

团 体 标 准

T/ITS 0119-2019

限定场景下的低速自动驾驶系统 性能要求与测试规程

Low Speed Automated Driving systems for Limited Operational Designed Domains
– performance requirements and test procedures

2019-12-27 发布

2020-03-01 实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 符号和缩略语.....	错误！未定义书签。
5 LSAD 系统应用场景示例.....	3
6 LSAD 系统架构.....	3
7 基本要求.....	4
8 功能要求.....	8
9 性能要求.....	12
10 系统要求.....	12
11 性能测试规程.....	12
12 附录 A（资料性附录）通信要求.....	21
13 附录 B（资料性附录）LSAD 系统数据记录示例.....	22

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国智能交通产业联盟提出并归口。

本标准起草单位：东软睿驰汽车技术（沈阳）有限公司、交通运输部公路科学研究院、同济大学、北京智行者科技有限公司、深圳市金溢科技股份有限公司、北京图森智途科技有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、山东省科学院自动化研究所、上海汽车集团股份有限公司、中兴通讯股份有限公司、阿里巴巴（中国）有限公司、北京京东乾石科技有限公司。

本部分主要起草人：毕欣、曹建永、陈晓、迟逞、董轩、何宁、焦伟赟、冷如波、李茹、李文亮、李文锐、李研强、刘威、钱锋、唐光颖、王琳、吴楠、杨晶、张春民、张德兆、张子辉、赵勃、周亦威。

限定场景下的低速自动驾驶系统——性能要求与测试规程

1 范围

本标准规定了限定场景下的低速自动驾驶系统（以下简称 LSAD 系统）的适用范围、系统要求、最低性能要求及测试规程。

本标准适用于装备了本标准规定的 LSAD 系统的自动驾驶车辆，本标准对 LSAD 系统中的传感器不作要求。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ISO 22737 智能交通系统 指定路线的低速自动驾驶系统 性能要求、系统要求和测试规程 (Intelligent transport systems — Low-Speed Automated Driving (LSAD) Systems for Predefined routes — Performance requirements, system requirements and performance test procedures)

ISO 19206-1 道路车辆 主动安全功能评估测试目标（车辆目标、弱势道路用户及其他目标）第一部分：乘用车追尾测试目标要求 (Road vehicles — Test devices for target vehicles, vulnerable road users and other objects, for assessment of active safety functions — Part 1: Requirements for passenger vehicle rear-end targets)

ISO 19206-2 道路车辆 主动安全功能评估测试目标（车辆目标、弱势道路用户及其他目标）第二部分：行人目标要求 (Road vehicles — Test devices for target vehicles, vulnerable road users and other objects, for assessment of active safety functions — Part 2: Requirements for pedestrian targets)

ISO 19206-4 道路车辆 主动安全功能评估测试目标（车辆目标、弱势道路用户及其他目标）第四部分：骑行者目标要求 (Road vehicle — Test devices for target vehicles, vulnerable road users and other objects, for assessment of active safety functions — Part 4: Requirements for bicyclist targets)

ISO 2575: 2010 道路车辆 控制、指示和信号装置 (Road vehicles — Symbols for controls, indicators and tell-tales)

ISO 26262 道路车辆 功能安全 (Road vehicles: Functional Safety)

ISO/PAS 21448 道路车辆 预期功能安全 (Road vehicles: Safety of the Intended Functionality)

ISO/SAE 22736 道路机动车自动驾驶系统分级及术语定义 (Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

LSAD 系统 Low Speed Automated Driving system

车辆上用于实现在限定场景下的低速自动驾驶功能的系统。

3.2

LSAD 车辆 LSAD equipped vehicle

装备 LSAD 系统的车辆。

3.3

指定路线 Pre-defined route

LSAD 车辆在行程开始前预先定义的从起始点到目标点的行驶轨迹。

3.4

危险工况 Hazardous Situation

LSAD 系统工作时，自车若不改变行驶路线和车速，将与检测到的障碍物（如骑行者，车辆，行人等）发生碰撞。

3.5

最低风险操作 Minimal Risk Maneuver

LSAD 系统为达成最低风险所采取的策略或操作。

3.6

旅程 Trip

车辆从起始点行驶到目的地、或从一个目的地行驶到另一个目的地。一段行程可包含多段旅程。

3.7

可行驶区域 Drivable area

在指定路线周围允许 LSAD 车辆行驶的区域。

注：可行驶区域的宽度可随行驶路线而变化。

3.8

调度系统 Dispatcher

远程调度 LSAD 车辆的人员或程序。

3.9

紧急停车 e-Stop

由乘客、调度系统、或其他人员触发的车辆紧急制动。

4 符号和缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DDT: 动态驾驶任务 (Dynamic Driving Task)

HARA: 危害分析和风险评估 (Hazard Analysis and Risk Assessment)

LSAD: 低速自动驾驶 (Low Speed Automated Driving)

MRC: 最低风险条件 (Minimal Risk Condition)

MRM: 最低风险操作 (Minimal Risk Maneuver)

ODD: 设计适用范围 (Operational Design Domain)

SV: 自车 (Subject Vehicle)

$V_{LSAD Max}$: LSAD最大车速

5 LSAD 系统应用场景示例

LSAD 车辆可作为出行服务系统的一部分。出行服务系统的场景示例如图 1。本标准仅规定 LSAD 车辆中的 LSAD 系统部分。

在本示例中, 用户可通过手机 APP 将出行请求 (起点和终点) 发送给调度系统, 调度系统接收到用户的请求后, 向用户发送行程确认信息, 并启动 LSAD 车辆。在 LSAD 系统运行过程中, 会周期性的发送系统状态给用户及调度系统, 遇到系统故障等特殊情况时, 可向调度系统发送接管请求, 在接收到调度系统确认后, 可继续运行。

