



全国汽车标准化技术委员会
National Technical Committee of Auto Standardization

自动驾驶领域标准化需求研究成果介绍

中国汽车技术研究中心有限公司
中国汽车标准化研究院
张路

01

自动驾驶测试场景自然语言描述标准化需求研究

牵头单位：中国汽车技术研究中心有限公司、重庆长安汽车股份有限公司

02

自动驾驶测试场景数据采集与分析标准化需求研究

牵头单位：中国第一汽车集团有限公司、国汽（北京）智能网联汽车研究院有限公司

03

面向自动驾驶的成熟驾驶模型标准化需求研究

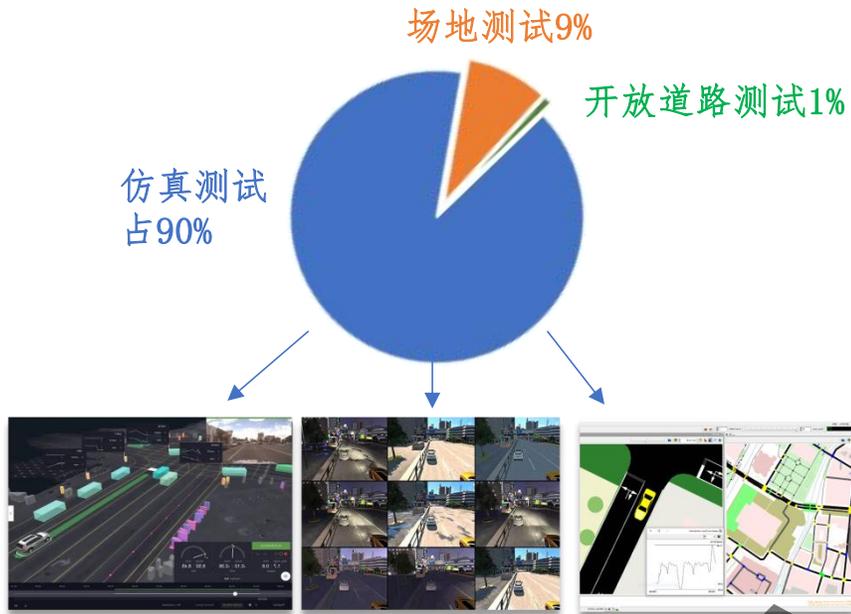
牵头单位：中国第一汽车集团有限公司

04

驾驶自动化系统用户告知及培训标准化需求研究

牵头单位：中国汽车技术研究中心有限公司

基于场景的仿真测试具有重要意义，目前国内外均已开展相关项目研究，并进行了自动驾驶汽车测试场景技术法规体系建设。



● 基于场景的仿真测试

- a) 可提高自动驾驶的**性能和功能**； b) 可提升自动驾驶**安全性与升级能力**；
- c) 可帮助政府机构和组织**制定法规和标准**；

严谨、灵活并且标准化的测试场景是支撑自动驾驶各类测试方法开展的重要基础性支撑，本项目主要研究自动驾驶测试场景的自然语言描述方法，这也是构建测试场景的关键要素。

国内外测试现状

● 国外

- a) 2013年，日本启动SIP项目；
- b) 2016年，德国发起PEGASUS项目；
- c) 2018年，美国启动《自动驾驶系统测试用例和场景框架》项目；

● 国内

- a) 2018年，国汽智联组织成立“中国标准 ICV 场景库理论架构体系”联合项目组；
- b) 2020年，中汽中心与赛目科技等承担工信部“智能网联汽车关键技术标准及仿真测试验证公共服务平台”研究项目；

- 目前中国已建立**三十多个**自动驾驶测试场地，以及包括北京自动驾驶示范区、上海自动驾驶示范区等在内的若干示范区。

标准与法规

● 截至2023年，中国已出台多个相关政策和标准

- a) 《智能网联汽车道路测试管理规范》
- b) 《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范（试行）》
- c) 《智能网联汽车生产企业及产品准入管理指南（试行）》

