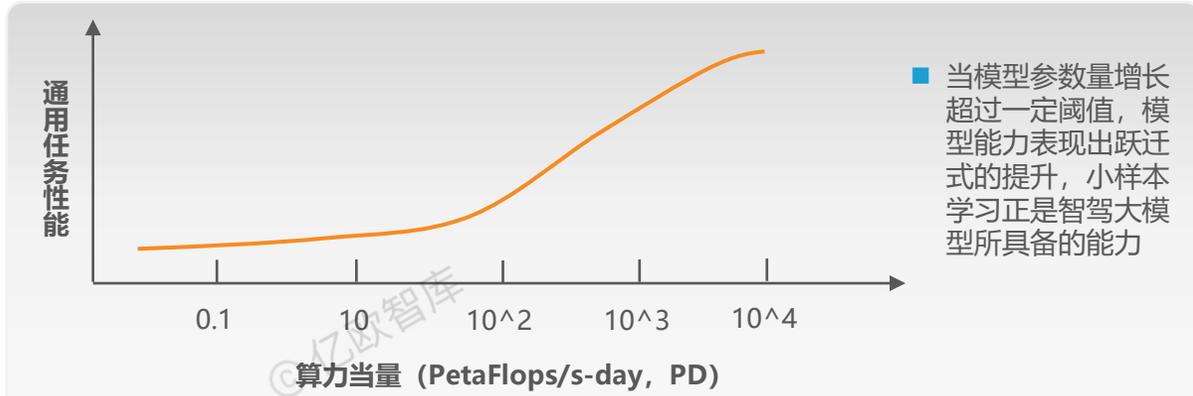
亿欧智库：毫末智行人驾自监督认知大模型



2.1.4 车端受限于算力问题，超大参数模型将通过模型压缩和OTA的方式实现终端部署

- ◆ 若要充分实现智驾大模型的模型能力，首先，模型的参数量规模必须达到一定的规模，从现有的研究来看，百亿参数是模型具备涌现能力的门槛，千亿参数的模型将具备较好的涌现能力；其次，需要对模型进行充分的训练，每个参数量需要训练20个token。当前千亿规模的大模型预计需要10倍的数据进行训练，才能保证模型效果达到较好的水平。
- ◆ 对于如此庞大的参数规模和训练要求，车端芯片计算能力和存储能力几乎无法支持，所以车端的端到端感知决策一体化模型，需要将模型压缩并通过OTA的方式才能部署在车端，常见的方式包括设计更高效的网络结构、将模型的参数量变少、将模型的计算量减少，同时提高模型的精度，比如剪枝、Nas、量化以及蒸馏。

亿欧智库：模型涌现能力与算力当量的关系

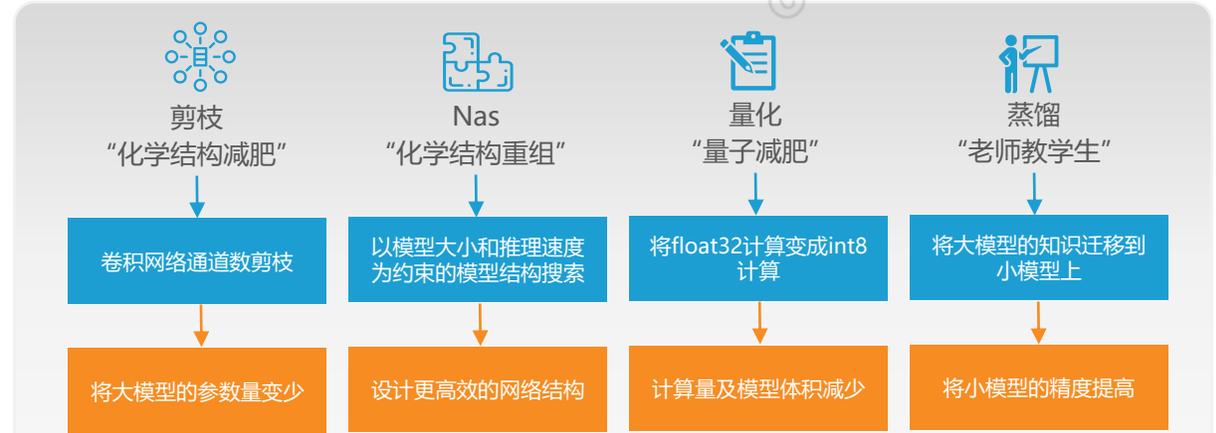


■ 参数量、算力需求、模型能力之间的关系

- **参数量与模型能力成正比。**随着智驾大模型的参数量上升，所需要训练的token数会上升，模型的泛化能力也会上升，使得整体模型的loss在平滑下降。
- **参数量和算力需求成正比。**当智驾大模型的参数量上升后，为了保证所需的算力需求和计算效率，就需要提高车端的芯片算力，而当前市场上最高算力是英伟达的OrinX（254TOPS），据了解，该算力平台也无法直接部署现有的垂域大模型，比如BEV+Transformer。

最终，车端的智驾大模型，需要对上层智驾大模型进行压缩后，才能通过车联网技术直接对车端系统进行OTA升级。

亿欧智库：主流模型压缩技术介绍



- **剪枝**：类似“化学结构式的减肥”，将模型结构中对预测结果不重要的网络结构剪裁掉，使网络结构变得更加“瘦身”。比如，在每层网络，有些神经元节点的权重非常小，对模型加载信息的影响微乎其微。如果将这些权重较小的神经元删除，则既能保证模型精度不受大影响，又能减小模型大小。
- **神经网络架构搜索 (Nas)**：类似“化学结构式的重构”，以模型大小和推理速度为约束进行模型结构搜索，从而获得更高效的网络结构。
- **量化**：类似“量子级别的减肥”，神经网络模型的参数一般都用float32的数据表示，但如果将float32的数据计算精度变成int8的计算精度，则可以牺牲一点模型精度来换取更快的计算速度。
- **蒸馏**：类似“老师教学生”，使用一个效果好的大模型指导一个小模型训练，因为大模型可以提供更多的软分类信息量，所以会训练出一个效果接近大模型的小模型。

2.2 数据闭环是智驾大模型的先要条件，四大主要应用方向赋能智驾系统

- ◆ 若要建立一套智驾大模型，就必须要先做好数据闭环，其原因是智驾大模型需要大规模多模态数据，并且对数据处理的算力需求和模型计算效率要求也较高。数据闭环并不是一个较新的概念，早期自动驾驶产业已经开始出现了数据闭环的概念，但痛点在于低效率和高成本，比如数据标注多采用人工标注为主，在如今AI技术的加持下，数据闭环中的一些环节可以实现全自动或者半自动化的工作，使得整体的效率大幅提升、成本下降。
- ◆ 相比于传统数据闭环而言，现有的数据闭环系统对自动驾驶系统赋能最多的主要是数据挖掘、自动标注、模型训练、仿真测试四个应用。从感知侧的数据采集开始，会先根据筛选器的设置来进行数据挖掘，随后通过自动化标注来对数据打标签，再对原模型反复训练并经过仿真测试后，最后对车端小模型进行优化，反复地不断迭代循环后，使得整个数据闭环能力能够不断提升。

亿欧智库：自动驾驶数据闭环图示



■ 数据闭环的定义：

通过专业测试车队和社会化量产车辆采集其行驶数据、位置轨迹、路况数据、场景数据等多种数据信息，处理形成数据集，经过清洗、标注等，基于智能云底座进行传输、存储等操作，结合仿真场景，在输入-训练-部署-验证的循环反复中，对自动驾驶算法进行迭代和升级，覆盖更多corner case，推动自动驾驶解决方案向成熟进阶，提升自动驾驶能力的快速闭环迭代，加速自动驾驶规模化量产落地。

自动驾驶数据闭环发展三阶段

1.0阶段：2013-2017 闭环通路初步构建

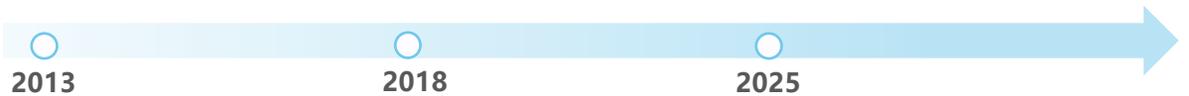
自动驾驶发展初期的数据闭环较为简单，只是简单的通路构建，主要在测试车上发现问题并上传，由工程师们分析错误报告，以找出问题原因，进而修改代码并在下次更新后予以解决。这是传统的、简单的数据闭环，但效率不高，多个环节需要人工辅助。

2.0阶段：2018-2024 数据驱动闭环升级

随着技术的进步和自动驾驶等级的发展，传统的数据闭环不能适应快速迭代的产业和指数级增长的数据量。这一阶段，面向更大规模数据的闭环及相应技术和服被车企及供应商广泛应用。

3.0阶段：2025-2030 场景催化商业落地

未来，自动驾驶数据闭环将进一步更新升级，逐步从测试车→小规模量产→大规模量产，面向多样化场景都能够流畅、安全的赋能自动驾驶，从车、路、云多端助力自动驾驶的终极实现。



