

高级别辅助驾驶和自动驾驶场景应用

北京汽车研究总院有限公司

智能网联中心主任

张永刚

2021.07.05

CONTENTS

1. 自动驾驶场景发展趋势
2. 自动驾驶场景定义
3. 自动驾驶场景工作
4. 自动驾驶场景应用
5. 小结

1.1 自动驾驶场景发展趋势—基于场景的开发及验证

- 大多数车企转向连续多场景的高等级驾驶辅助开发，在安全范围内提升用户体验；
- 中国国土面积幅员辽阔，南北东西交通环境差异较大，自动驾驶场景的收集整理工作成本高、周期长，通过统一的标准可促进业内场景库的互通互用，降低整体开发成本，促进产业协同进步；
- 后续高等级自动驾驶系统大概率采取审批制度，在获得审批之前需进行大量场景验证，自动驾驶场景的相关法规及标准成为标准工作的重中之重。

中国特色交通环境

高桥隧比



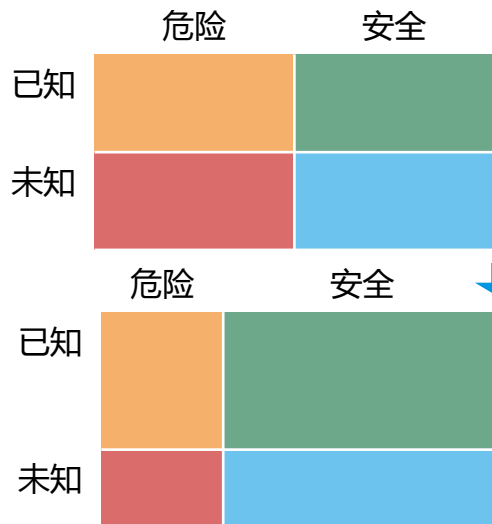
封闭道路上的行人和骑行



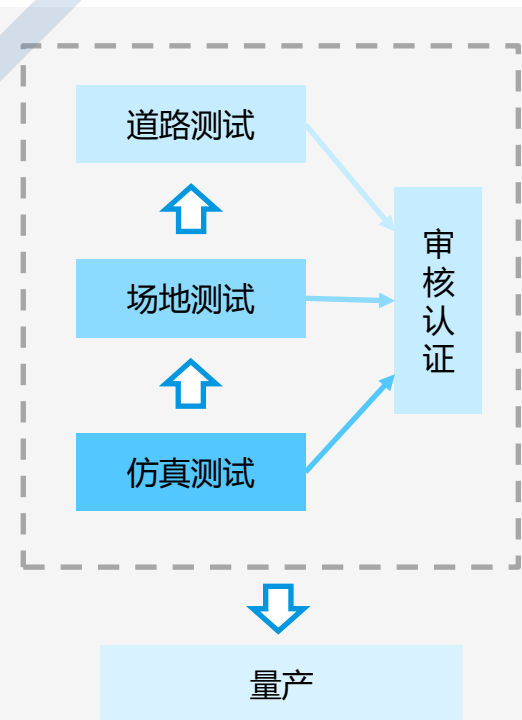
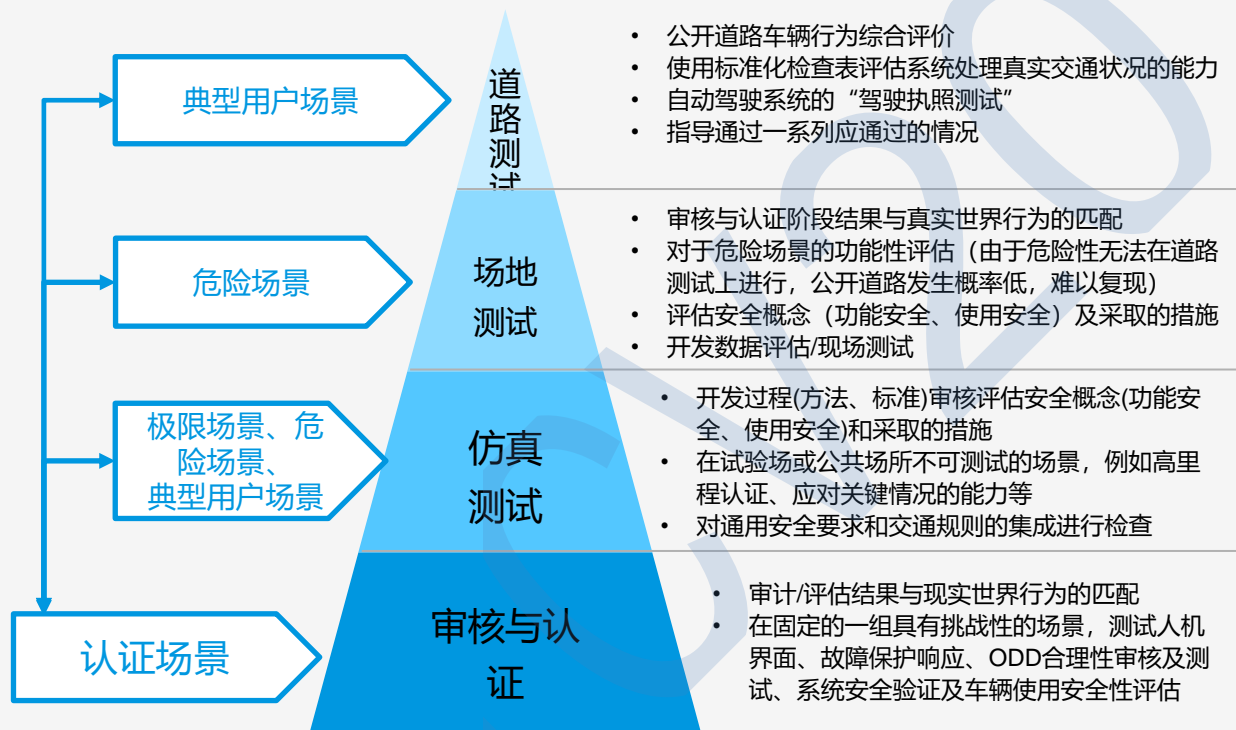
常见“异形”交通工具