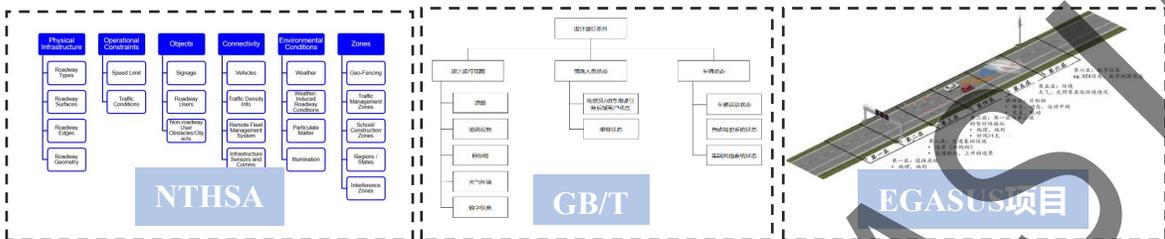


场景是自动驾驶车辆的驾驶情景与驾驶环境的有机结合，基于场景的仿真测试关键在于对**场景要素的详细分类**和**场景的准确生成**。

场景要素分类

● 场景要素研究现状

- a) **德国**: PEGASUS项目, 形成OpenX标准;
- b) **美国**: 制定SAE J3011、SAE J3018、SAE J3131等系列标准;
- c) **中国**: 中国汽研、中汽中心、腾讯等开展了一系列虚拟仿真场景研究, 并推动成立了C-ASAM工作组, 牵头了自动驾驶测试场景领域国际标准ISO34501制定;

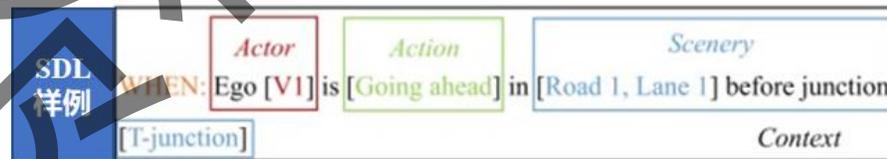


场景要素示例分类		
天气	路边目标	一天中的时间
道路/车道形状	路面异物	道路特征
路面条件	路面标线	光照条件
前车、侧边车辆等	自车状态	其他交通参与者
自车行为	ISO 21448 & GB/T	

静态环境	环境条件	动态元素
区域 可行驶区域 交叉口 基本道路结构 特殊结构 临时可行驶区域 区域结构	天气 颗粒物 光照 互联	交通参与者 目标车辆
ISO 34503		

场景生成描述语言

SDL可用于在模拟中快速枚举场景, 以测试和验证环境中对象的交互。



● 场景描述语言要求

场景语言作为一种领域特定语言, 应具有严格的语法结构及语义模型以避免了场景描述的二义性问题。

● 场景描述语言方法

静态场景描述

动态态场景描述

动静态场景描述

stiEF、ScenML、Hesperia、CommonRoad、GeoScenario、OAS、滴滴、M-SDL、Sim Pro平台、中国汽研、TSL、其他

中汽中心标准院积极承担ISO/TC22/SC33/WG9工作组召集人职责，组织各成员国持续推进3450X国际标准建设。与此同时，完成了场景自然语言描述方法需求报告并提交了国际标准提案。

基于场景测试的方法标准化成果

ISO国际标准化组织建立《ISO 3450X》系列标准：

- ISO 34501自动驾驶系统的测试场景-词汇 **(已发布)**
- ISO 34502自动驾驶系统的测试场景-基于场景的安全评估框架 **(已发布)**
- ISO 34503自动驾驶系统的测试场景-设计运行范围的分类 **(已发布)**
- ISO 34504自动驾驶系统的测试场景-场景分类
- ISO 34505自动驾驶系统的测试场景-场景评估和测试用例生成



场景生成描述语言标准化

□ 标准化意义

- 可有效地打通测试场景及对应的测试需求；
- 可有效为其他参与者提供阅读性较强的场景描述方式；
- 可帮助企业在开发和测试流程中梳理对应的测试逻辑及测试指标；

□ 国际标准提案

Controlled Natural Language
Description for Automated Driving
System Scenarios:
New Work Item Proposal

Professor Siddhartha Khastgir
WMG, University of Warwick, UK

Dr Hua Yiding
CATARC, China

14 Nov 2023



- 针对场景中所定义的术语及词汇等，提供描述的载体；
- 针对具体的描述句法以及明确的描述语言逻辑提供支持；
- 针对场景描述语言语法及其相关事件与时序状态进行描述；
- 针对场景中描述方法及其重要的边界条件和初始条件等进行自然语言描述；