智驾大模型中数据闭环的四大主要应用



2.2.1 数据挖掘：实现模型冷启动依然需要数采车，挖掘长尾数据的关键是用好筛选器

- ◆ 数据挖掘的第一步是做好数据采集，而当前数据采集的方式共有两种，即数据采集车或者量产车来采集数据，两种方式各有优缺点，但当前量产车受制于合规和传输成本等因素，使得模型冷启动仍然需要依靠采集车来获取基础数据。随着越来越多的corner case逐步从“未知”转化成“已知”后，量产车由于受限于车队规模，能挖掘出的corner case将越来越少，采集载体也将从采集车转移到量产车。
- ◆ 无论是采集车还是量产车来采集数据，最关键的是做好筛选器的设计，减少无效数据的采集。如无法高效挖掘数据，首先会增加数据存储成本，车端的存储芯片容量有限，不可能无限的增加车端储存芯片数量，并且云端的数据储存成本也较高；其次会增加数据传输成本，量产车一般通过4G/5G的车联网技术来传输数据，单车每月需要非常高的流量成本（约40~50GB），该成本将成为主机厂一项较重的负担。

亿欧智库：不同自动驾驶数据采集方式的对比

采集方式	数据采集车	量产车
车队规模	约几十辆车 	约万辆以上 
感知传感器配置	摄像头、毫米波雷达、激光雷达等多种传感器	以量产车所配置的传感器为主（一般为摄像头）
数据传输方式	合规员随车采集数据，以硬盘形式存储数据，并以物理搬运的模式将数据送到合规室	车端轨迹偏转插件和图商密钥加密无线上传的模式，传输介质为4G/5G网络
数据规模	整体规模小，但单车数据量大	整体规模大，但单车数据量小
功能用途	主要用于自动驾驶功能/算法的开发	系统诊断通讯数据、智驾系统存在故障的数据以及由于车型变化而导致的异常视频数据

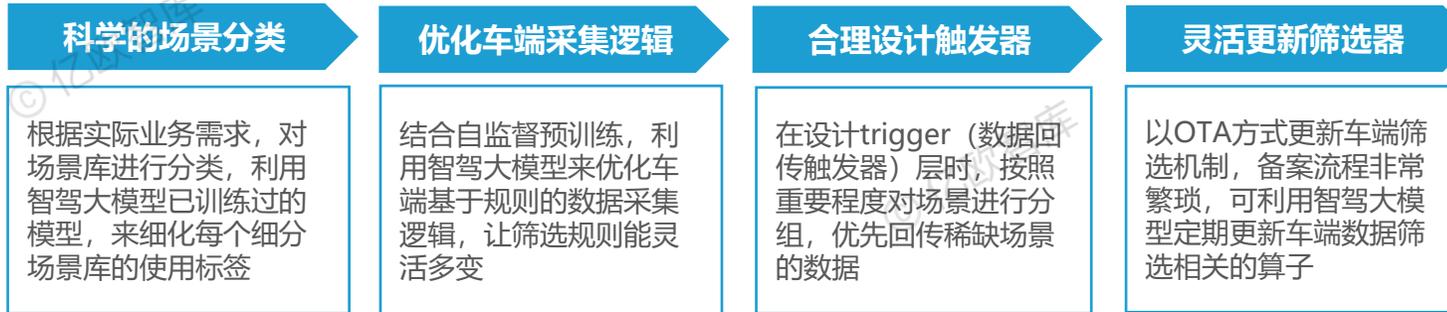
两种采集方式该如何选择



数据挖掘的关键是在数据采集时做好筛选器设置

- 无论是采集车还是量产车，数据上传带来的流量成本非常高。
- 单车每月采集数据 **40~50GB** 每GB收费约 **1元**
- 十万辆车月数据流量成本高达 **约500万元**

如何利用智驾大模型做好数据筛选器



2.2.2 自动标注：自动标注成为主流方向，4D标注成为未来不可或缺的技术

- ◆ 由于深度学习在整个自动驾驶产业的渗透率逐渐提升，大量的语义图像数据，使得数据标注成为了智驾系统不可获取的一部分。从人工标注到半自动，再到全自动化标注，自动标注提升了标注整体的效率和精度，能够处理更大规模的数据集，提升人机协作的能力以及适用多个应用场景。
- ◆ 随着BEV感知技术的出现，图像特征开始从2D的透视图转换到了3D空间，输出车体世界坐标系下的3D静态或者动态的结果，而BEV需要的真值数据并且动态物体还需要考虑时序信息，由此4D标注技术成为了未来BEV+Transformer架构发展不可或缺的一部分。

自动驾驶为何需要数据标注

- 系统优化**：数据标注可以用于优化自动驾驶系统。通过对标注数据的分析，可以发现系统中存在的问题和缺陷，并进行优化和改进。这些改进可以让自动驾驶系统更加智能和高效，更好地满足用户的需求。
- 提升效率**：通过大量的数据标注，可以让自动驾驶系统更快地识别各种物体，提高整个自动驾驶系统的工作效率。目前，数据主要集中在感知侧，由于感知算法主要采用深度学习模型，所以需要已标注的数据。而规控侧主要采用规则模型，无需标注数据进行处理。

特斯拉数据标注历经4个阶段，精度、效率不断提升

如今，特斯拉自动标注系统可以取代500万小时的人工作业量，人工仅需要检查补漏。

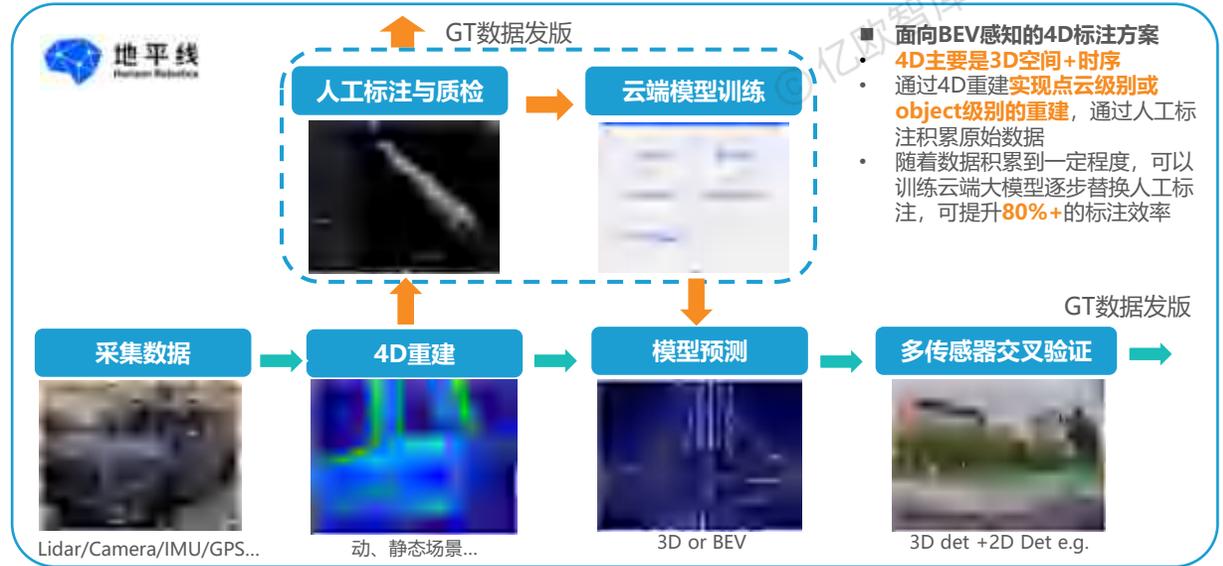


从人工标注到自动化标注，自动标注带来哪些优势

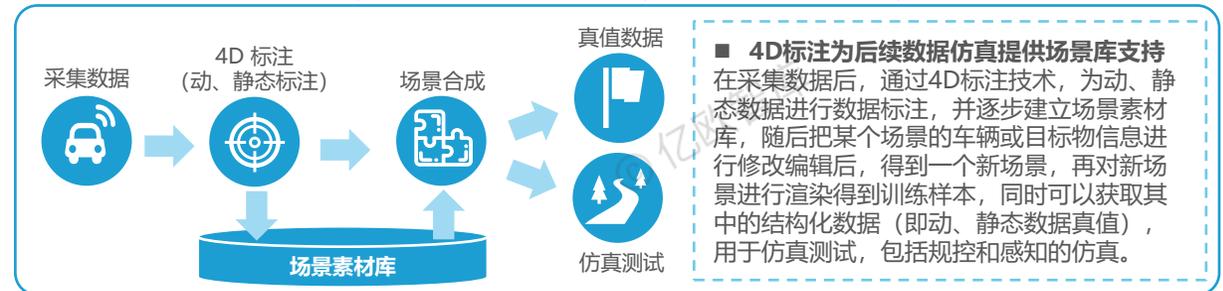


数据来源：地平线、专家访谈、亿欧智库

亿欧智库：地平线基于BEV感知的4D标注技术方案



- **面向BEV感知的4D标注方案**
- 4D主要是3D空间+时序
- 通过4D重建实现点云级别或object级别的重建，通过人工标注积累原始数据
- 随着数据积累到一定程度，可以训练云端大模型逐步替换人工标注，可提升80%+的标注效率