基于场景的安全验证



- 联合国UNECE自动驾驶车辆协调论坛GRVA自动驾驶测试组针对自动驾驶功能提出“多支柱法”，结合审核与审计、虚拟测试、场地测试、真实道路测试多个“支柱”开展。



- 工信部2021年4月7日发布《智能网联汽车生产企业及产品准入管理指南（试行）》（征求意见稿），文件指出智能网联汽车需要对设计运行条件进行明确，并且需要进行模拟仿真、封闭道路、实际道路、车辆网络安全、软件升级、数据存储的测试。

模拟仿真测试



验证系统在**典型场景和连续场景下的安全性**、道路交通规则符合性，满足相应的道路交通安全要求。



自动驾驶系统组成及原理、功能及设计运行条件、风险减缓策略、最小风险状态及必要的安全风险提示



说明模拟仿真测试的软硬件环境和**工具链、场景库**，以及使用的**模型及其关键参数**。



ODD内不同**场景要素参数**组合通过连续自动化仿真测试，验证系统符合**功能安全和预期功能安全**要求



应覆盖**产品设计运行条件**，构建**典型场景**，验证产品所声明的驾驶自动化功能是否符合安全要求。

封闭场地测试



应能通过封闭场地测试，验证车辆在**封闭场地典型场景下的安全性**。



场景覆盖**ODD**内所要求的范围，并统筹考虑交通环境及附属设施情况。



记录测试过程，有效保证测试结果的**可追溯性、一致性和准确性**。



规定**原始测试数据**，至少包含车辆位置信息、车辆控制模式、车辆运动状态参数、驾驶员及人机交互状态、车辆执行机构控制信息等内容，并对测试结果进行**分析与评价**。

实际道路测试



应通过**实际道路连续场景测试**，验证车辆在公共道路交通环境下的安全性。



应根据所声明的ODD，选择实际道路进行连续测试；基于**测试时长、测试里程**和**自动驾驶功能响应及接管率**，验证所声明的**自动驾驶功能应对随机场景的能力**，且应满足产品的安全要求。



记录测试过程，能有效保证测试结果的**可追溯性、一致性和准确性**。



满足**远程监控与数据记录**和**存储**要求，符合传输模式、格式等规定要求。

1.4自动驾驶场景发展趋势—国际标准

- 中国作为ISO/TC22/SC33/WG9自动驾驶测试场景国际标准工作组召集人，中汽中心作为工作组秘书支撑ISO TC22/SC33 WG9自动驾驶测试场景工作组的标准制定工作，国内多家公司参与讨论；
- ASAM全面布局仿真标准，国内多家公司参与，涵盖从研发到验证、从传感器到功能模块各阶段的数据、接口标准，全方位支撑整车厂、供应商、技术服务商的开发与验证需求；