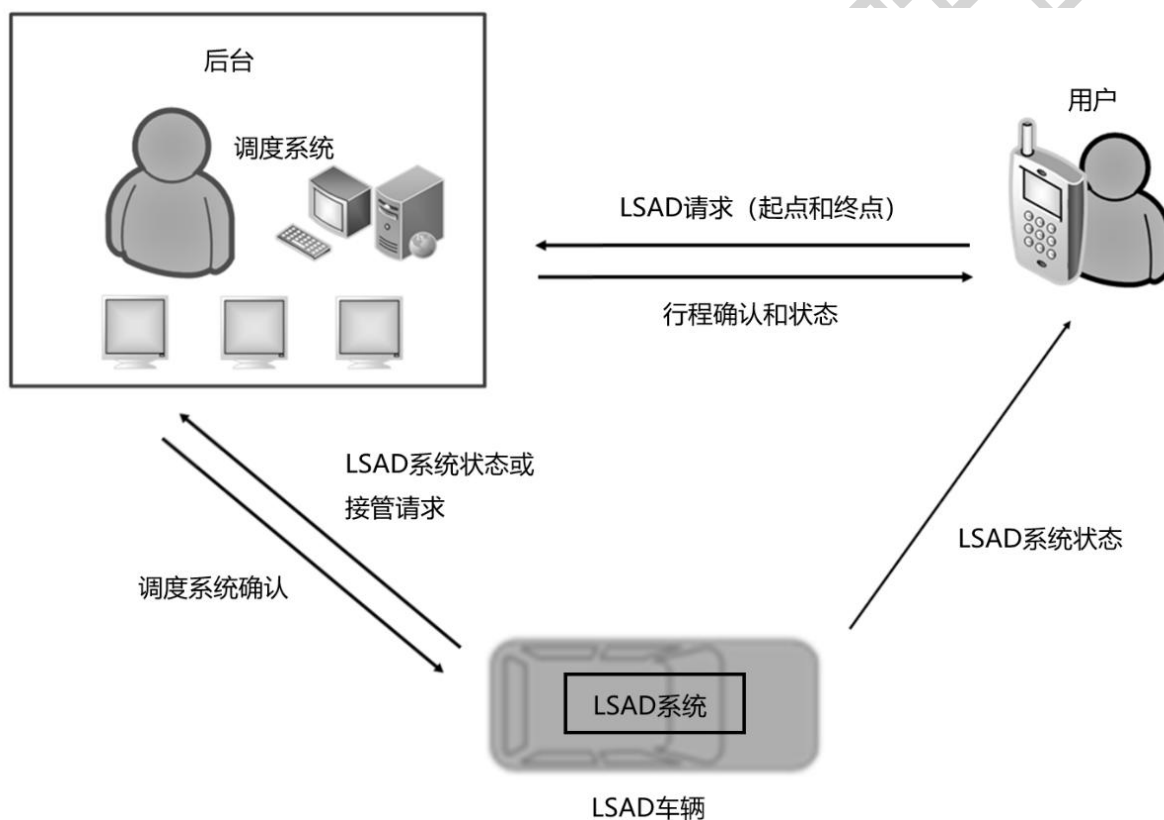


图 1 LSAD 系统在出行服务中的应用场景示例

6 LSAD 系统架构

LSAD 系统架构如图 2 所示。LSAD 系统应包含如下功能: 危险工况检测 (见章节 8.1)、DDT (见章节 8.8 和 9)、ODD 监控 (见章节 7.3 和 8)、MRM (见章节 8.2)、e-Stop (见章节 8.4)。LSAD 系统可包含路线规划与外部通信功能, 但本标准未规定。作为 LSAD 系统的其它组成或关联部分, 传感器、执行器、系统诊断、乘客监控、数据存储、以及调度或远程辅助功能本标准不作要求。

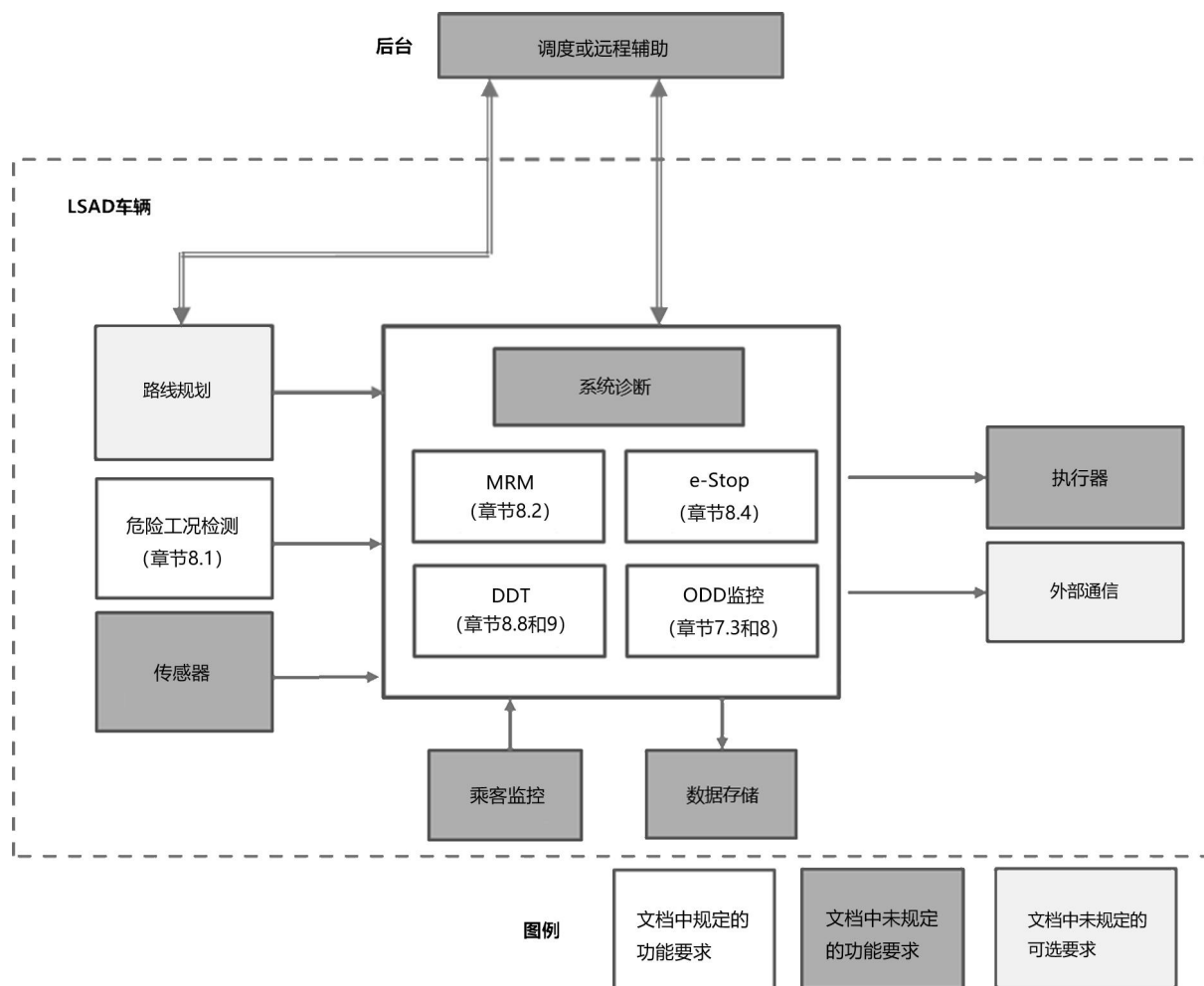


图2 LSAD系统架构

7 基本要求

7.1 基本要求总则

LSAD 系统应完成自动驾驶任务，自动驾驶策略可由厂商决定。LSAD 车辆应仅在指定路线上行驶，且 LSAD 车辆的速度应不大于 30km/h。在恶劣天气、低能见度、湿滑路面、特定时段等特殊条件下，最大行驶速度可进一步降低。

LSAD 系统应利用传感器来完成自动驾驶任务。系统可包含车辆、行人、道路等目标检测功能。系统宜对传感器性能、失效及其他安全相关的系统部件进行 HARA 分析。LSAD 系统开发宜遵守功能安全和预期功能安全。