2.2.3 模型训练：为了提升模型训练效率，超算中心成为主机厂未来的必要基础设施建设

- ◆ 经过标注后的数据将被用于后续模型训练，而模型训练主要可分为预训练与微调两个阶段。模型训练会将处理好的数据输入到模型中进行训练，通过不断调整权重和偏置等参数，使模型逐渐拟合数据，达到预期的性能和准确率。然而，整个模型训练过程需要具备较高的计算性能，也需要处理海量的数据，并且模型运行的功耗也会提升，所以超算中心（HPC）成为了解决大规模数据处理、高算力需求以及高功耗的关键。
- ◆ 未来高阶自动驾驶功能的开发，必然离不开超算中心，部分主机厂和自动驾驶相关企业已建成或正在布局自己的超算中心。从长期来看，超算中心的价值不仅在于提供强大的计算能力，还在于可以大大减少开发者部署硬件设施时所需消耗在测试与优化上的时间成本。

► 模型训练的概述

模型训练：在监督学习中，通过对数据的分析和处理，建立一种映射关系，使得模型能够对新的数据进行分析和预测，并解决各种实际问题。大模型训练用俗话来讲就是人工智能算法训练，大模型训练类似于一个正在学习的学生，而他学习的过程就是大模型训练过程。**模型训练的两个阶段：预训练与微调。**

预训练：旨在让模型先学习大量无标签的数据，进行自我学习，从而构建语料库的底层模型。由于智驾数据规模较大，若采用单机单卡的训练方式，训练时间较长、精度也会较低，所以主要会采用分布式的训练模式。

微调：旨在使预训练模型的参数适应特定任务的最优值，从而提高模型在新数据上的性能。模型微调类似于增加了一个小的知识模块，让这个小模块去适配下游的任务。举例来说，云端的大语言模型就可以通过预训练的过程来进行无监督的学习，而通过微调可以拟合出下游感知任务的垂域大模型。

► GPU提高模型训练的速度、效率及精度

智驾大模型处理的数据量非常大，对算力需求也较高，为了提升模型训练效率，需要大量的GPU来支持。模型训练需要使用GPU的原因：

- **高显存和高带宽：**显存大意味着可以一次性处理更大的数据集，而带宽大意味着可以提升模型训练速度；
- **支持并行处理：**支持大规模并行计算，可以同时处理多个数据样本，使模型训练更加高效。

在分布式训练架构下，为了提升模型训练的速度和效率，就需要不断地增加GPU的数量，这也使得越来越多的自动驾驶公司或者主机厂开始布局超算中心

亿欧智库：自动驾驶厂商超算中心建设布局情况

公司名称	特斯拉	小鹏	蔚来	理想汽车	比亚迪	上汽智己	吉利汽车	长安汽车	毫末智行	百度		商汤绝影
企业类别	主机厂	主机厂	主机厂	主机厂	主机厂	主机厂	主机厂	主机厂	Tier1	Tier1		Tier1
超算中心	Dojo超算中心	扶摇	“蔚来云”智算中心	理想智算中心	云辇智算中心	云上数据超级工厂	星睿智算中心	-	雪湖·绿洲	昆仑芯智算中心	阳泉智算中心	AIDC
发布时间	2021.8	2022.8	2022.11	原计划2023Q3发布	2023.4	2022.3	2023.1	2023.8	2023.1	2022.9	2022.12	2022.1
算力(亿亿次/秒浮点运算)	180	60	-	75	-	-	81 (预计2025年扩充到120)	-	67	20	400	491
合作云厂商	自建	阿里云	腾讯云	火山引擎	-	阿里云	阿里云	百度云	火山引擎	自建		自建

2.2.4 仿真测试：仿真的关键是场景真实度和泛化能力，端到端的闭环测试将为技术趋势

- ◆ 随着高阶智驾功能的渗透率不断提升，对于仿真测试的要求也从物理实物测试（动力学测试），进阶到了云仿真。为了能通过模型泛化能力来测试更多的corner case场景，仿真模型的参数和计算效率要求都在提高，云仿真可以提升场景泛化能力、降低数据标注成本以及提升云端规控仿真测试效果。仿真测试的关键在于场景真实度和模型泛化能力，通过积累原始数据，让仿真模型能够实现冷启动，建立基础场景库。其次，通过和主机厂仿真项目合作的经验积累，不断去调整模型策略，从而扩大场景库中的corner case场景数据。
- ◆ 仿真测试的技术趋势是如何实现端到端的闭环测试，以UniSim为例，凭借高度逼真、闭环测试、可扩展的优点，打通自动驾驶的仿真测试闭环。

亿欧智库：自动驾驶数据闭环仿真测试环节架构示意图



■ 仿真是高阶智驾功能开发的作用

- **提升场景泛化能力**：可利用仿真的泛化能力，生成一些算法需要的corner case，有利于模型的后续持续迭代；
- **降低数据标注成本**：仿真的数据自带语义信息，可以直接放入深度学习模型进行运算，减少了前期标注的工作；
- **提升云端规控仿真测试效果**：可在云端建立一个虚拟世界空间，可供规控算法提供安全的测试环境。

■ 场景真实度和泛化能力的关键在于：

- **仿真测试模型需要有一定的冷启动数据，来验证模型的运营效率。**
- **仿真测试的泛化能力需要一定的项目经验积累。**通常主机厂在和仿真企业合作时，会给与一部分数据，用以支持模型的参数调优。

实现端到端的闭环测试

■ 以UniSim为例，打通仿真测试的端到端闭环测试

UniSim是CVPR 2023论文中提出的一种全新的自动驾驶仿真平台，利用NeRF（神经辐射场）渲染自动驾驶场景中的相机和雷达数据，实现高逼真度的全方位仿真，从而**实现无人车的端到端的闭环测试**，包括感知，预测和规划。

不同于以往工作，UniSim 优点在于：

- **高度逼真 (high realism)**：可以准确地模拟真实世界 (图片和 LiDAR)，减小真实世界和仿真的鸿沟
- **闭环测试 (closed-loop simulation)**：可以生成罕见的危险场景，测试无人车，并允许无人车和环境自由交互
- **可扩展 (scalable)**：可以很容易的扩展到更多的场景，只需要采集一次数据，就能重建并仿真测试

■ UniSim的仿真效果

➢ 重放

准确地重建原始数据，因为使用了SDF，UniSim 还能够重建各种几何信息，比如 normal/depth。



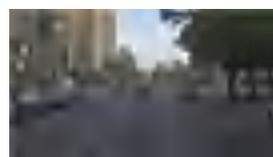
➢ 动态物体行为控制

可以将车辆从场景中删除，控制他们不同的行为，或者将其他场景中的车辆插入到当前场景中，以生成一些 罕见场景。

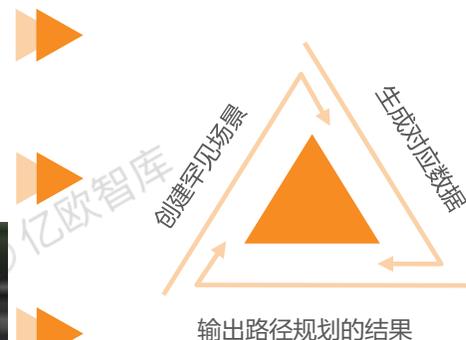


➢ 自由视角渲染

可以生成不同与原始视角的数据，比如向左变道，改变相机 / Lidar 的位置。



■ 闭环仿真 (closed-loop simulation)