- 自动驾驶商业化一直面临**数据匮乏**的挑战，基于场景库大规模的虚拟仿真开发及测试已成为自动驾驶研发落地的必经之路
- 场景库国内外均有相关研究，但相关资料大多是对**项目组成、工作流程及测试流程**等进行阐述，数据处理方法几乎空白
- ISO3450X、ASAM OpenX标准主要集中在**建设理论、场景分层、测试体系及重构**等，**数据采集及分析**等标准存在缺失。
- 国标自动驾驶测试标准中均有测试场景的定义及描述，但仅是提出相关测试要素及具体测试用例，**用例参数数字量化不全**

ISO 3450X

➢ 侧重场景生成技术

- **34502**: 基于安全评估的工程框架与场景生成过程标准

➢ 侧重ODD特征描述

- **34503**: 自动驾驶系统的设计运行域(ODD)分类标准草案

➢ 侧重车辆行为和分类

- **34504**: 自动驾驶测试场景分类与特征属性标准草案

ASAM-OPENX

➢ 静态道路交通描述

- **Open DRIVE**: 仿真测试场景静态道路交通部分描述

➢ 道路表面细节描述

- **Open CRG**: 仿真测试场景道路表面细节描述

➢ 场景目标动态描述

- **Open SCENARIO**: 仿真测试场景目标动态描述

现有测试标准

➢ 单一化场景描述，注重交通标志及动态交通参与者

- 智能网联汽车 自动驾驶功能场地试验方法及要求

➢ 对多层场景分别进行了描述，同时对场景要素做了部分技术参数规定，但缺乏具体多要素的场景集成或定义

- 智能网联汽车 自动驾驶功能道路试验方法及要求

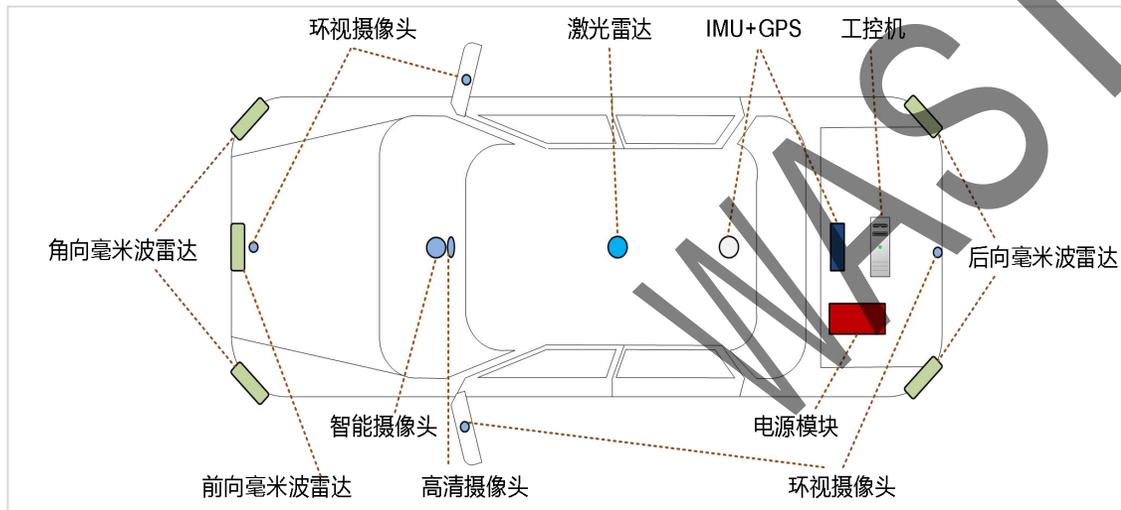
- 技术路线：基于数据驱动自动驾驶研发的主体路线，针对测试场景采集及分析技术，重点提出**场景需求定义、采集方案设计、采集实施、大数据处理及测试用例提取**五步法，并结合ISO3450X系列标准基础，给出场景采集及分析要求及方法



- 场景采集：首次提出采集范围、方式、区域选取、设备标定、数据质量、数据检查、数据上传及数据存储等要求及方法
- 数据分析：以数据分析总体流程为依托，深度构建场景大数据清洗、场景标注、场景统计及测试用例提取等关键技术方法