7.2 最低工作能力要求

LSAD 车辆应具备如下功能：

- 按指定路线到达目的地；
- 检测出危险工况；
- 采取制动、转向来避免与障碍物发生碰撞或减轻碰撞的程度；
- 执行最低风险操作；
- LSAD 系统故障时应上报调度系统；

- 当遇到危险工况时，应向其他道路用户发出报警。

7.3 设计适用范围

厂商应定义 LSAD 系统的 ODD。ODD 应至少包含以下参数：

- 最大车速 — LSAD 车辆运行的最大车速应不大于 30km/h；
- 应用区域 — 封闭园区、专用道路等限定区域，通常采用特定标识或标线进行区分；
- 指定路线 — 开启该功能前，需要预先设定指定路线，功能仅应在指定路线上开启。指定路线可由相关方（如：当地管理部门、服务提供商、厂商等）定义。任何脱离指定路线的行为，应由远程调度系统确认；
- 光照条件；
- 天气条件；
- 温度条件；
- 道路条件；
- 道路中是否可存在行人、骑行者等弱势道路用户；
- 通信要求。

ODD 条件发生变化时，LSAD 系统或调度系统可重新设定车辆运行参数。

注：在雨天等恶劣条件下，调度系统或LSAD系统可降低最大运行车速。

7.4 LSAD 状态图

LSAD 系统功能应遵循图 3 所示的状态图。

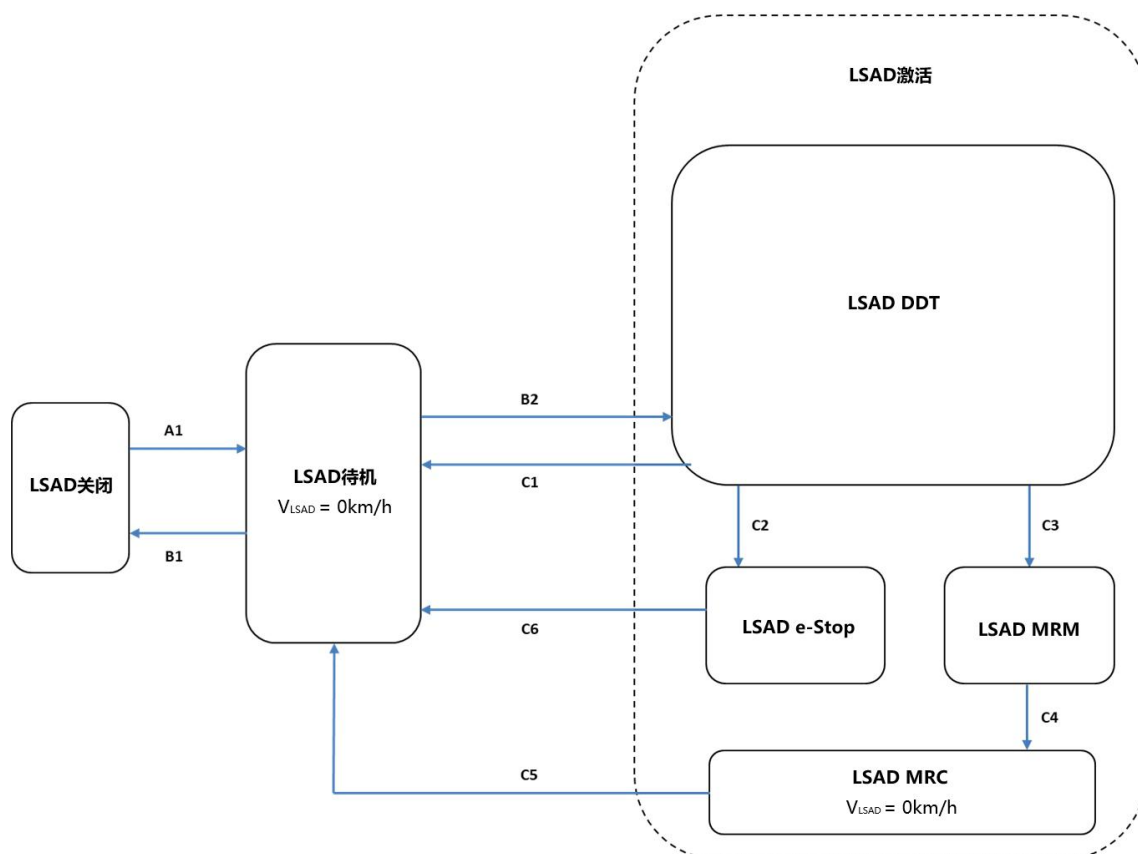


图 3 LSAD 状态迁移图

7.4.1 LSAD 状态

7.4.1.1 LSAD 关闭

在 LSAD 关闭状态下，LSAD 系统不应执行任何 DDT。

7.4.1.2 LSAD 待机

在 LSAD 待机状态下，LSAD 系统应：

- 确认 ODD 是否满足，从而可迁移至 LSAD 激活状态；
- 与调度系统保持通信；
- 自车保持静止。

LSAD 待机状态下，LSAD 系统可由调度系统设定 DDT 状态下的车辆运行参数。

7.4.1.3 LSAD 激活

在 LSAD 激活状态下，LSAD 系统应执行 DDT，且车辆行驶最大速度应不大于 LSAD 系统或调度系统的设定值。

LSAD 激活状态包含如下四个子状态：

- a) LSAD DDT 子状态：应为 LSAD 激活状态下的默认子状态。在 LSAD DDT 子状态中，LSAD 车辆运行参数可被动态修改。LSAD DDT 子状态下，系统应：
 - 1) 安全地跟随指定路线行驶、避免与障碍物碰撞；
 - 2) 持续监测 LSAD 系统是否满足 ODD；

- b) LSAD e-Stop 子状态：在收到 e-Stop 请求后，LSAD 系统应让 LSAD 车辆急减速至停车、向调度系统发送当前状态信息、且向外界发出紧急状态信息（如通过危险信号灯）；
- c) LSAD MRM 子状态：当迁移条件 C3 满足时，LSAD 系统应执行最低风险操作；
- d) LSAD MRC 子系统：在 LSAD MRC 状态下，系统应：
 - 1) 保持自车静止；
 - 2) 向调度系统发送状态信息。