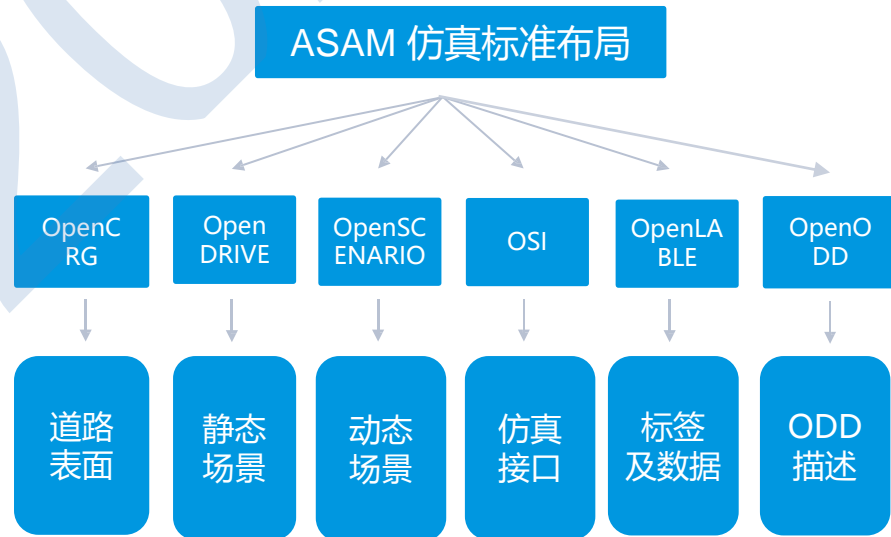
ISO 34501 自动驾驶系统测试场景术语与通用信息
Road Vehicles - Terms and Definitions of Test Scenarios for Automated Driving Systems

ISO 34502 基于场景的安全评估的工程框架与过程
Road Vehicles- Engineering Framework and Process of Scenario-based Safety Evaluation

ISO 34503 自动驾驶系统的设计运行域分类
Road Vehicles - Taxonomy for Operational Design Domain for Automated Driving Systems

ISO 34504 场景特征及场景分类
Road Vehicles - Scenario Attributes and Categorization

ISO 34505 自动驾驶系统的测试场景评测
Road Vehicles - Evaluation of Test Scenarios for Automated Driving Systems



场景是在一定时间和空间范围内环境与驾驶行为的综合反映，由天气条件、道路、交通设施、交通参与者等外部状态以及自车的驾驶任务和状态等信息共同作用组成的驾驶工况。



3.1 自动驾驶场景工作 — 建立背景及意义

- 高等级自动驾驶受制于种种原因未能大规模量产，头部车企转向以连续多场景高等级的驾驶辅助来提升用户体验；
- 车企需要将开发模式及测试方法转向为基于场景的开发方式及测试方法，以场景驱动开发迭代，基于场景进行高效率测试；
- 基于里程的方法已经无法满足功能验证的覆盖程度，因此安全验证所需的大量工作前置，在产品研发及设计阶段即需要确保ODD范围内的自动驾驶功能安全。