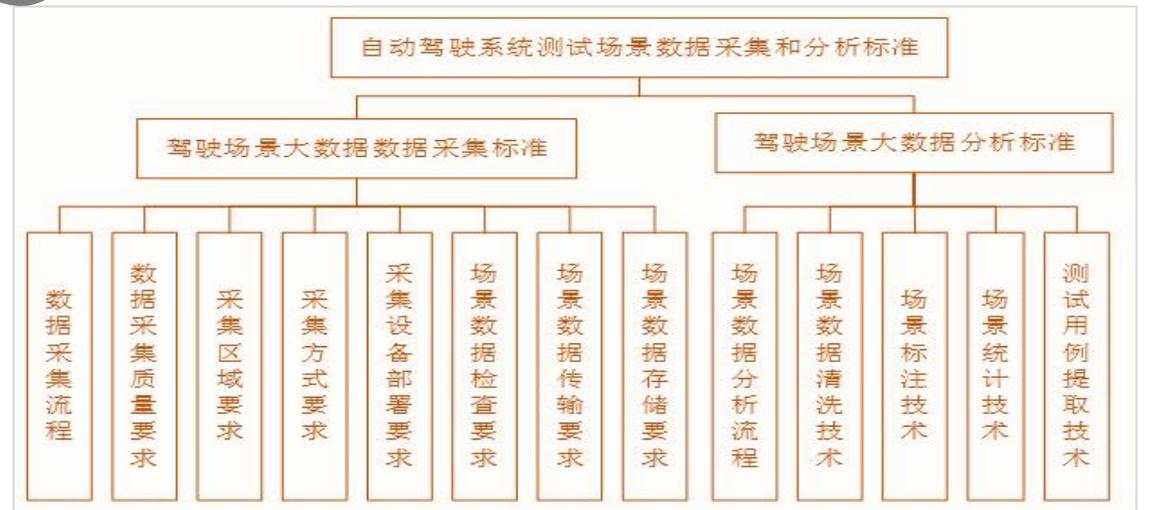
测试场景大数据采集技术要求及方法

- ◆ 平台：明确采集要素范围，构建了实车、路侧及无人机3种采集方式并进行差异化分析，同时量化多参数区域及驾驶员选取等
- ◆ 质量：明确传感器空间配准质量，提出数据完整性、可用性、精确性、稳定性、同步性及唯一性等关键要求，提升采集规范性
- ◆ 传存：提出车端及路侧端传输及存储要求，如数据类型、连接规则、上传规则、存储结构、数据备份、数据质量及存储策略等



测试场景大数据分析技术要求及方法

- ◆ 预处理技术：建立数据清洗及标注流程，明确清洗规则及检验要求、错误数据清洗方法、规范场景分类及标注内容、明确场景标注标签，建立自动化标注规则及人工校验补标等要求及方法
- ◆ 分析技术：依托数据统计流程，明确数据统计与提取方法、建立统计分析及场景指标的描述方式、首次提出测试用例提取六步法
- ◆ 全面评估测试场景现状、采集及分析技术，提出可标准化建议



- 产品：全球各大汽车企业持续推进整车的自动化智能化水平，具有**辅助驾驶或自动驾驶功能**的汽车销量快速增长
- 法规：自动驾驶安全验证边界难于确定，更容易被**用户接受的成熟驾驶员模型的安全边界验证**逐步被引入到研究中
- 标准：成熟驾驶员模型国外标准相对较少，国内几乎空白，严重缺乏**驾驶员选取、数据分析及模型验证**等关键方法

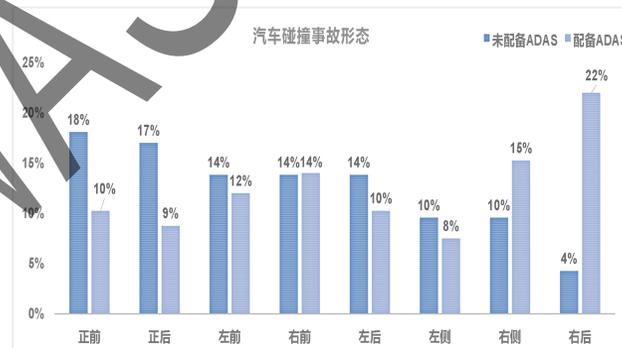
驾驶自动化发展迈入新阶段

- L1/L2 级辅助驾驶功能的渗透率达50%以上
- 欧、美、日等企业纷纷发布面向L3~L4级的自动驾驶汽车量产计划
- 2022年，德国梅赛德斯-奔驰Level 3自动驾驶系统正式量产，接受消费者检验