在 LSAD 激活状态下，LSAD 系统应持续监测系统性能。

7.4.2 LSAD 状态迁移

7.4.2.1 A1

从 LSAD 关闭到 LSAD 待机的状态迁移。

迁移条件：调度系统发出启动指令且系统上电完成并自检通过。

7.4.2.2 B1

从 LSAD 待机到 LSAD 关闭的状态迁移。

迁移条件：自检失败、调度系统发出关闭指令或切断供电。

7.4.2.3 B2

从 LSAD 待机到 LSAD DDT 的状态迁移。

迁移条件：LSAD 系统满足 ODD 条件，且接收到调度系统的激活指令，且数据记录装置存在空间、以存储安全相关事件。

7.4.2.4 C1

从 LSAD DDT 到 LSAD 待机的状态迁移。

迁移条件：接收到调度系统的关闭指令。

7.4.2.5 C2

从 LSAD DDT 到 LSAD e-Stop 的状态迁移。

迁移条件：接收到 e-Stop 指令。

7.4.2.6 C3

从 LSAD DDT 到 LSAD MRM 的状态迁移。

如下任意条件满足时，将导致迁移：

- 系统自检失败；
- 检测到无法处理的危险工况；
- 检测到安全相关的失效；
- 检测到脱离 ODD；

在发出安全确认请求后未接收到答复（见 7.4.3.1）。

7.4.2.7 C4

从 LSAD MRM 到 LSAD MRC 的状态迁移。

迁移条件：自车停止。

7.4.2.8 C5

从 LSAD MRC 到 LSAD 待机的状态迁移。

迁移条件：接收到调度系统发出的确认信息。

7.4.2.9 C6

从 LSAD e-Stop 到 LSAD 待机的状态迁移。

迁移条件：自车停止且接收到调度系统发出的确认信息。

7.4.3 LSAD 系统与调度系统的交互

7.4.3.1 安全确认请求

在 LSAD DDT 状态下，因发生某些特殊情况，LSAD 系统可向调度系统请求授权 LSAD 车辆行驶到可行驶区域外。

条件：LSAD 系统检测到即将脱离 ODD（如驶离可行驶区域）或可行驶区域堵塞。

7.4.3.2 安全确认授权

在 LSAD 激活状态下，调度系统在接收到 LSAD 系统的安全确认请求后给 LSAD 系统的回复。

条件：LSAD DDT 状态（C7）发起安全确认请求。

7.4.3.3 运行模式指令

在 LSAD 待机状态下，调度系统向 LSAD 系统发出的运行模式指令（如正常运行或降级运行）。

7.5 通信要求

LSAD 系统与调度系统或控制中心间应至少传递安全相关的数据。安全相关数据应经过相关方共同选取，通信数据示例见附录 A。

8 功能要求

8.1 危险工况的判定

在 LSAD 系统激活状态下，系统应监视 LSAD 车辆周围环境、并判定是否存在危险工况。行人、骑行人、车辆等静止或动态障碍物均可能导致危险工况；当障碍物被其它遮挡时，更可能导致危险工况识别困难。LSAD 系统判定存在危险工况时，系统应极力避免与障碍物碰撞、并向其他道路用户发出报警。