连续场景

城区道路场景

停车场道路场景

高速公路场景

特殊作业环境

功能场景

上下匝道

车道变化

避障

换道

过ETC

巡航跟车

他车切入、切出

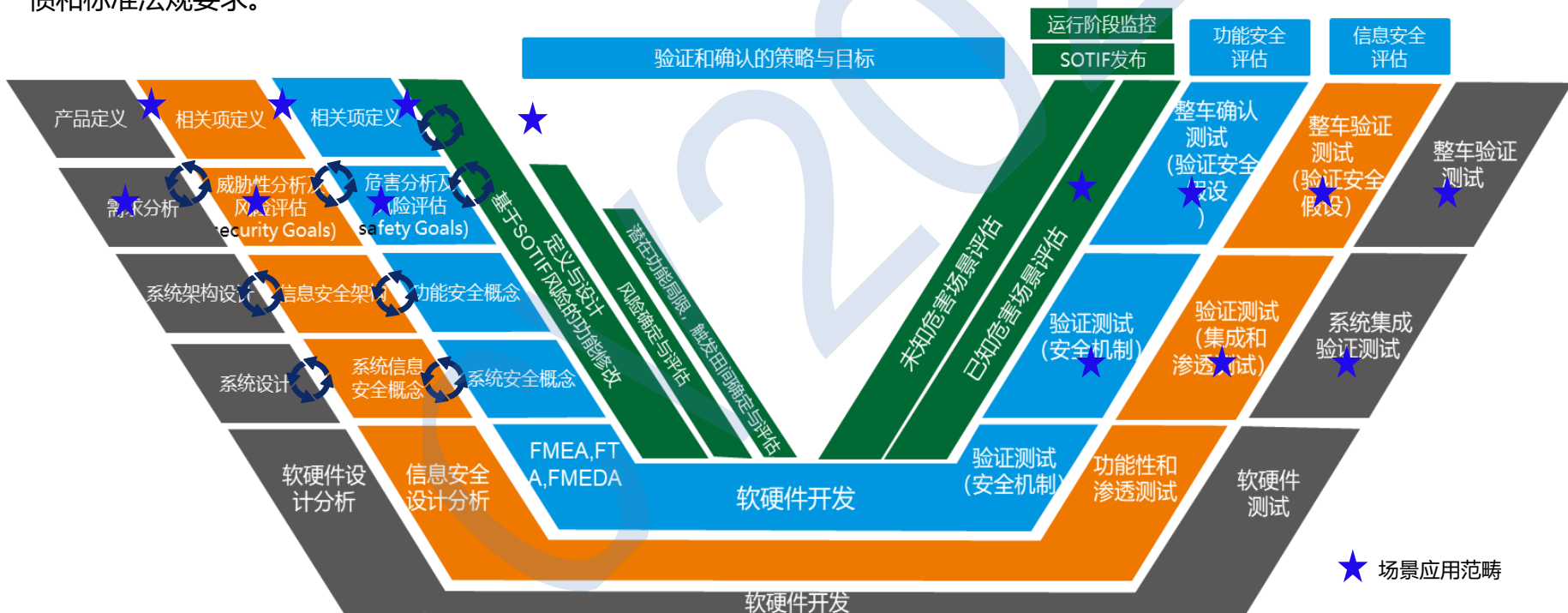
.....

- 参考ISO 3450X、SAE关于自动驾驶等级定义，以及Pegasus及ASAM组织对场景的定义构建功能场景，并通过对真实交通数据的处理，定义相应的逻辑场景的参数空间，在参数重组后，经过场景有效性评价得出具体场景。