目录

CONTENTS

01 智驾大模型发展综述

- 1.1 大模型技术发展历程
- 1.2 大模型适合应用智驾产业原因挖掘
- 1.3 如何定义智驾大模型

02 智驾大模型在云边端一体化的技术应用探索

- 2.1 智驾大模型技术应用总览
- 2.2 智驾大模型产业应用探索

03 智驾大模型产业布局情况分析

- 3.1 产业链概况与产业图谱
- 3.2 典型玩家布局情况分析

04 智驾大模型面临挑战与发展建议

- 4.1 智驾大模型面临的挑战
- 4.2 智驾大模型未来发展建议

3.1 配套软硬件服务供应商、智驾大模型开发供应商及应用方共同构建整个产业链

亿欧智库：2023中国智驾大模型产业图谱

配套软硬件服务供应商

芯片

云服务商

数据标注供应商

仿真测试

智驾大模型开发供应商

垂域大模型开发供应商

云端通用类模型开发供应商

智驾大模型应用方

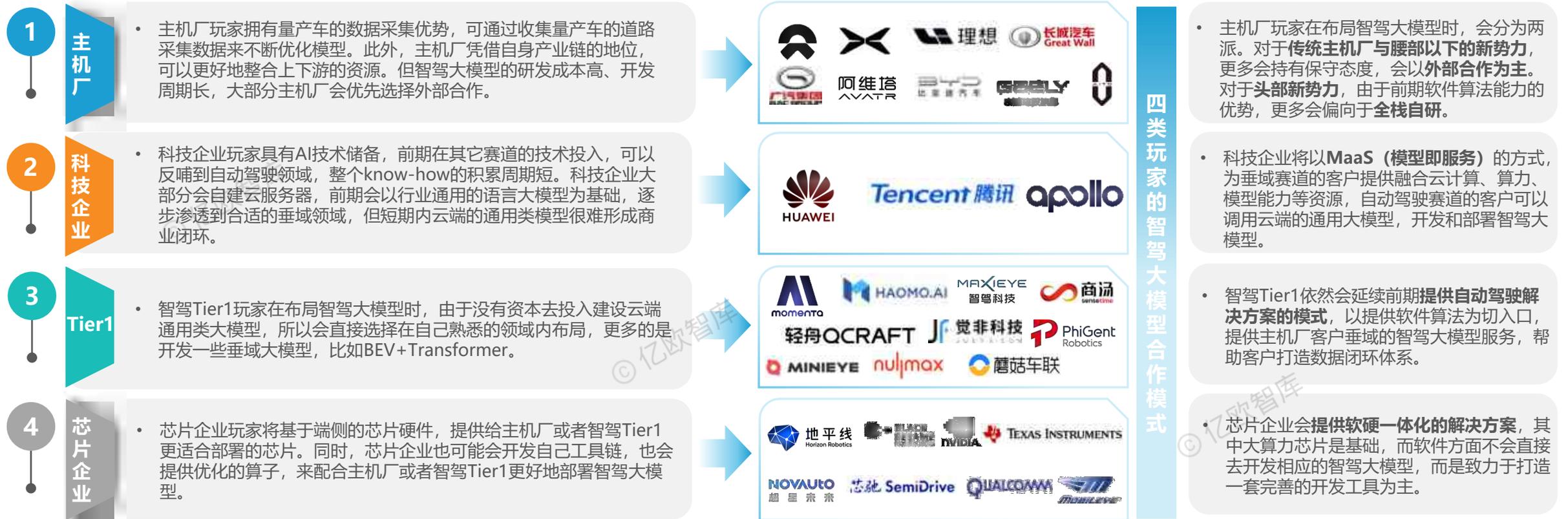
造车新势力主机厂

传统主机厂

3.2.1 四类玩家汇聚智驾大模型，将会以各自的优势形成不同的合作模式

- ◆ 智驾大模型玩家分布在整个自动驾驶产业链中，目前主要的四类玩家包括主机厂、科技企业、Tier1以及芯片企业，每类玩家参与到智驾大模型环节中的角色也不同。其中，主机厂是智驾大模型的核心用户；科技企业将利用AI技术和云服务的算力优势提供通用类大模型；智驾Tier1将利用自动驾驶算法开发方面的优势，继续研发垂域的智驾大模型；芯片企业基于自身芯片的软硬一体方案，为主机厂或者Tier1提供合适的开发工具和开放的开发生态。
- ◆ 智驾大模型仍然处于行业发展初期，需要继续打磨商业模式闭环，现有的四类玩家更多的是形成互补关系，而不是竞争关系，产业的上下游合作是未来整体竞争格局的趋势。

亿欧智库：智驾大模型玩家类型与合作模式



3.2.2 智驾大模型是主机厂迈向高阶智驾功能的关键钥匙，而大算力芯片是基础硬件配置

- ◆ 特斯拉方面已公布最新的FSD V12，可实现端到端的AI自动驾驶，并且实现World Model技术，可谓是真正地实现了无高精地图的感知定位技术。同时，国内主机厂也开始逐步追随特斯拉的技术路线，对于已开通或者将要开通城市NOA功能的主机厂，都有布局相关智驾大模型，比如BEV+Transformer，这已然成为了能解决“去地图”或者“轻地图”路线下感知侧重要的垂域大模型。
- ◆ 从目前已开通城市NOA功能的车端芯片方案来看，除了特斯拉外，国内主机厂若要实现BEV+Transformer在车端的部署，芯片算力基本需要百TOPS以上才可支持相应功能需求，英伟达的Orin-X、地平线的征程5、华为的麒麟芯片等都成为了国内车企布局BEV+Transformer架构的首选。

亿欧智库：部分主机厂智驾大模型布局及对应智驾功能情况

主机厂	相关智驾大模型	应用场景	是否支持城市NOA	车型	对应芯片和算力	地图方案
特斯拉	端到端AI自动驾驶、World Model	智驾：端到端自动驾驶、仿真地图生成	城市NGP	Model S Model 3 Model Y Model X	2个FSD/144TOPS	重感知
小鹏	BEV+Transformer	智驾：侧重感知	城市NOA XNGP	小鹏G6 Max 小鹏G9 Max 小鹏P7i Max	2个Orin-X/508TOPS	当前依赖SD Pro地图，未来采用重感知
理想	BEV+Transformer、Occupancy	智驾：侧重感知	城市NOA (计划2023年底推送100座城市)	理想L7 Max 理想L8 Max 理想L9 Max	2个Orin-X/508TOPS	预计采用SD Pro地图
蔚来	BEV+Transformer	智驾：侧重感知	城市NAD (计划2023年Q3推送NAD Beta版本)	未公布	-	未公布
华为系品牌	BEV+Transformer、GOD网络	智驾：侧重感知	城市NCA ADS2.0	阿维塔11 问界M5智驾版 极狐阿尔法S全新Hi版	麒麟990A/400TOPS 昇腾610/200TOPS 2个昇腾610/400TOPS	当前依赖SD Pro地图，未来采用重感知
上汽智己	BEV+Transformer	智驾：侧重感知	城市NOA (预计2023年10月份开始公测)	智己L7 智己LS7 智己LS6	Orin-X/254TOPS	当前依赖SD Pro地图，未来采用重感知
比亚迪	BEV+Transformer	智驾：侧重感知	城市NOA (具体开通时间未公布)	汉	征程5/128TOPS	预计采用SD Pro地图

数据来源：公开资料、亿欧智库；*SD Pro地图介于SDMap与HDMaP之间

3.2.2 科技企业依托强大的云服务基建，凭借各自的优势赋能智驾产业生态

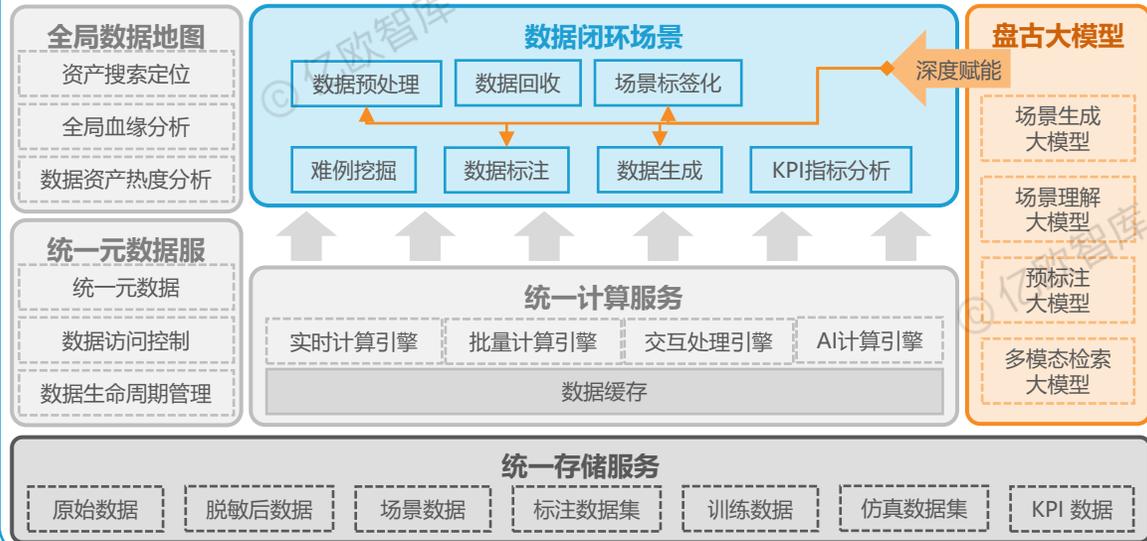
◆ 科技企业拥有强大的资本实力，凭借自己在智驾算法的技术积累、图商资质、数据运营服务经验等优势，大部分都布局了自己的云服务基建。以华为云为例，主要是以打造自动驾驶数据闭环的模式来赋能产业，其云服务能够有效打通底层元数据管理模式，构建统一数据治理底座，同时创新存算架构，基于连通共享的数据底座实现数据治理和AI开发的相互融合，打造数据与AI相互赋能、共同加速数据闭环的正向循环。再者，腾讯云基于云、图一体化的模式，结合自身在高精地图方面的优势，为客户提供云端多程建图，实现要素级、最快分钟级的在线更新。



华为云在2023年7月发布了盘古大模型3.0，是一个完全面向行业的大模型系列，包括“5+N+X”三层架构。公司采用存储-缓存-计算三层分离架构，打造数智融合平台，利用盘古大模型深度赋能数据闭环核心场景。

在自动驾驶方面，盘古大模型3.0的主要作用就是提升数据闭环的能力，从车端提取数据做初期整理，然后进行场景化管理，再进行数据标注、训练、仿真，最后回给采集需求。其中，每一个过程都有大数据可以发力的机会点。