8.1.1 无遮挡时的危险工况

LSAD 系统应至少对如图 4 包含的行人危险工况、图 5 包含的骑行人危险工况做出避撞动作。图 4 和图 5 的危险工况中行人或骑行人目标均未被遮挡。

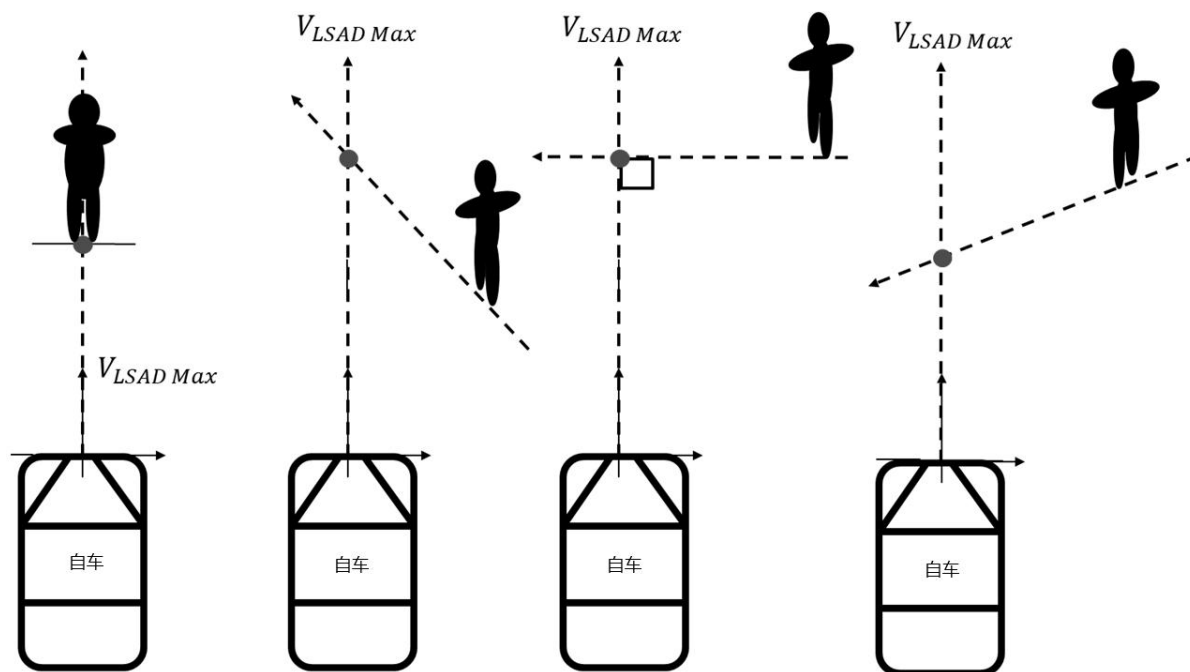


图 4 行人的危险工况

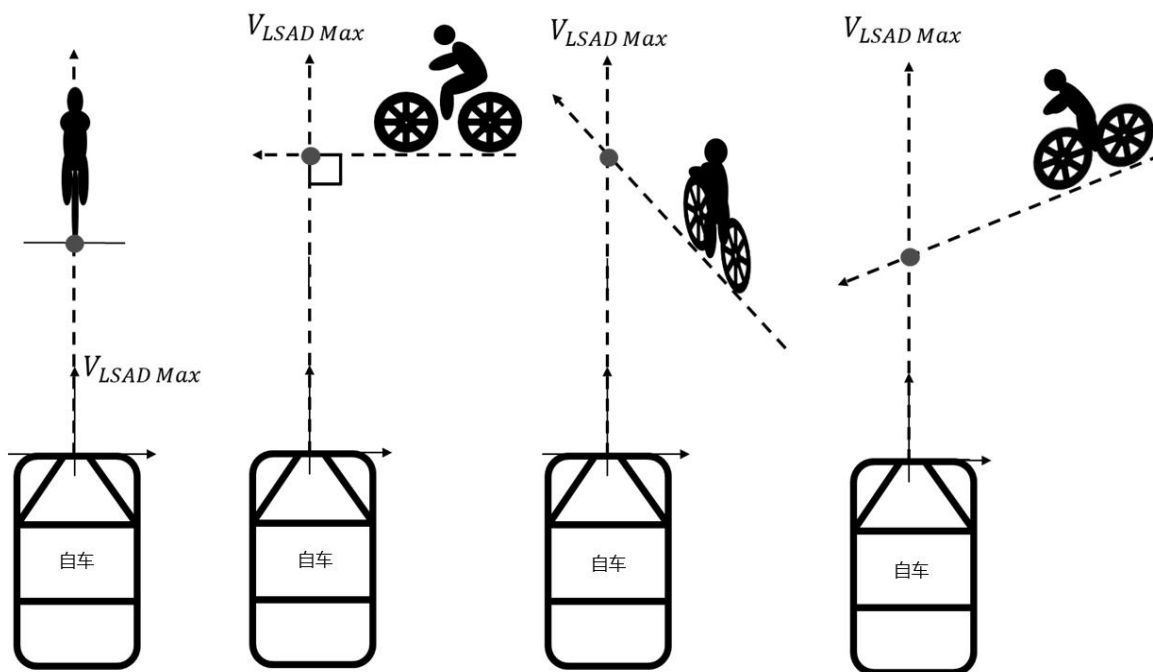


图5 骑行人的危险工况

8.1.2 视野遮挡时的危险工况

行人被遮挡的典型危险工况如图6，骑行人被遮挡的典型危险工况如图7，自车为LSAD车辆。LSAD系统应检测出此类危险工况，并做出避撞动作。

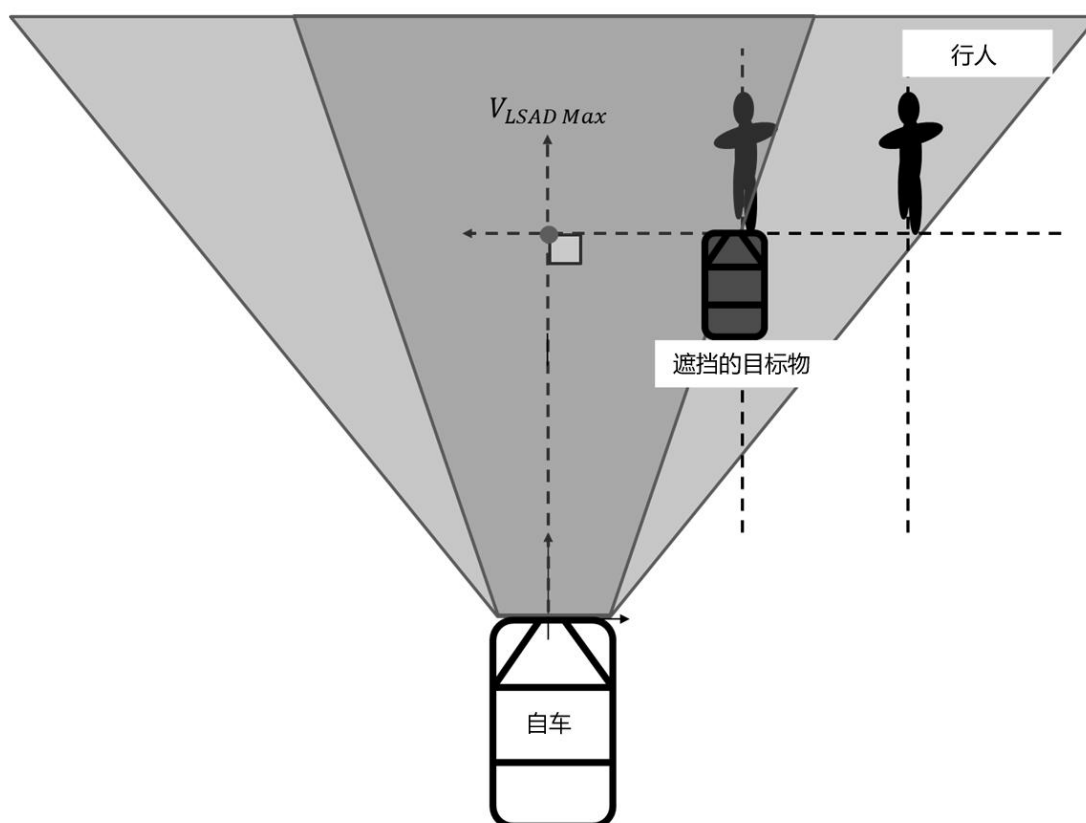


图 6 被遮挡行人的危险工况

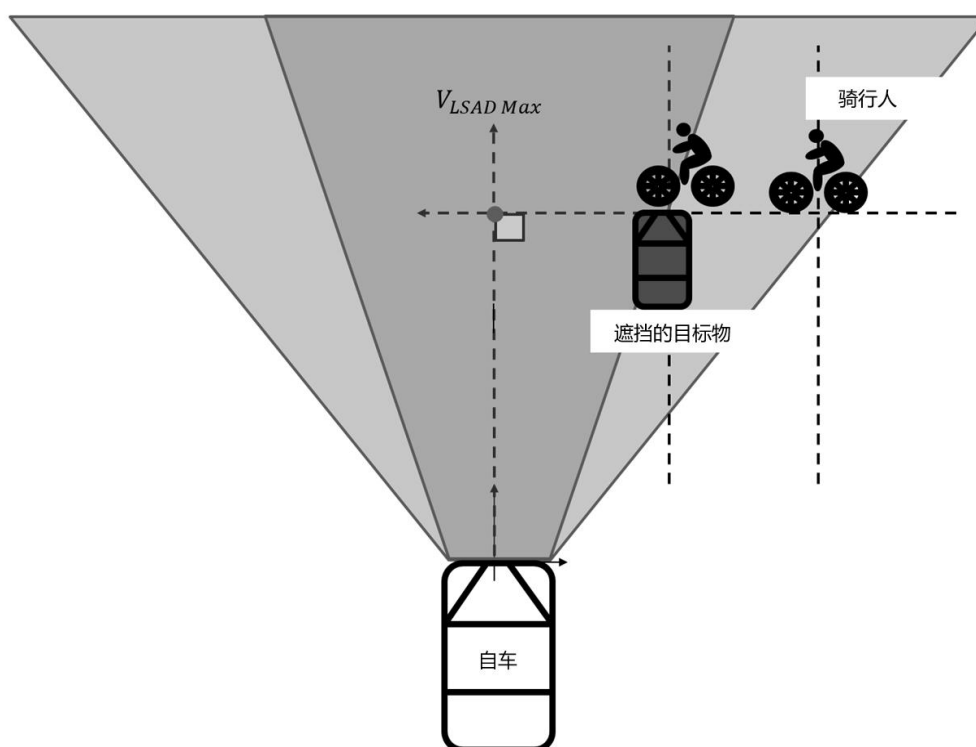


图 7 被遮挡骑行人的危险工况

8.2 最低风险操作

LSAD 系统的最低风险操作（MRM）应减速停车，也可采取转向操作。

至少在如下条件之一发生时，系统应采取最低风险操作：

- 检测到 LSAD 系统无法处理的危险工况；
- DDT 性能相关的系统失效；
- 安全相关的通信丢失；
- LSAD 系统即将脱离 ODD；
- 未收到调度系统的安全确认。

当 LSAD 采取 MRM 停车后，系统应将相关信息发送给调度系统。调度系统应在确认 LSAD 系统安全后，触发 LSAD 系统从 MRC 状态迁移到待机状态。

注：MRM 与 LSAD DDT 子状态的降级模式不同，MRM 状态下车辆会停止，但在 DDT 子状态车辆可继续行驶。

8.3 在可行驶区域中行驶

LSAD 车辆应始终保持在指定路线周边的可行驶区域内行驶。可行驶区域应包括路线和路线的宽度，如图 8 所示通过 S_{long} 和 S_{lat1} 定义可行驶区域。对于弯道，也应定义曲率半径（ R ），且 S_{lat1} 和 R 可随路线变化。