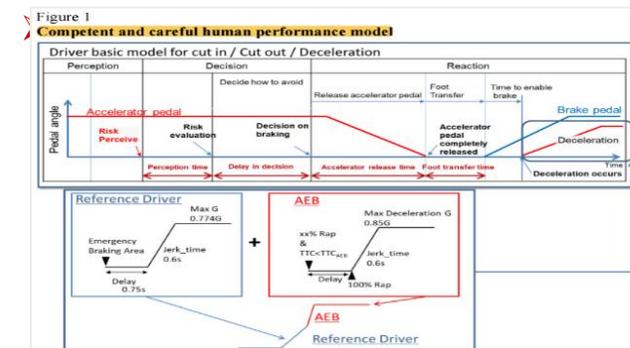
自动驾驶开发验证新需求

- 《全球道路安全现状报告》统计，全球每年约有135万人死于道路交通事故
- ADAS车型正面碰撞事故相对较少，但是右后方事故概率是未配置ADAS车型的5倍
- 更加类人的自动驾驶行为有助于提高民众对自动驾驶的接受度，可有效提高安全



急需构建自动驾驶体系新标准

- R157、R79、IEEE 2846-2022《自动驾驶系统安全相关模型假设标准》等主要对模型构建及数据结果进行说明
- 已有模型均未对驾驶员选取、数据分析及模型验证等关键方法进行说明

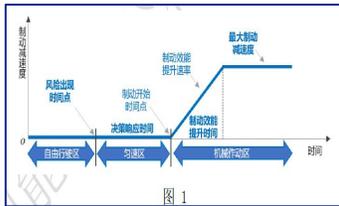


□ 技术路线：基于危险事故，重点针对**紧急制动模型与紧急转向模型**，重点提出了**模型定义、待标定参数确定、标定用例选择、驾驶行为选取、模型参数对比**等五步法，并结合实车及仿真参数标定，减少单一标定误差，综合定义模型参数

模型定义研究

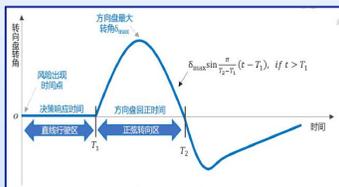
紧急制动模型定义

- 包含自由行驶区、匀减速区、机械动作区、车辆减速度遵循如下曲线



紧急转向模型定义

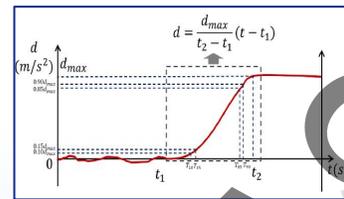
- 包含直线行驶区、正弦转向区，转向盘循如下曲线



待标定参数确定

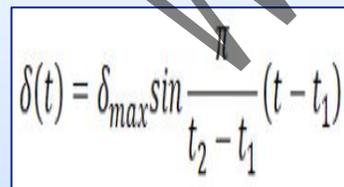
紧急制动模型参数

- 最大制动减速度
- 制动效能提升时间
- 决策响应时间
- 风险点出现时间



紧急转向模型参数

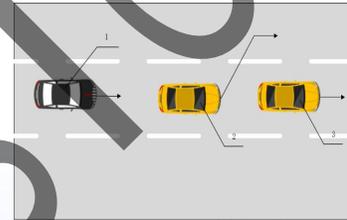
- 驾驶员决策响应时间
- 方向盘最大转角
- 方向盘回正时间



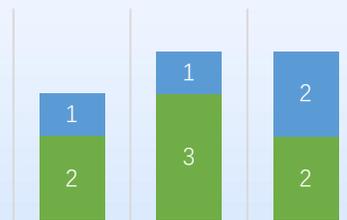
标定用例选择

紧急模型用例

- 前车紧急制动3个
- 紧急切入4个
- 切出后遇静止前车4个



■ 经验工况 ■ CNCAP



紧急制动 紧急切入 紧急切出

驾驶行为选取

人员选取方案

- 驾驶员预选
- 典型用例及权重设计
- 主观问卷数据分析
- 客观测试数据分析
- 主客观一致性分析
- 驾驶行为最终分类

■ $P = (1 - R_d)P_{obj} + R_dP_{sub}$
 R_d —— 驾驶行为主观评价和客观测试结果的斯皮尔曼等级相关系数

■ $R_d = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^m d_j^2}{m(m^2 - 1)}$
 m —— 客观测试的驾驶员数量
 j —— 驾驶员序号
 d_j —— 序号为j的驾驶员的主观问卷和客观测试的等级差