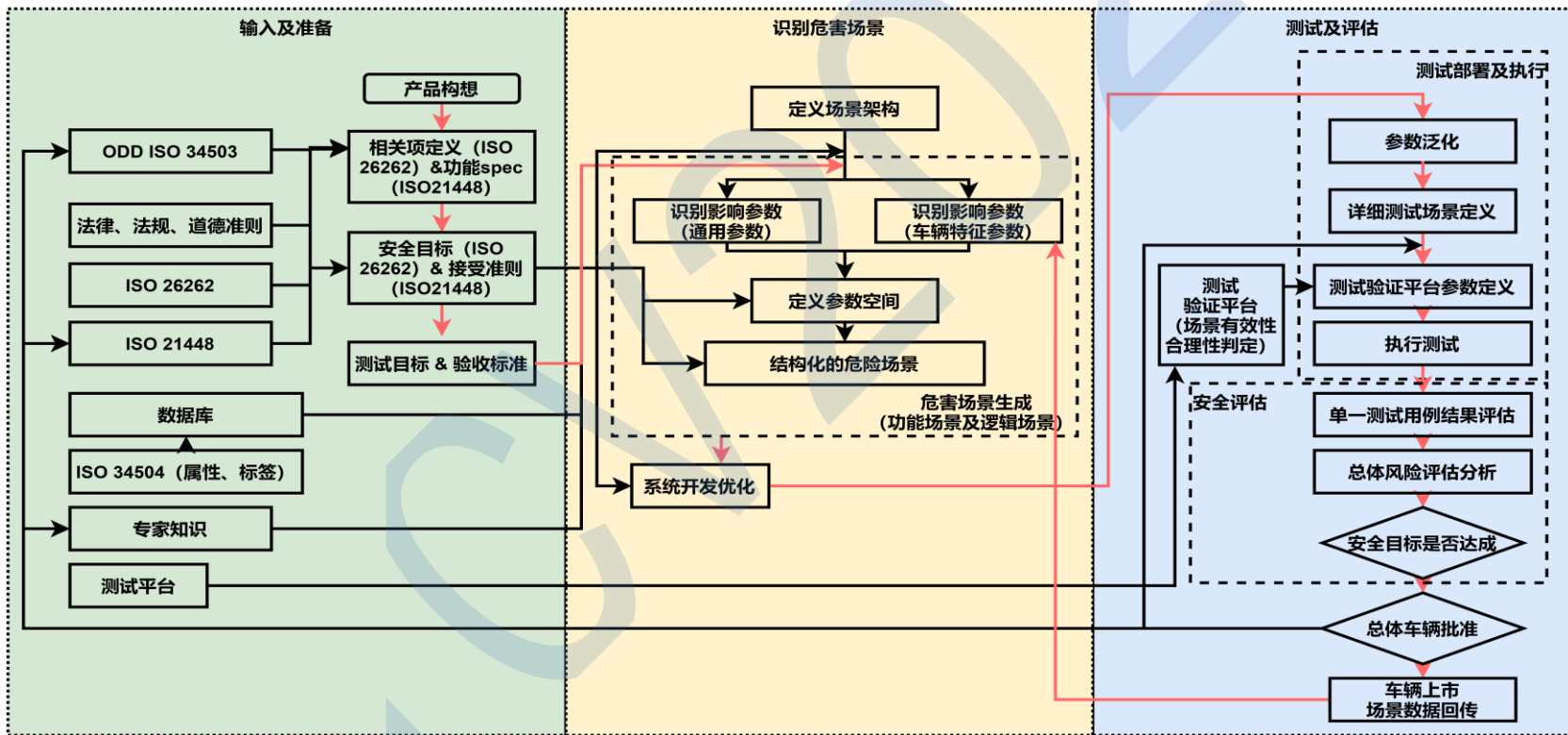
3.3 自动驾驶场景工作 — 基于场景的开发流程

- 基于ISO 26262、ISO 21448、ISO 21434，结合ISO 3450X，形成从产品功能定义到感知、决策、控制算法的开发以及仿真验证-场地验证-封闭区域验证-实车道路验证的自动驾驶场景数据库，来保证开发的自动驾驶功能符合安全性要求、道路环境、驾驶习惯和标准法规要求。