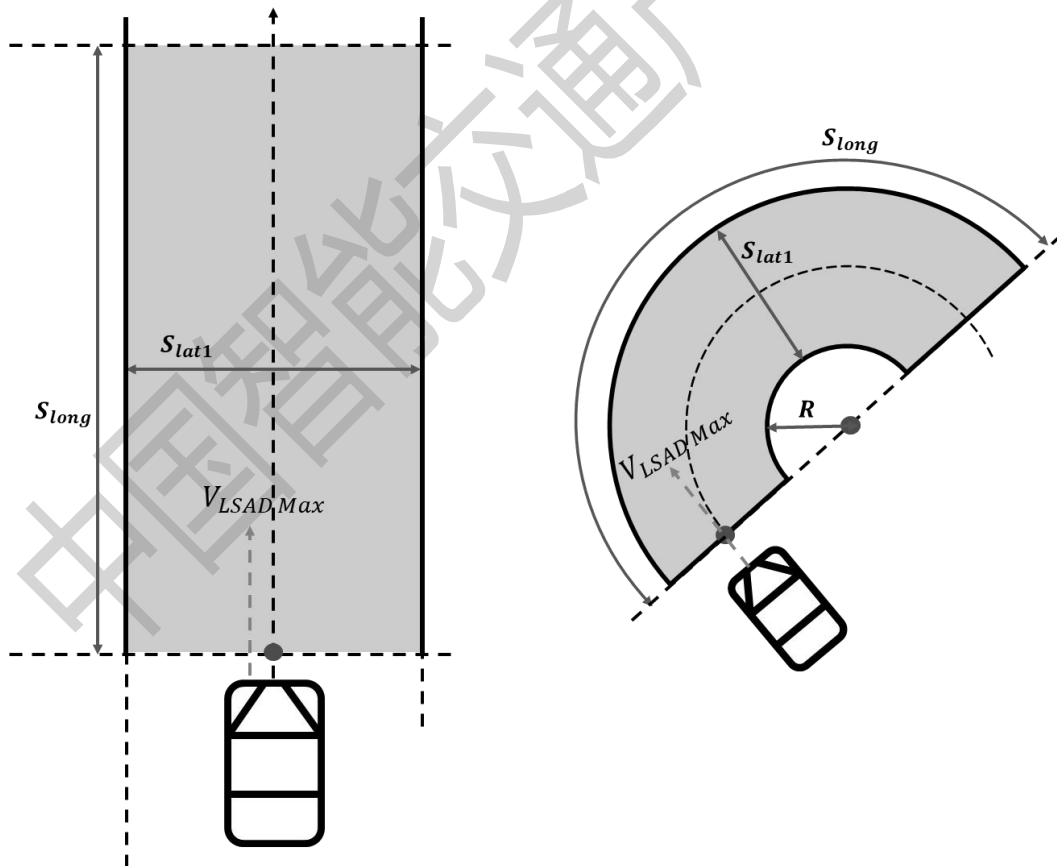


图 8 可行驶区域

根据厂商定义的 ODD，在不同道路曲率下可采用不同的最大行驶速度。

8.4 紧急停车

因乘客生病、LSAD 系统工作不符合预期、或 LSAD 车辆失控等原因，乘客、调度系统、或（车外）其他人员可能会按下 LSAD 车辆上的 e-Stop，此时车辆应实施紧急制动。e-Stop 应标识清晰明显、容易使用。

LSAD 系统在 e-Stop 触发后，如果要重新恢复到 LSAD DDT 状态，应事先经过调度系统确认 LSAD 系统和 LSAD 车辆工作正常。

9 性能要求

9.1 LSAD 最大车速 ($V_{LSAD Max}$)

LSAD 最大车速应不大于 30km/h。

9.2 障碍物检测要求

9.2.1 最大行人速度 ($V_{Ped Min}$)

LSAD 系统应能检测的行人最大速度为 8km/h。

9.2.2 最大骑行者速度 ($V_{Bicyclist Max}$)

LSAD 系统应能检测的骑行者最大速度为 20km/h。

9.3 LSAD 系统减速

当 MRM 或 e-Stop 等紧急状况触发时，LSAD 系统可执行 4.9m/s² 的最大减速度；如 LSAD 系统最大运行车速低于 30km/h，可根据自身情况提供相应能力的制动力，但应保证紧急状态下安全停车。

如 LSAD 车辆载有站立的乘客，LSAD 系统可适当降低减速度，以保证车内乘客安全。

10 系统要求

10.1 安全数据记录

LSAD 系统应在工作过程中记录车辆状态和参数。数据记录装置至少应在以下事件发生时记录数据：

- 最低风险操作 (MRM)；
- e-Stop；
- 发生碰撞；
- 相关方（如：当地管理部门，服务提供商，厂商等）要求的其他事件。

LSAD 系统可以配备多个数据记录装置。LSAD 系统应至少能恢复安全相关事件发生前后各 30s 的数据。

如果数据记录装置没有存储空间记录新的事件，LSAD 车辆应在保存信息并清空存储前保持 LSAD 待机状态。记录的数据示例见附录 B。

11 性能测试规程

11.1 总则

本章节仅定义了 LSAD 系统应满足的基础测试项目，不适用于全面的合规性测试。厂商或第三方可增加相应的测试项目，以保证 LSAD 系统符合本标准规定的功能、性能、及安全性要求。

应依据 LSAD 系统定义的 ODD 来确定相应的测试规程，如 LSAD 系统 ODD 支持夜间工作，则应进行夜

间测试。表 1 举例说明了由系统规格中 ODD 参数确定的测试规程。

表 1 测试矩阵示例

ODD 参数	LSAD 系统规格	测试规程
支持包含行人的工况	是	行人的危险工况测试
支持包含骑行人的工况	是	骑行人的危险工况测试
支持夜间运行	是	夜间条件测试
支持日间运行	是	日间条件测试
支持雨中运行	是	环境测试条件应包含雨天