模型参数对比

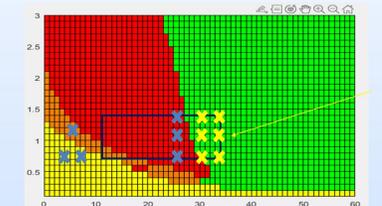
ADAS算法验证

- 前车紧急制动4个
- 紧急切入96个
- 切出遇静止车4个

```

Collision detection
for i = 1:length(px2)
    Flag = (bboxOverlapRatio(Ego(i,:),Tgt(i,:), 'Union') * 100) > 0;
    if Flag > 0
        [x, y] = rectangle_cori(px2(i), py2(i), L(i), W(i), theta_0);
        if x(2) < (px1(i)+L(i)/2) && x(2) > (px1(i)-L(i)/2)
            result = 3;
            return;
        else
            result = 1;
            return;
        end
    end
end
result = 0;

Interrupt backward
Check 0.375m position if Ego pass Tgt
if 0.375/xy2_0 > (px2(1)-10)/((vx1_0 - vx2(1))/3.6)
    result = 2;
end
    
```



面向自动驾驶的成熟驾驶员模型-研究结果

- 首次将实车及仿真相结合进行驾驶模型验证和分析，明确制动及转向模型参数各**3个**，制动样车**10辆**，驾驶员**59位**，用例**315个**，转向模型样车**5辆**，驾驶员**40位**，用例**140个**；制动及转向模型**反应时间**由于驾驶员有心理预期，以仿真结果为准
- 仿真与实车数据曲线**差异较大**，在转向模型中尤为明显，**考虑到实际交通运行**，因此均采用**实车标定参数**作为模型结果
- 通过对紧急制动模型切入、切出及前车制动进行参数泛化，综合得出紧急制动模型在三个场景下的**可避免碰撞的关键参数**

紧急制动模型

方式	工况名称	反应时间s	制动效能提升时间s	最大制动减速度m/s ²
仿真	切出	1.29	0.54	-9.00
	切入	1.06	0.58	-8.45
	制动	1.30	0.79	-7.50
	汇总平均值	1.22	0.64	-8.32
实车	切出	0.13	0.51	-7.93
	切入	0.11	0.47	-7.80
	制动	0.26	0.45	-8.52
	汇总平均值	1.22 (0.17x)	0.48	-8.08
R157发布结果		1.15	0.6	-7.59
国内已发布结果		1.32	0.54	-6.13

紧急转向模型

方式	工况名称	反应时间s	转向盘回正时间s	转向盘最大转角°
仿真转向	切出	0.99	1.60	-35
	切入	0.56	1.61	-57
	制动	1.18	2.37	-45
	汇总平均值	0.91	1.86	-46
实车转向	切出	0.51	1.58	-54
	切入	0.50	1.17	-94
	制动	0.10	0.71	-140
	汇总平均值	0.91 (0.37x)	1.15	-96