亿欧智库：华为云数智融合平台架构

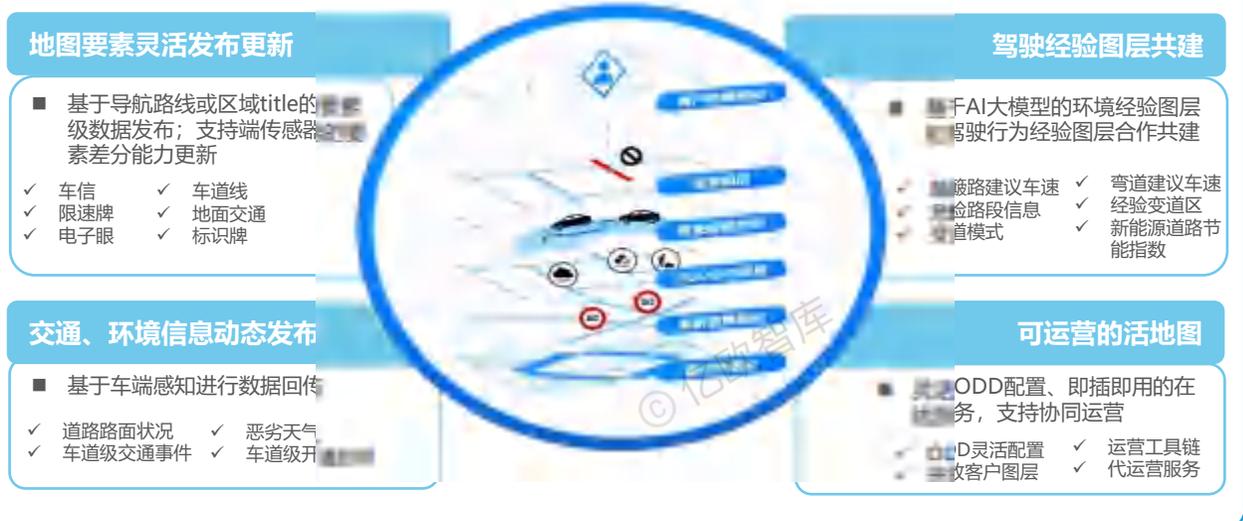


腾讯云在2023年9月的腾讯全球数字生态大会·智慧出行专场上，发布了智能汽车云、智驾云图、智能座舱等领域的最新升级产品和方案。

随着自动驾驶步入量产深水区，地图成为决定驾驶体验的关键要素。为了解决传统地图模式成本高、鲜度低，且数据来源单一等问题，腾讯结合自身云服务和图商资质优势，发布了智驾云图。

基于云、图一体化模式，智驾云图可结合动态交通信息、环境信息、用户驾驶经验和车企自有数据资产，进行云端多程建图，实现要素级、最快分钟级的在线更新。

亿欧智库：腾讯智驾云图布局情况



3.2.2 基于BEV架构的感知方案和数据闭环体系已成为智驾Tier1企业新的技术布局方向

◆ 基于BEV架构的感知方案已经成为了各家智驾Tier1新技术方向，另外，随着自动驾驶整体迈向高阶智驾，相关高阶功能（如城区NOA）的后续迭代升级需要更多有价值的数据来喂养。所以，在提升算法能力的同时，智驾Tier1也需要构建自己的数据闭环体系，而数据将会成为自动驾驶赛道后半场的决胜关键因素之一。

轻舟QCRAFT 轻舟智航

轻舟智航自研了**感知大模型OmniNet**，这是一个应用于前中融合阶段、实现数据/特征融合的全任务大模型。以下为轻舟自研的OmniNet超融合和数据闭环工具链。

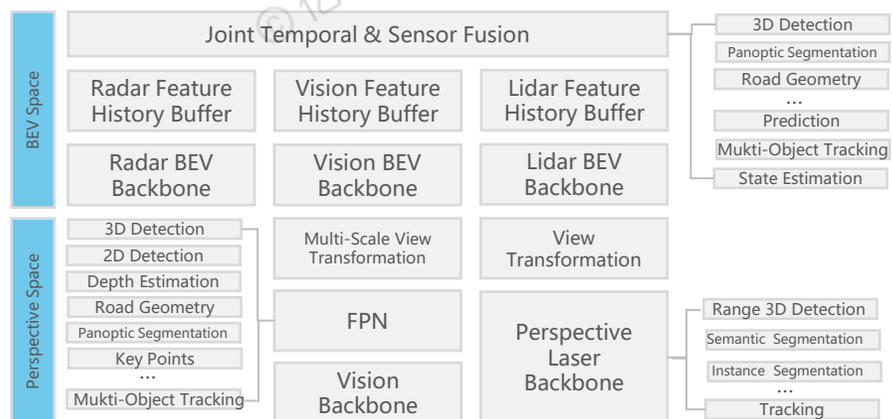
OmniNet 超融合

- 将不同的传感器信息按需结合
- 综合利用多种融合方式的优势
- 多模态融合更好
- 线上问题快速响应

以仿真为核心的“轻舟矩阵”

- 数据平台-数据采集与挖掘
- 标注平台-各类数据的自动标注
- 训练平台-高效的模型训练和评估
- 仿真工具-回灌测试和硬件在环评估

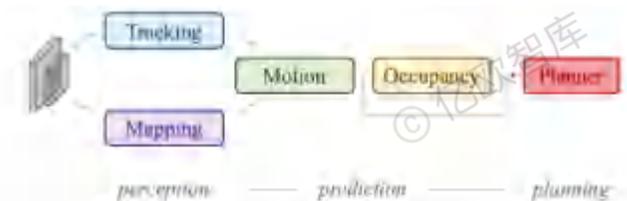
超融合OmniNet架构:



商汤绝影 UniAD架构:

UniAD是商汤绝影在自动驾驶技术领域研发的自动驾驶通用大模型。该模型将自动驾驶中的检测、跟踪、建图、预测及规划，整合到一个Transformer的端到端框架下，突破了不同任务融合难的问题，促使所有任务以实现“规划”为最终目标。在数据闭环方面，商汤绝影将构建一个**面向决策规划算法的数据闭环体系**，以及相应的**数据驱动决策规划算法库**，让自动驾驶系统可以像经验丰富的老司机一样开车。

商汤绝影UniAD架构:



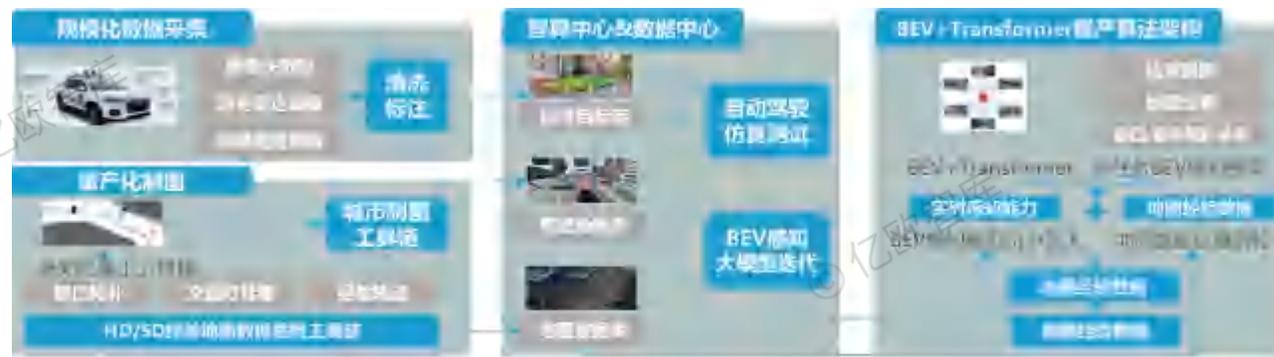
多指标超越SOTA结果:

- 20% ↑ 多目标追踪准确率
- 30% ↑ 在线建图准确率
- 38% ↓ 目标轨迹预测误差
- 28% ↓ 规划误差

觉非科技 觉非科技

觉非科技自研的**基于BEV的数据闭环融合智能驾驶解决方案**，可通过量产车BEV的实时感知结果，提供完整的城市Map-lite及Map-free数据闭环融合解决方案，并满足城市NOA，记忆通勤/泊车以及感知大模型训练的需要。

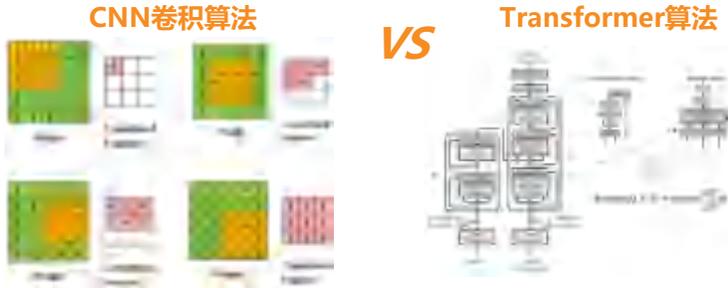
基于BEV的数据闭环感知大模型架构:



3.2.2 芯片厂商为了更好地适配Transformer算法，从而优化芯片设计和算子开发生态

- ◆ 当前主要的垂域大模型基本以BEV+Transformer架构为主，难点在于Transformer算法的开发与部署，由于Transformer相比于CNN卷积而言，具备算力要求较高、运算精度要求较高及算子复杂度较高的特点，所以在开发部署时，就需要选取合适的芯片。国内外芯片厂商在开发后续芯片时，都会侧重于更好地让芯片去适配Transformer算法，在相关算子加速器的开发生态上都做了有意识的部署。
- ◆ 以目前主流的英伟达OrinX芯片为例，无论是在算力的大小还是在Transformer算子的开发生态方面，都具备一定的优势。国内芯片厂商也开始认识到了开发生态的重要性，例如地平线，其下一代自研的BPU纳什架构，对Transformer等大规模参数的模型进行了针对性设计。

Transformer算法相比传统CNN卷积算法，对芯片要求会更高：



Transformer算法具有以下特征：

- **对算力要求较高。**Transformer通常计算量非常大，并且自身参数数量和所需要运算的数据规模也非常大；
- **对运算精度要求较高。**由于算力限制，需要采用浮点运算提升运算精度；
- **算子复杂度较高。**相比于CNN卷积矩阵乘法运算，Transformer有较多访存密集型算子，会加大芯片带宽和储存容量要求

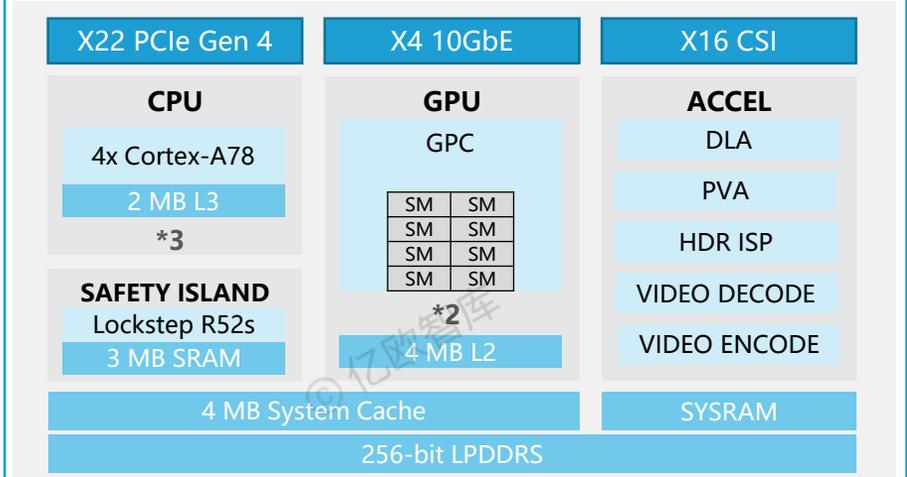
国内外芯片厂商加强对Transformer算法架构的布局：

芯片厂商	代表芯片	图例	简要介绍
NVIDIA	雷神Thor		<ul style="list-style-type: none"> • Thor可以同时支持ADAS系统和IVI系统，具备770亿个晶体管，算力将会达到2000TOPS以上，或者是2000TFLOPs； • 该芯片分别对CPU（Grace）、GPU（Ada Lovelace）和处理Transformer模型的引擎（Hopper）进行了升级
地平线	征程J5		<ul style="list-style-type: none"> • J5能将Swin-Transformer的量化损失降低到1%左右，同时部署效率可以达到143FPS，功耗大概是端侧现有GPU功耗的50%； • 地平线下一代纳什架构能够支持在单颗SoC芯片上进行千亿参数级GPT模型的推理
	武当C1200		<ul style="list-style-type: none"> • C1200基于7nm工艺，其中CPU为A78AE（算力150KDMIPS），GPU采用的是G78AE，并且该芯片可以提供32KDIPMS的MCU算力 • 主流的BEV+Transformer架构模型可部署在C1200上

NVIDIA 英伟达

- 英伟达Orin SoC采用7nm工艺，由Ampere架构的GPU，ARM Hercules CPU，第二代深度学习加速器DLA、第二代视觉加速器PVA、视频编解码器、宽动态范围的ISP组成，同时引入了车规级的安全岛Safety设计；
- Orin芯片的开发生态是开放的，相关Transformer算子的优化和迭代水平较为前沿，可以更好地面对Transformer算法带来的开发难度高等问题。

英伟达Orin的系统架构：



目录

CONTENTS

01 智驾大模型发展综述

- 1.1 大模型技术发展历程
- 1.2 大模型适合应用智驾产业原因挖掘
- 1.3 如何定义智驾大模型

02 智驾大模型在云边端一体化的技术应用探索

- 2.1 智驾大模型技术应用总览
- 2.2 智驾大模型产业应用探索

03 智驾大模型产业布局情况分析

- 3.1 产业链概况与产业图谱
- 3.2 典型玩家布局情况分析

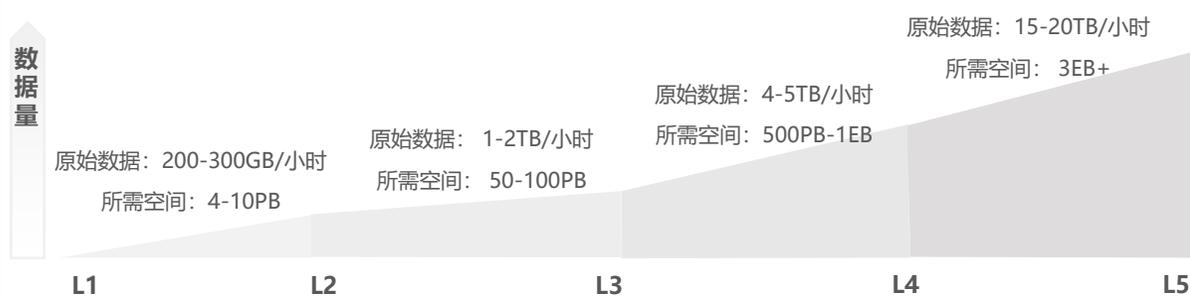
04 智驾大模型面临挑战与发展建议

- 4.1 智驾大模型面临的挑战
- 4.2 智驾大模型未来发展建议

4.1.1 智驾大模型的海量数据需求与数据合规之间的矛盾，将是数据安全方面的主要挑战

- ◆ 随着自动驾驶等级的提升，智驾系统所需要的数据也会越来越多，但自动驾驶数据合规处理难度却越来越高，两者形成了强烈的矛盾关系。自动驾驶合规需要对隐私类和测绘类的数据进行合规处理，而数据合规方面同样会对整个自动驾驶赛道带来一定挑战，一方面是自动驾驶的数据合规离不开图商资质；另一方面是数据合规需贯彻整个数据全生命周期。

亿欧智库：各等级自动驾驶汽车原始数据及所需存储空间示意图



- 随着自动驾驶功能等级不断提升，自动驾驶所需要的数据也会越来越多，再加上传感器的种类也在不断丰富，所采集到的数据呈现指数级别增长，具体数据可能包括车辆运行数据、路况信息、位置信息、车载应用操作信息等。

亿欧智库：自动驾驶数据合规要求相关情况

监管部门	数据类别	数据范围	数据类型	处理方式
工信部	隐私类	<ul style="list-style-type: none"> 人脸 车牌 	<ul style="list-style-type: none"> 视频 图片 	<ul style="list-style-type: none"> 模糊化 删除
自然资源部	测绘类	<ul style="list-style-type: none"> 军事区域 专用的铁轨或道路大型民用设施 限高、限重、限宽标牌 	<ul style="list-style-type: none"> 视频 图片 点云 GPS/轨迹 	<ul style="list-style-type: none"> 模糊化 删除 偏转

- 自动驾驶数据的合规受到了监管部门的重视，数据合规主要可分为隐私类合规与测绘类合规。随着智驾大模型的发展，数据规模会进一步扩大，对于图商资质的要求以及用户数据安全的管理等问题比然会再次引起相关部门的重视

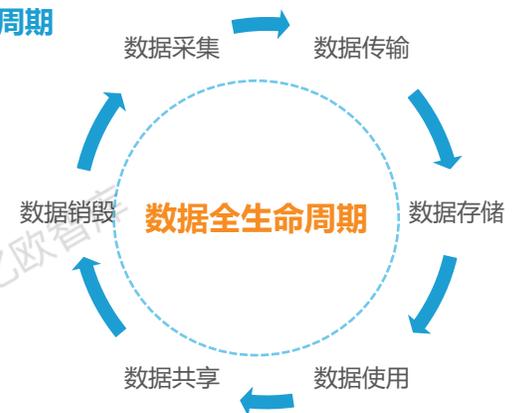
数据合规挑战1：自动驾驶的数据合规离不开图商资质

- **图商无法舍弃。**无论重地图方案，还是轻地图方案，智驾大模型的数据处理始终需要图商资质，来保证数据处理全流程的合规化；
- **甲级图商资质获取难度较大。**当前服务自动驾驶的云厂商，如百度云（百度地图）、阿里云（高德地图）、腾讯云（腾讯地图）、华为云（华为地图），以上这些互联网云服务企业都有甲级地图资质，这也符合国内的数据安全相关要求，但要获得图商资质需要具备一定的资质条件，过审难度较大