11.2 环境参数

环境条件（如天气和道路条件）应基于 ODD 确定。

11.3 危险工况

11.3.1 行人障碍物

11.3.1.1 测试布置

行人危险工况的测试布置如 9 图所示。图 9a 是非遮挡条件下的行人危险工况，图 9b 是遮挡条件下的行人危险工况。成人和儿童目标均应测试。

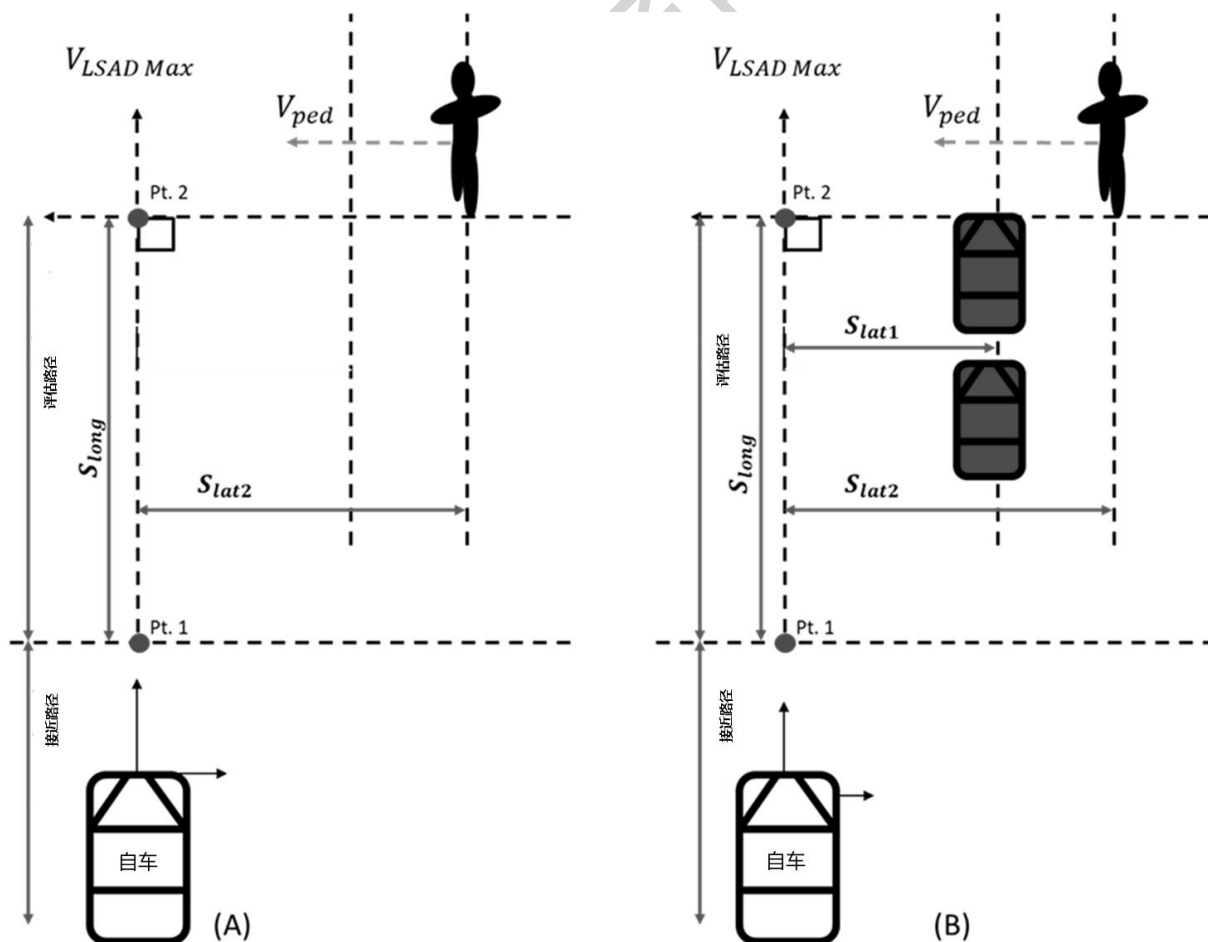


图 9 行人目标（遮挡和非遮挡）检测测试

11.3.1.2 车辆参数

测试过程中，自车速度应保持在 $V_{LSAD\ Max} \pm 1\text{km/h}$ 。

11.3.1.3 工况 A 行人目标参数

行人目标速度 (V_{ped}) 应为 $8 \pm 0.5\text{km/h}$ 。

行人目标的起始点应距车辆中心线 (S_{lat2}) $4 \pm 0.1\text{ m}$ 。

11.3.1.4 工况 B 行人目标参数

行人目标速度 (V_{ped}) 应为 $5 \pm 0.5\text{km/h}$ 。

行人目标的起始点应距车辆中心线 (S_{lat2}) $4 \pm 0.1\text{ m}$ 。

行人目标应符合 ISO19205-4 规定的成人和儿童目标。

11.3.1.5 纵向起始距离 (S_{long})

测试中的纵向起始距离 (S_{long}) 应依赖于 ODD 中定义的 LSAD 最大速度，按照如下公式计算：

$$T_{Ped_to_Pt2} = \frac{S_{lat2}}{V_{ped}}$$

$$S_{long} = V_{LSAD\ Max} \times T_{Ped_to_Pt2} + 1\text{m}$$

11.3.1.6 环境参数

测试环境温度应在 ODD 定义的范围内。测试应在日间（光照强度超过 2000lux）和夜间（如 ODD 支持）进行。

其他测试环境条件（如天气和道路条件）应满足 ODD 及当地管理要求。

11.3.1.7 通过标准

成人和儿童目标各重复测试 5 次。在连续 5 次测试过程中，LSAD 车辆完全避免与行人碰撞并发出外部报警，则测试通过。

11.3.2 骑行人障碍物

骑行人危险工况的测试布置如图 10 所示。图 10a 是非遮挡条件下的骑行人危险工况，图 10b 是遮挡条件下的骑行人危险工况。骑行人目标的车轮旋转和骑车动作不作要求。