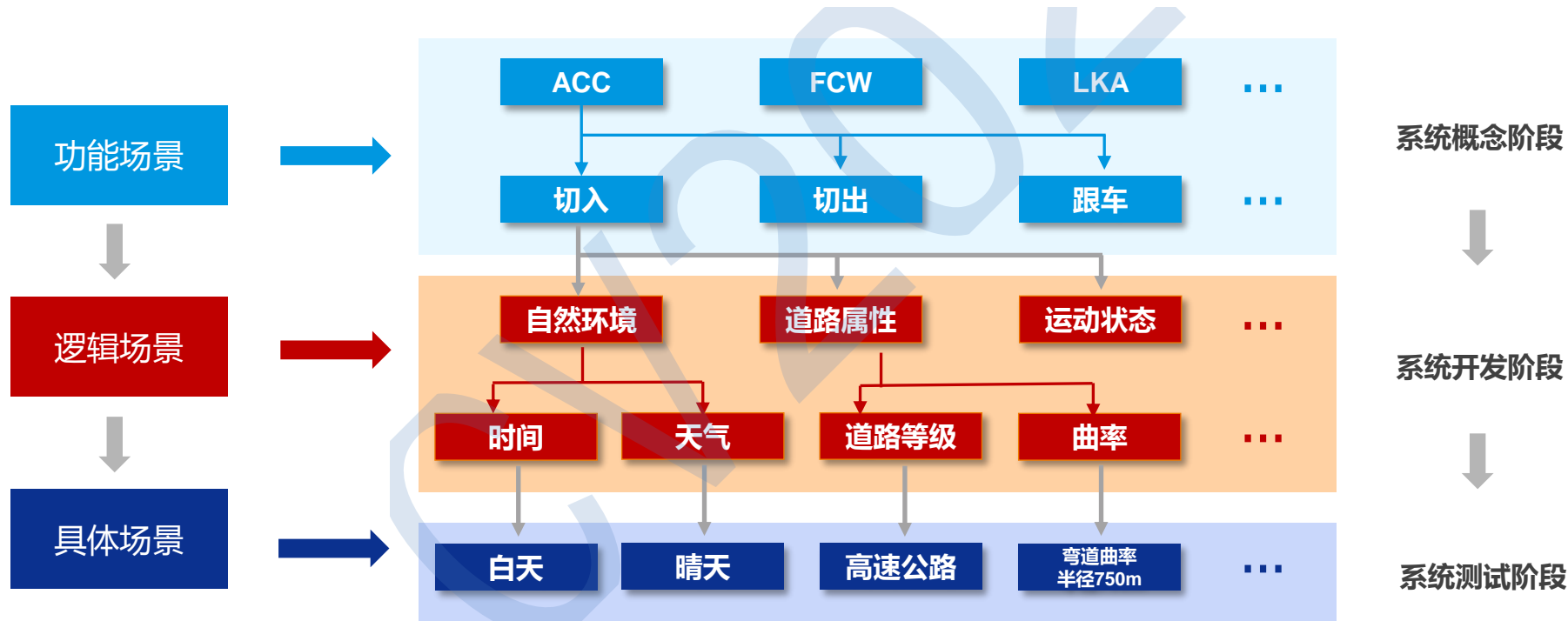


3.4 自动驾驶场景工作 — 场景建设与应用流程

- 在面向高等级驾驶辅助及自动驾驶开发上，需要建立面向功能安全及预期功能安全，并基于数据驱动的场景建设及应用闭环开发流程及验证体系



功能场景、逻辑场景、具体场景分别应用于系统概念阶段、系统开发阶段和系统测试阶段，其抽象程度依次递减，场景数量依次递增。



自动驾驶场景应用分类举例

功能场景

融合道路信息、本车信息、交通参与者信息、环境信息，以文字的形式将功能场景进行具体描述。

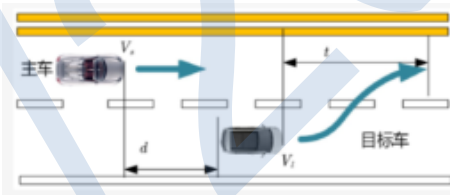


道路类型-双车道
道路几何-直线道路
本车-最左侧车道，本车道行驶
前车-最右侧车道，本车车前，向左变道

功能定义需求

逻辑场景

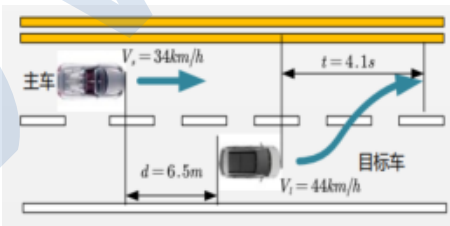
对功能场景包含信息变量化，并赋予相应的参数值空间范围。



道路类型：双车道，2.5m ~ 3.75m
本车：纵向速度：30~50km/h
前车：在本车前方 (5m~20m)
向左变道 (纵向速度：35~55km/h，变道时间：3-10s)

具体场景

定义场景变量具体的参数值。



道路类型：双车道，3m
本车：纵向速度：34km/h
前车：在本车前方 (6.5m)
向左变道 (纵向速度：44km/h，变道时间：4.1s)

仿真测试需求

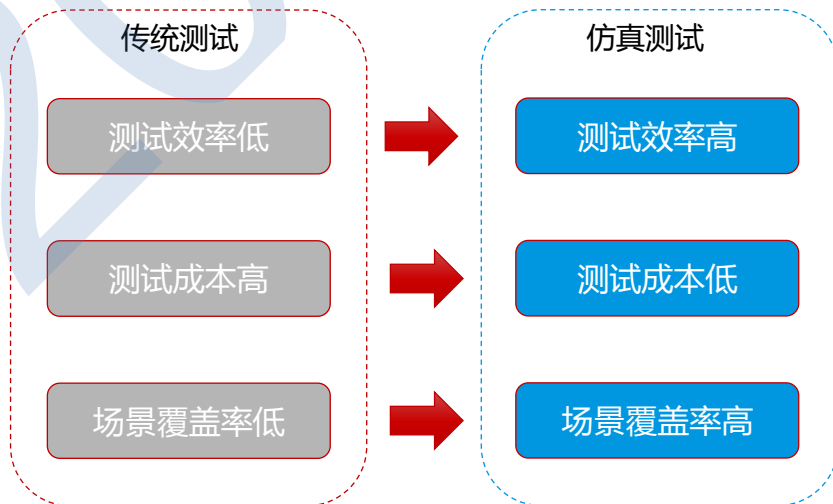
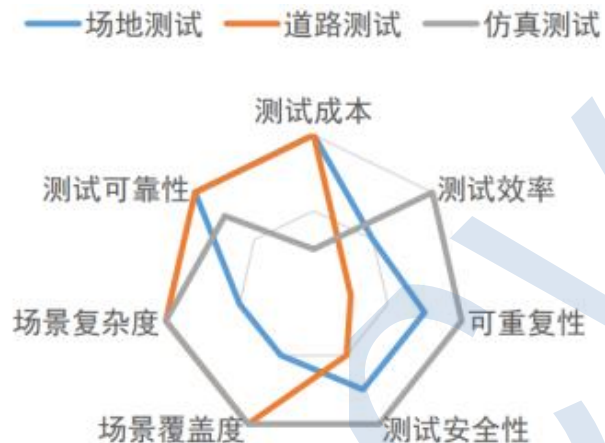