数据合规挑战2：数据合规贯彻整个数据全生命周期

- **数据合规体系搭建难度高。**数据合规管理需要贯彻整个生命周期，从数据采集到最后的数据销毁，这是一个非常大的系统性工程；
- **数据类型多、规模大，合规处理难度大。**未来智驾大模型除了感知侧的数据外，也需要处理来自决策端和控制端的数据，合规处理难度会增加，工作量也会随之增大



4.1.2 除数据合规方面的挑战外，智驾大模型仍面临众多挑战，模型商业化价值仍待验证

◆ 除了法律法规限制外，智驾大模型在技术、工程化等方面都遇到了一些挑战。首先，在技术层面，较为突出的挑战是4D标注方面，如4D标注的时序对齐难度高、无法完全实现自动化、容易造成丢帧等问题，而4D标注无法落地，也就等于后续仿真测试环节的场景库闭环无法落地；其次，在工程化层面，智驾大模型主要会遇到部署和迁移方面的问题，由于不同车型之间传感器的布置位置差异、芯片算力差异等，导致模型部署存在一定的挑战；最后，智驾大模型投入成本较高、盈利模式不确定以及人才储备不足等问题也是阻碍其发展落地的一些因素。



技术层面的挑战

- **4D标注时序对齐难度高：**4D标注是3D标注加上了时序信息，但量产车的传感器种类较多，而不同传感器在进行时序对齐时，由于各传感器的性能差异，时序对齐上的难度也较高。
- **4D标注无法完全实现自动化：**4D标注在生成一些原始数据经验前，仍需要依赖于人工标注来完成一部分工作，而4D标注大概只能解决70-80%的标注工作。
- **容易造成丢帧：**垂域大模型主要采用BEV架构下的纯视觉方案，而摄像头采集的图像数据由于传输过程中的丢失，或是软硬件兼容性问题，造成丢帧的结果，包括数据处理异常、显示结果卡顿和图像断层等。



工程化层面的挑战

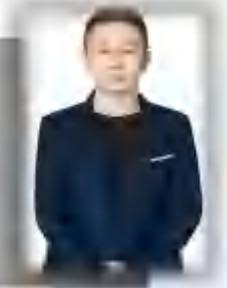
- **初期数据样本不足：**运行智驾大模型需要较大规模的原始数据积累，但目前智驾大模型玩家所拥有的数据量不足以能更好地运行智驾大模型。
- **传感器标定难度大：**对于不同车企的车型，由于数据是由不同车型进行采集获取的，在做模型迁移时，需要对数据做统一标定处理。
- **部署难度高：**由于车端算力性能限制，较大参数的智驾大模型无法直接部署在车端，而需要进行剪枝、量化等方式对云端大模型进行优化后，才能够部署智驾大模型。



其它挑战

- **投入成本较高：**智驾大模型的投入较高，并且需要持续的进行投入，只适合背景能力较强的企业。
- **盈利模式不确定：**智驾大模型处于商业初期阶段，并且各类玩家有着不同的合作模式，最终盈利模式也会有所不同。
- **人才储备不足：**智驾大模型毕竟是所处智驾赛道，需要汽车工程类人才，而开发大模型又需要具备AI开发技术，但目前无论是Tier1还是科技企业，都严重缺乏此类复合型人才。

如祺出行
首席技术官
宋德强

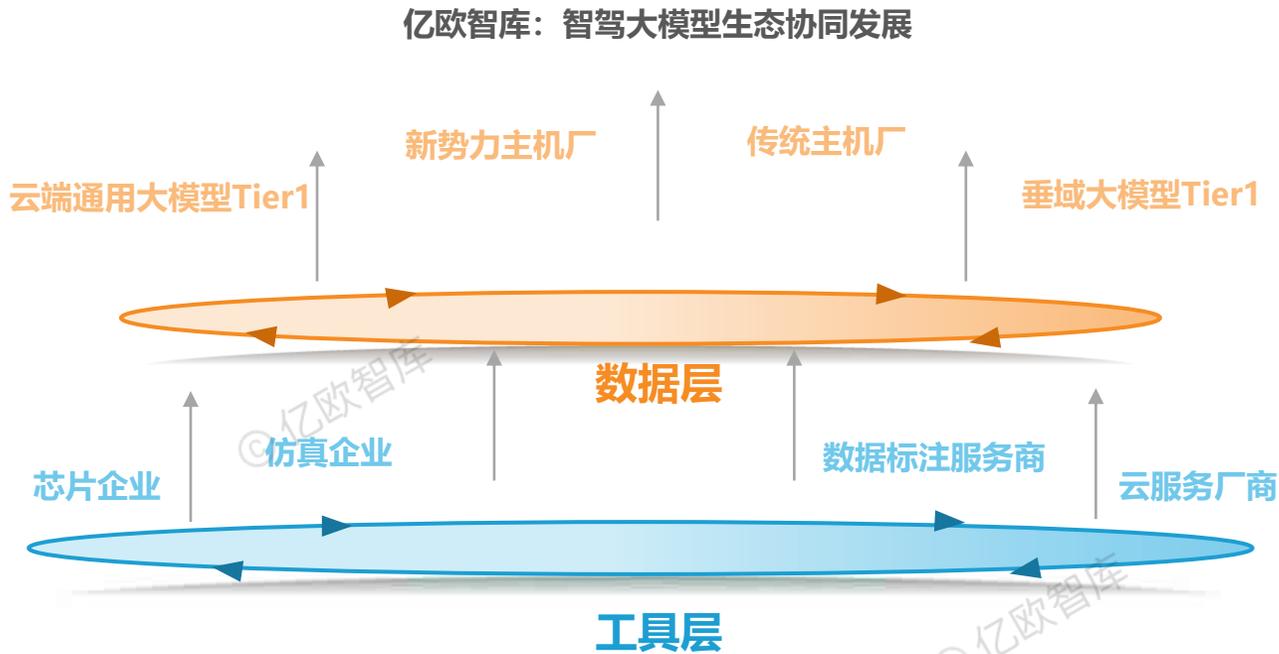


“ 未来智驾大模型仍面临较多挑战。比如，**车辆工程迭代速度问题**，不同于手机和互联网，车辆工程是一个相对封闭的系统，存在迭代周期较长的问题。 ”

因此，智驾大模型面临的挑战是多方面的，需要企业具备较高的技术实力、数据处理和管理能力，以及严格的数据安全和隐私保护机制。

4.2 打造智驾大模型的双层建设，四大发展建议将推动产业发展新机遇

- ◆ 智驾大模型未来或许将构建双层平台，以“双力”来推动整个智驾大模型的产业发展，其中，工具层将作为支撑力，为智驾大模型提供软硬件服务；数据层将作为驱动力，为智驾大模型提供模型所需要的数据。
- ◆ 为了更好地推动智驾大模型产业发展，建议行业需要在四个方面做进一步地发展，如加强技术研发、加强安全性和可靠性、推动数据开放共享、加强产业协同发展。智驾大模型的发展仍然需要有待验证，尤其是模型的有效性及其可持续开发迭代性。



工具层提供**支撑力**：工具层主要是来自软硬件服务的供应商，他们将为智驾大模型提供支撑力；
 数据层提供**驱动力**：数据层主要是来自智驾大模型的应用方，他们是数据来源方，成为整个智驾大模型的驱动力。

加强技术研发

- 智驾大模型需要持续的技术研发资源的投入，尤其是从感知垂域大模型到后期决策认知大模型，需要更加提高算法模型精度和效率，同时需要加大AI技术人员的招揽和培养

加强安全性和可靠性

- 智驾大模型需要具有高度的安全性和可靠性，才能被广泛接受。因此，应该更侧重于安全性和可靠性的研究和测试，以确保智驾大模型能够满足公众的期望

推动数据开放共享

- 智驾大模型的持续迭代升级，需要大量多模态的数据支持，各主机厂和自动驾驶相关企业可以共享一些common case数据，建设自动驾驶的公共数据平台与共享机制

加强产业协同发展

- 智驾大模型是一个系统性的工程，单个玩家必然无法实现部署落地，需要各工具层相关企业的软硬件配套支持，也需要各数据层企业的协作发展

- ◆ 随着通用类语言模型的热度已延续到智驾赛道，越来越多的自动驾驶企业开始提出了自己的大模型理念，智驾大模型已经成为了通往高阶自动驾驶的关键钥匙，未来智驾大模型会在感知侧和决策侧共同发力，提升智驾系统认知模型的效率。
- ◆ 整个智驾大模型将会在云边端进行系统化的布局，在云端，将构建以数据采集、数据标注、模型训练、仿真测试为基础的工具链平台；在边端，形成以BEV+Transformer的为主导的感知垂域大模型；最后在车端实现感知决策一体化的端到端的AI大模型。
- ◆ 智驾大模型产业是上下游各类玩家协同发展的竞争格局，每类玩家凭借着各自的优势，在云边端三方面分别做出了各自的布局，所以智驾大模型产业的生态需要每个参与者协同发展。
- ◆ 由于时间与精力所限，本报告对于中国智驾大模型应用的研究与讨论难免存在疏漏与偏差，敬请谅解。在此特别感谢**美行科技、毫末智行、觉非科技、轻舟智航、鉴智机器人、商汤绝影、龙猫数据、整数智能、澳鹏数据、柏川数据、如祺出行、地平线、犀赛科技、沛岱汽车、上汽**等企业对本报告给予的支持，为报告撰写输出了宝贵的专业观点与建议。
- ◆ 未来，亿欧智库将持续密切关注智能电动汽车产业发展，通过对行业的深度洞察，持续输出更多有价值的研究成果。欢迎读者与我们交流联系，共同助力中国智能电动汽车产业的持续创新发展。