如何保证安全，正确指导消费者操作，是产业面临的重要问题。

01

- 驾驶自动化产业发展迅速，相关事故数量也在增加；
- 美国高速公路安全管理局显示，**94%**与**无人驾驶相关**的事故都是人为不当操作造成。

随着驾驶自动化等级的提高，用户角色发生转变

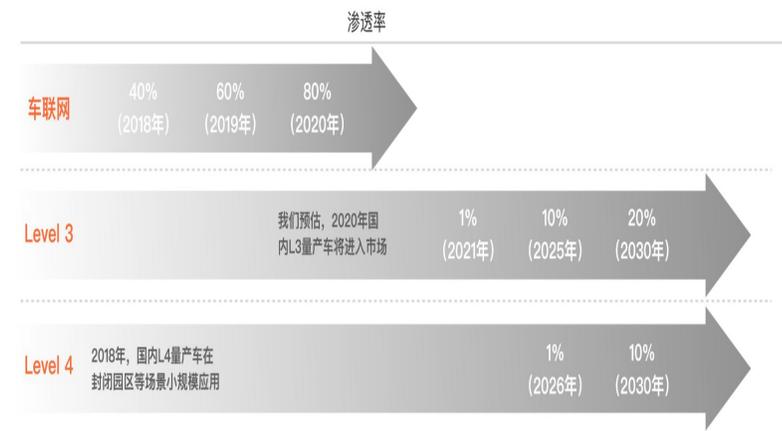
02

- 随着驾驶自动化等级的提高，用户角色由**驾驶员向调度员乘客**转化；
- 用户对于驾驶自动化系统在**驾驶职责和驾驶任务**上都将产生巨大变化。

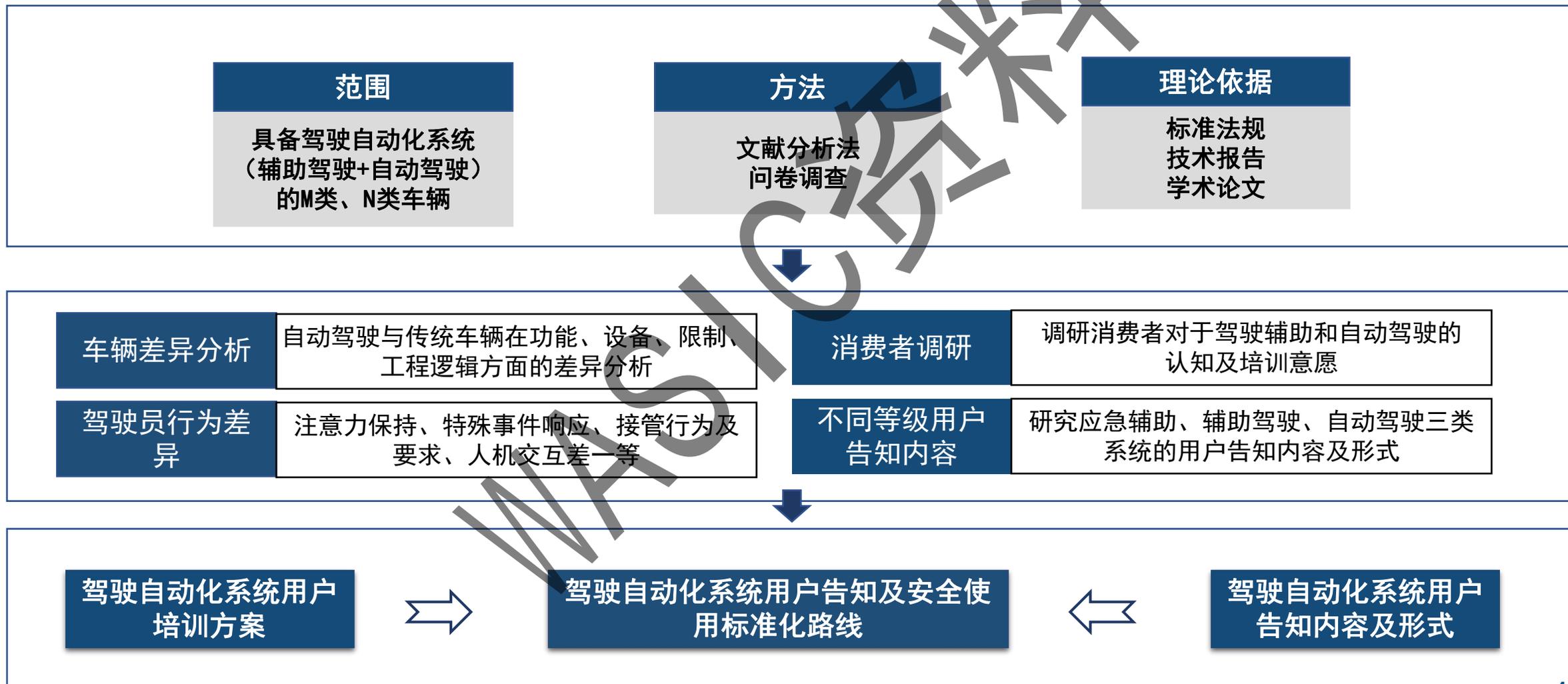
不同厂商的产品使用条件、操作方式存在差异，需要明确用户告知及培训内容

03

- 各整车厂、主流供应商推出的驾驶自动化系统系统整体架构、环境感知方案不尽相同，导致不同系统的使用条件、操作方式差异较大；
- 用户很难准确把握系统的边界及操作方法，容易发生误用、滥用的情况。



