

飞溅的雨水会影响激光雷达的反射效果，雾可能会遮挡摄像机的视线，雪会覆盖道路上用于辅助感知的道路标识，也会因为雪的密度影响激光雷达光束的反射效果，产生“幻影障碍（Phantom obstacles）”。

（2）不利照明条件下的感知问题。

镜头光斑（Lens-flares）、大阴影（Large shadows）和其他不利的照明条件都会对感知性能产生不同的影响。

（3）遮挡条件下的感知问题。

比如由于前方大车遮挡，自动驾驶车辆无法识别前方的交通参与者、信号灯或者交通运行状况。

在 AD SOTIF 在预测和决策控制方面存在的困难主要包括：

（1）行人或车辆轨迹预测的不确定性。

主要是因为：1、交通参与者的轨迹往往呈现高度非线性；2、驾驶行为具有多模态性；3、交通参与者之间的交互作用难以建模。目前车端轨迹预测算法输出难于确保安全。

（2）自动驾驶决策控制算法的可靠性问题。

包括基于规则的决策方法与基于人工智能的决策方法，算法的可靠性也是目前自动驾驶面临的重要困难之一。

2.2.2 车路协同自动驾驶SOTIF保障自动驾驶安全

基于AD SOTIF，从保障自动驾驶安全的角度出发，引入并建立面向车路协同自动驾驶的预期功能安全（VICAD SOTIF）的安全理念，通过协同感知、协同决策与协同控制，解决AD SOTIF面临的突出问题，比如车端感知失效、行人和车辆轨迹预测等一系列典型安全问题。要通过VICAD SOTIF实现自动驾驶安全，就要求路侧的系统、设备以及车路通信必须满足SOTIF标准框架和相关标准，包括ISO 26262、ISO PAS 21448等，如表2.5所示。

表 2.5 车路协同自动驾驶功能安全与预期功能安全标准框架

车路协同自动驾驶安全挑战		安全技术类型	标准框架
系统（车辆+道路）因素	硬件故障和软件实现缺陷	功能安全	ISO 26262
	系统功能局限及设计不足	预期功能安全 SOTIF	ISO PAS 21448
人员因素	驾驶员误用		
环境因素	环境干扰		
	网络攻击	信息安全	SAE J3061/J3101 ISO/SAE FDIS 21434

根据 SOTIF 四象限理论，通过 VICAD SOTIF 可以使自动驾驶 SOTIF 中的不安全场景转化为安全场景，未知场景转化为已知场景，如下图 2.4 所示。

（1）不安全场景转化为安全场景：

针对原有“不安全”的场景，处理方式有两种：一是提升自动驾驶能力将其转化为安全场景，二是进行触发条件检测并通过限制 ODD 进行排除。车路协同的加入，让自动驾驶车辆能够获取更全面的数据，可以更早更远的启动处理，从而为车辆应对不安全场景营造更好的条件。同时，也支持增强对危险场景的触发检测能力，以便通过 ODD 将其排除。

（2）未知场景转化为已知场景：

针对原有“未知”的场景的探索是一个行业难题“你永远不知道不知道什么”，车路协同一方面可以通过全量的感知识别完成对未知现象触发和处理，如将未知异常的交通现象转化为触发条件，并且提示过往车辆提前做出预判；另一方面，通过数据驱动和算法学习，可以将未知数据采集、挖掘、训练提升，发现未知场景，从而完成学习式系统的成长。