■ 亿欧智库已发布智能电动汽车相关报告



持续关注
敬请期待

科技出行产业核心业务：汽车产业研究及创新咨询 | 汽车科技内容平台 | 汽车产业会议及企业创新服务

提供
**高效流通的
信息内容服务**
及
**极具价值创新的
研究咨询解决方案**



- ✓ **使命愿景**：致力于为汽车出行产业的持续发展与创新，提供高效流通的信息内容及多维度价值服务
- ✓ **关注方向**：聚焦新科技、新政策、新资本、新理念“四新商业变量”，对汽车出行产业的影响与推动
- ✓ **关注领域**：涵盖智能电动汽车、自动驾驶、出行科技、新能源、汽车服务及流通数字化等产业上下游



智能电动汽车

- 智能驾驶
- 智能座舱
- 智能网联
- 智能车云
- 车载基础软件及部件



自动驾驶

- 自动驾驶场景解决方案
- 自动驾驶核心部件
- 自动驾驶关键技术服务



出行科技

- 车路协同
- 新型出行服务
- 飞行汽车/eVTOL



新能源

- 动力电池
- 氢燃料电池
- 储能系统



汽车服务及流通

- 汽车流通及数字化
- 新型汽车服务
- 充电补能服务
- 汽车后市场

持续寻找
关注并服务最具
价值与潜力的企业



- 国内外领先主机厂
- 新兴汽车科技公司
- 产业投融资机构



- 国内外优秀供应商
- 科技互联网公司
- 政府/示范区/协会



面向智能电动汽车
产业生态伙伴
与客户群体

解决企业内部战略决策问题

基于专业方法论，依托对汽车出行产业创新升级的持续研究洞察与分析，帮助企业解决内部战略决策问题：

- ◆ 了解产业环境、市场竞争格局
- ◆ 理解竞企产品/技术/规划/实施路径
- ◆ 探索细分市场进入/现状/趋势，分析赛道价值，制定企业规划、执行方案等

战略决策

Step1
认知输入

Step2
解读定性

Step3
战略方案

	Step1 认知输入	Step2 解读定性	Step3 战略方案
宏观： 产业维度	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 产业扫描 ✓ 行业洞察 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 产研分析 ✓ 投研分析 	
中观： 市场维度	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 市场调研 ✓ 竞争格局分析 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 细分市场研究 ✓ 用户调研 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 可行性分析 ✓ 战略规划构建
微观： 企业维度		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 对标研究 ✓ 内部咨询 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 竞争策略制定 ✓ 业务能力提升

解决企业外部认知与品牌传播问题

通过兼具研究与媒体视角的汽车科技内容平台，以及汽车产业会议及企业创新服务，帮助企业解决外部认知与品牌宣传问题：

- ◆ 品牌定位，品牌强化及推广
- ◆ 企业价值解读、企业核心优势提炼及呈现、企业传播影响力提升
- ◆ 内容传播策划及会议资源对接等

Step1
看到与发现

Step2
读懂与传播

Step3
对接与服务

	Step1 看到与发现	Step2 读懂与传播	Step3 对接与服务
面向 B端客户	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 产业图谱绘制 ✓ 产业峰会参与 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 产研分析及企业案例植入 ✓ 投研分析及企业价值解读 ✓ 白/蓝皮书编制及联合发布 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 榜单评选及发布 ✓ 会议资源共享及盘活
面向 C端用户	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 专题内容融入 ✓ 热点事件资讯 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 话题文章植入 ✓ 深度文章解读 ✓ 企业人物专访 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 企业专项会议策划 ✓ 企业创新发展赋能

企业传播

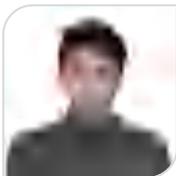
◆ 团队介绍:

亿欧智库 (EO Intelligence) 是亿欧旗下的研究与咨询机构。为全球企业和政府决策者提供行业研究、投资分析和创新咨询服务。亿欧智库对前沿领域保持着敏锐的洞察，具有独创的方法论和模型，服务能力和质量获得客户的广泛认可。

亿欧智库长期深耕新科技、消费、大健康、汽车出行、产业/工业、金融、碳中和等领域，旗下近100名分析师均毕业于名校，绝大多数具有丰富的从业经验；亿欧智库是中国极少数能同时生产中英文深度分析和专业报告的机构，分析师的研究成果和洞察经常被全球顶级媒体采访和引用。

以专业为本，借助亿欧网和亿欧国际网站的传播优势，亿欧智库的研究成果在影响力上往往数倍于同行。同时，亿欧内部拥有一个由数万名科技和产业高端专家构成的资源库，使亿欧智库的研究和咨询有强大支撑，更具洞察性和落地性。

◆ 报告作者:



奚少华

亿欧 分析师

Email: xishaohua@iyiou.com

◆ 报告审核:



武东

亿欧 研究总监

Email: wudong@iyiou.com



杨永平

亿欧 执行总经理、亿欧汽车总裁

Email: yangyongping@iyiou.com

◆ 版权声明:

本报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于智库的专业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点。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。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。本报告的信息来源于已公开的资料，亿欧智库对该等信息的准确性、完整性或可靠性作尽可能的追求但不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映亿欧智库于发布本报告当日之前的判断，在不同时期，亿欧智库可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。亿欧智库不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，亿欧智库对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者可自行关注相应的更新或修改。

本报告版权属于亿欧智库，欢迎因研究需要引用本报告内容，引用时需注明出处为“亿欧智库”。对于未注明来源的引用、盗用、篡改以及其他侵犯亿欧智库著作权的商业行为，亿欧智库将保留追究其法律责任的权利。

◆ 关于我们:

亿欧是一家专注科技+产业+投资的信息平台和智库；成立于2014年2月，总部位于北京，在上海、深圳、南京、纽约设有分公司。亿欧立足中国、影响全球，用户/客户覆盖超过50个国家或地区。

亿欧旗下的产品和服务包括：信息平台亿欧网 (iyiou.com)、亿欧国际站 (EqualOcean.com)、研究和咨询服务亿欧智库 (EO Intelligence)，产业和投融资数据产品亿欧数据 (EO Data)；行业垂直子公司亿欧大健康 (EO Healthcare) 和亿欧汽车 (EO Auto) 等。

◆ 基于自身的研究和咨询能力，同时借助亿欧网和亿欧国际网站的传播优势；亿欧为创业公司、大型企业、政府机构、机构投资者等客户类型提供有针对性的服务。

◆ 创业公司

亿欧旗下的亿欧网和亿欧国际站是创业创新领域的知名信息平台，是各类VC机构、产业基金、创业者和政府产业部门重点关注的平台。创业公司被亿欧网和亿欧国际站报道后，能获得巨大的品牌曝光，有利于降低融资过程中的解释成本；同时，对于吸引上下游合作伙伴及招募人才有积极作用。对于优质的创业公司，还可以作为案例纳入亿欧智库的相关报告，树立权威的行业地位。

◆ 大型企业

凭借对科技+产业+投资的深刻理解，亿欧除了为一些大型企业提供品牌服务外，更多地基于自身的研究能力和第三方视角，为大型企业提供行业研究、用户研究、投资分析和创新咨询等服务。同时，亿欧有实时更新的产业数据库和广泛的链接能力，能为大型企业进行产品落地和布局生态提供支持。

◆ 政府机构

针对政府类客户，亿欧提供四类服务：一是针对政府重点关注的领域提供产业情报，梳理特定产业在国内外的动态和前沿趋势，为相关政府领导提供智库外脑。二是根据政府的要求，组织相关产业的代表性企业和政府机构沟通交流，探讨合作机会；三是针对政府机构和旗下的产业园区，提供有针对性的产业培训，提升行业认知、提高招商和服务域内企业的水平；四是辅助政府机构做产业规划。

◆ 机构投资者

亿欧除了有强大的分析师团队外，另外有一个超过15000名专家的资源库；能为机构投资者提供专家咨询、和标的调研服务，减少投资过程中的信息不对称，做出正确的投资决策。

◆ 欢迎合作需求方联系我们，一起携手进步；电话 010-53321289，邮箱 hezuo@iyiou.com

© 亿欧智库

© 亿欧智库

© 亿欧智库



 亿欧智库

网址: <https://www.iyiou.com/research>

邮箱: hezuo@iyiou.com

电话: 010-53321289

© 亿欧智库

© 亿欧智库

© 亿欧智库

北京: 北京市朝阳区关庄路2号院中关村科技服务大厦C座4层 | 上海: 上海市闵行区申昆路1999号4幢806

深圳: 广东省深圳市南山区华润置地大厦 C 座 6 层 | 纽约: 4 World Trade Center, 29th Floor-Office 67, 150 Greenwich St, New York, NY 10006