总体思路



开展行业和消费者调研活动，形成调研报告，推动后续标准制定及培训体系建设。

消费者对自动驾驶的认知、接受度、培训意愿研究



市场调研

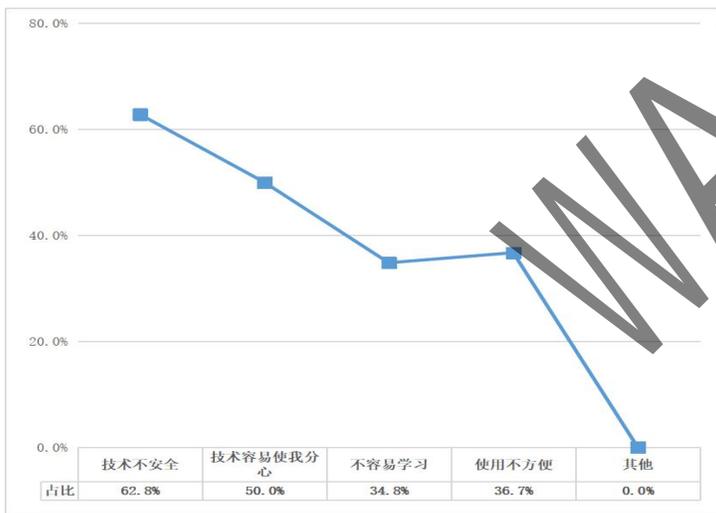


- 1.调研数据
- 2.回归分析及计量模型

数据分析

得到有效问卷2500份

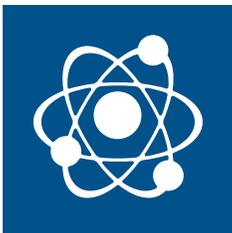
- **基本信息**：包括年龄、教育程度、职业、驾龄、通常驾驶车型、周驾车时长等；
- **驾驶自动化系统认知及意愿**：功能认知、接受培训情况、使用感受、态度、了解操作方法的途径等；
- **培训意愿调研**：培训的意愿、培训时长与方式接受情况、培训考核的接受情况、对使用说明书的需求情况。



	信任	感到担忧	不确定
自动紧急制动/转向	53.1%	33.8%	13.1%
碰撞预警	61.0%	26.0%	13.0%
车道偏离预警	58.3%	23.6%	18.1%
车门开启预警	62.8%	21.0%	16.2%
盲区监测系统	54.9%	26.1%	19.0%
交通标志识别	53.1%	25.8%	21.0%
驾驶员注意力监测	50.9%	27.8%	21.2%
车道居中辅助	54.0%	25.6%	20.5%
自适应巡航/定速巡航	56.8%	25.9%	17.2%
领航/高阶驾驶辅助	49.2%	30.5%	20.2%
自动驾驶	29.6%	45.6%	24.8%
自动(辅助)泊车	62.1%	22.7%	15.2%

	和普通机动车驾驶员一样	随时准备接管操控的用户	自由自在的乘客	不确定
样本量	769	1302	347	82
占比	30.8%	52.1%	13.9%	3.3%

	和普通机动车驾驶员一样	认真严肃的监督员	自由自在的乘客	不确定
样本量	915	1035	347	203
占比	36.6%	41.4%	13.9%	8.1%



自动驾驶说明书
框架及元素

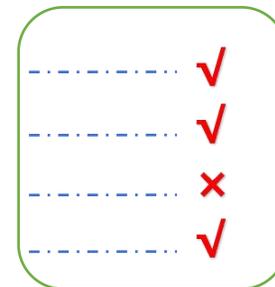
① 驾驶自动化系统使用说明书的标准

明确告知驾驶自动化系统的等级、驾驶员职责、功能描述、状态转换、HMI、系统开启、激活、退出方式及条件、系统受限场景及局限性、系统故障处理方式、介入请求、最小风险策略、辅助设备装备情况等要求，尤其是针对驾驶员责任部分需要更明确的告知。

② 用户说明书汇总明确告知驾驶自动化功能的用户告知内容及告知方式，并对OTA的功能进行电子说明书的更新

③ 针对驾驶自动化功能使用前，需要对用户进行功能学习的确认，学习通过后才可使用相关功能。

④ 针对HMI交互制定通用技术规范，并明确分级交互需求。



自动驾驶用户
培训体系

■ 研究自动驾驶用户培训体系及要求，针对不同类型的驾驶人群（驾驶初学者、有经验的驾驶员、自动驾驶测试安全员）分别提出培训内容要求，对企业进行自动驾驶用户培训的形式和内容提出建议，提出自动驾驶用户培训标准化建议。





全国汽车标准化技术委员会

National Technical Committee of Auto Standardization

WASIC 资料