综合多方面因素定义构建自动驾驶功能场景库

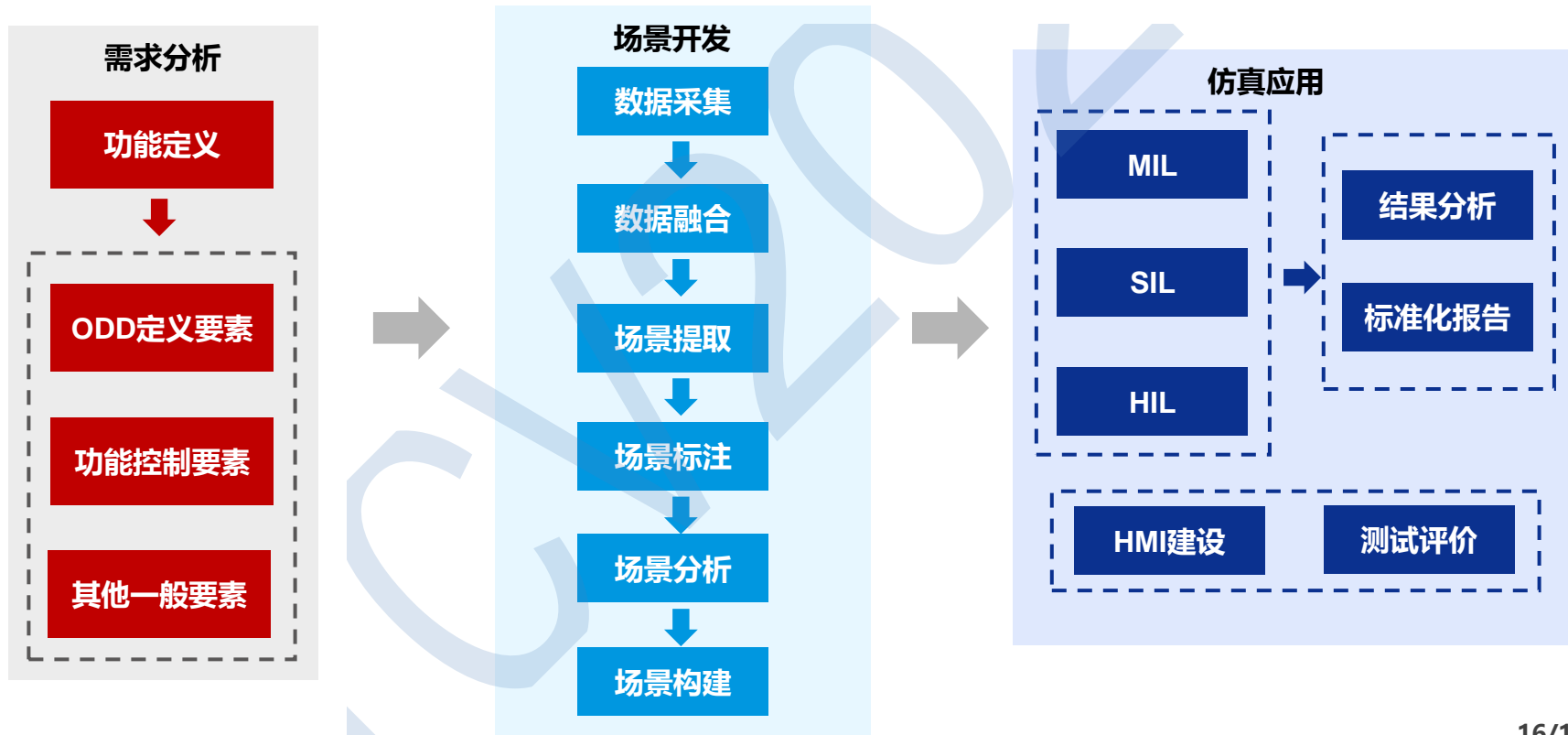


基于场景的自动驾驶仿真测试

随着高级别自动驾驶的开发，传统的测试工具、方法已不能满足自动驾驶汽车的测试需求。基于场景的虚拟仿真测试方法可以大幅优化测试效率、测试成本、场景覆盖率等。具有巨大的技术优势，是未来自动驾驶汽车测试验证的重要手段。



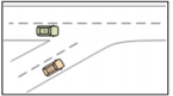







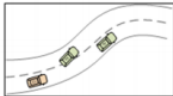

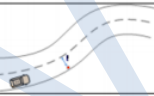
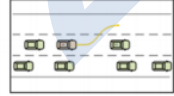



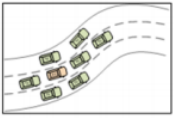
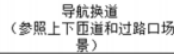



自动驾驶场景在仿真测试中的应用流程

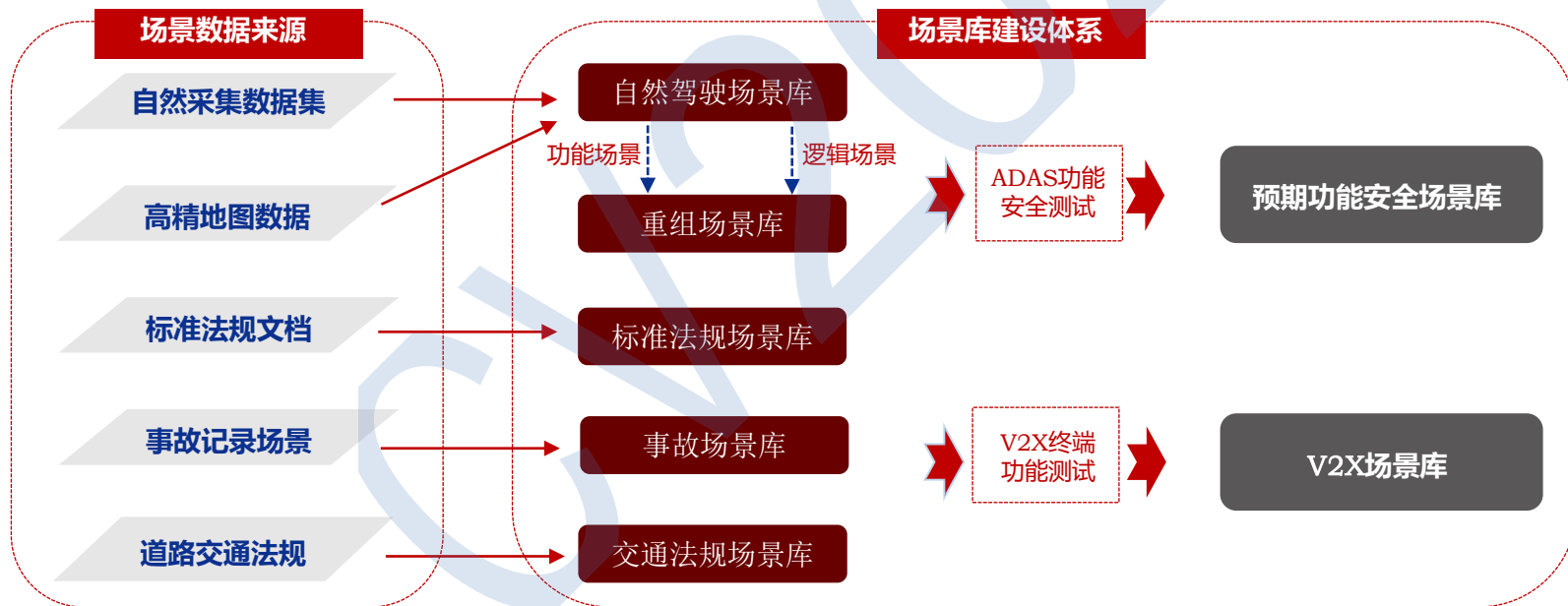


- 结合中国道路和交通环境，设计覆盖城区、高速、停车场的点到点场景。

最符合中国出行的自动驾驶功能场景切片

速度控制		车道变化	避障	换道	上下匝道	过路口 (beta)		过ETC (beta)
巡航/跟车	他车切入/切出					路口前换道	红绿灯	
 巡航	 他车切入	 车道汇合	 道旁风险规避	 换杆换道	 匝道口导航换道	 路口导航换道	 路口红灯	 过ETC
 跟车	 他车切出	 车道变多	 道内障碍	 超车换道	 匝道口导航重规划	 路口导航重规划	 路口黄灯	
 拥堵跟车启停				 导航换道 (参照上下匝道和过路口场景)			 路口绿灯	

- 完善包括自然驾驶、标准法规、危险工况、交通规则等多来源的自动驾驶场景库。
- 在系统设计阶段提升ODD范围内的自动驾驶系统安全。
- 在系统研发阶段，进行在环仿真一体化仿真测试，提升自动驾驶功能可靠性。



谢谢 THANKS