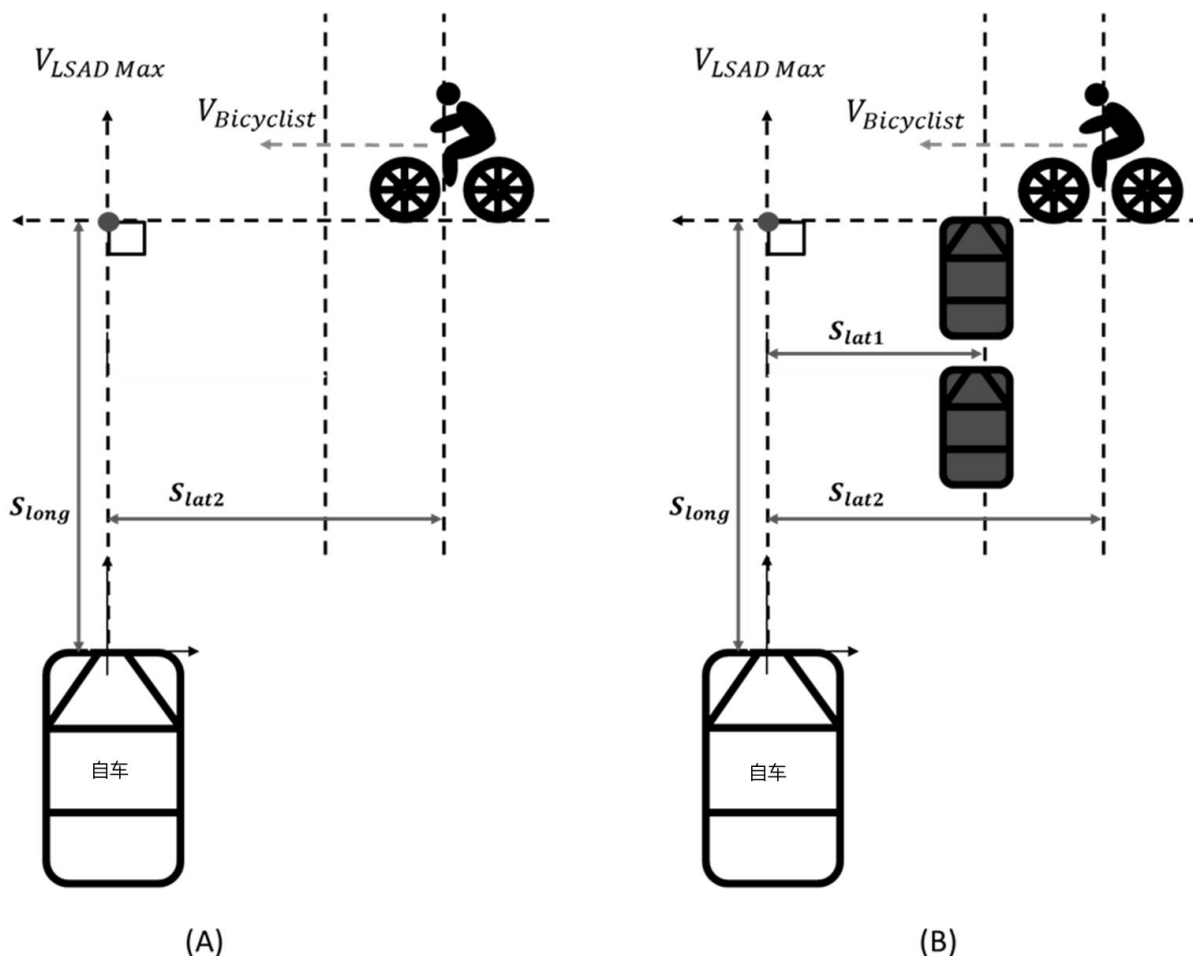


图 10 骑行目标（遮挡和非遮挡）检测测试

11.3.2.1 车辆参数

测试过程中，自车速度应保持在 $V_{LSAD Max} \pm 1\text{km/h}$ 。

11.3.2.2 工况 A 骑行目标参数

骑行目标速度 ($V_{Bicyclist}$) 应为 $15 \pm 0.5\text{km/h}$ 。

骑行目标的起始点应距车辆中心线 (S_{lat2}) $4 \pm 0.1\text{m}$ 。

11.3.2.3 工况 B 骑行目标参数

骑行目标速度 ($V_{Bicyclist}$) 应为 $12 \pm 0.5\text{km/h}$ 。

骑行目标的起始点应距车辆中心线 (S_{lat2}) $4 \pm 0.1\text{m}$ 。

11.3.2.4 环境参数

测试环境温度应在 ODD 定义的范围内。测试应在日间（光照强度超过 2000lux ）和夜间（如 ODD 支持）进行。

其他测试环境条件（如天气和道路条件）应满足 ODD 及当地管理要求。

11.3.2.5 通过标准

应重复测试 5 次。在连续 5 次测试过程中，LSAD 车辆完全避免与骑行目标碰撞并发出外部报警，则测

试通过。

11.3.3 转弯危险工况

11.3.3.1 测试布置

转弯危险工况的测试布置如图 11 所示。

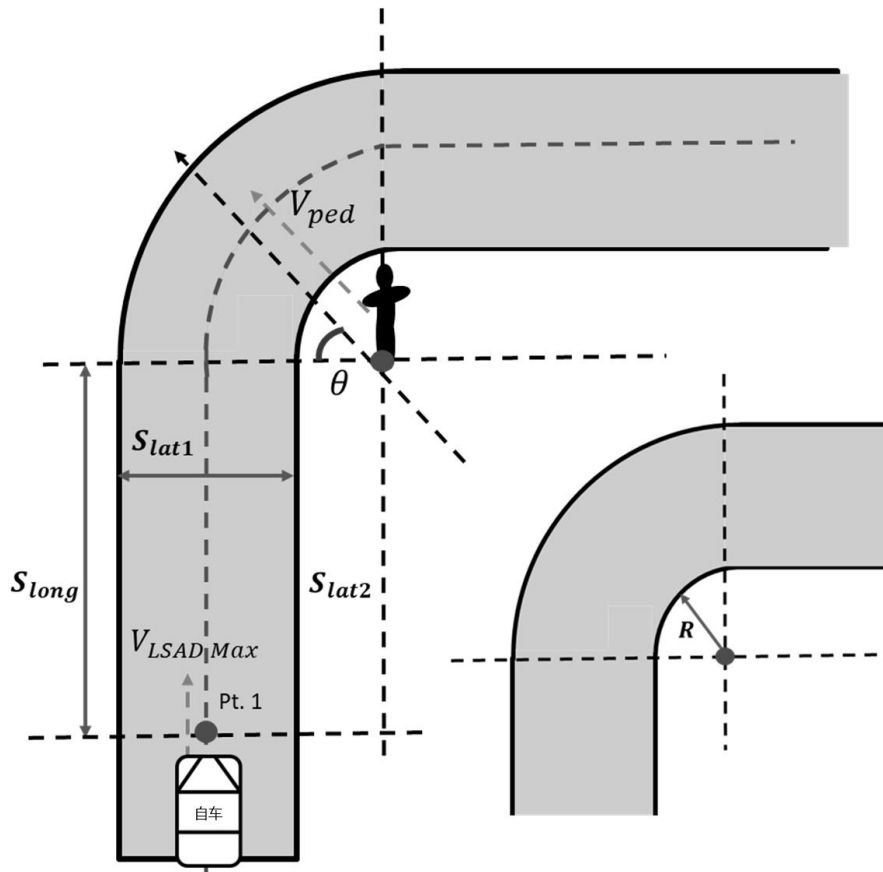


图 11 转弯危险工况测试

11.3.3.2 车辆参数

自行车到达 Pt. 1 位置时，速度应为 $V_{LSAD\ Max} \pm 1\text{km/h}$ 。

11.3.3.3 行人目标参数

行人目标速度 (V_{ped}) 应为 $8 \pm 0.5\text{km/h}$ 。

行人目标的起始点应在距车辆中心线 (S_{lat2}) $4 \pm 0.1\text{m}$ ，且 θ 应在 45° 和 75° 之间。

11.3.3.4 纵向起始距离 (S_{long})

纵向起始距离 (S_{long}) 应为 $30 \pm 1\text{m}$ 。

11.3.3.5 横向评估范围 (S_{lat1})

横向评估范围 (S_{lat1}) 应为 $4.5 \pm 0.1\text{m}$ 。

11.3.3.6 环境参数

测试环境温度应在 ODD 定义的范围内。测试应在日间（光照强度超过 2000lux ）和夜间（如 ODD 支

持) 进行。

其他测试环境条件(如天气和道路条件)应满足 ODD 及当地管理要求。

11.3.3.7 通过标准

应重复测试 5 次。在连续 5 次测试过程中, LSAD 车辆完全避免与行人碰撞并发出外部报警, 则测试通过。外部报警可以是视觉方式、或听觉方式、或两者相结合。

11.3.4 误动作测试

11.3.4.1 测试布置

误动作测试布置如图 12 所示。图 12a 中行人静止, 图 12b 中行人与 LSAD 车辆同方向运动。

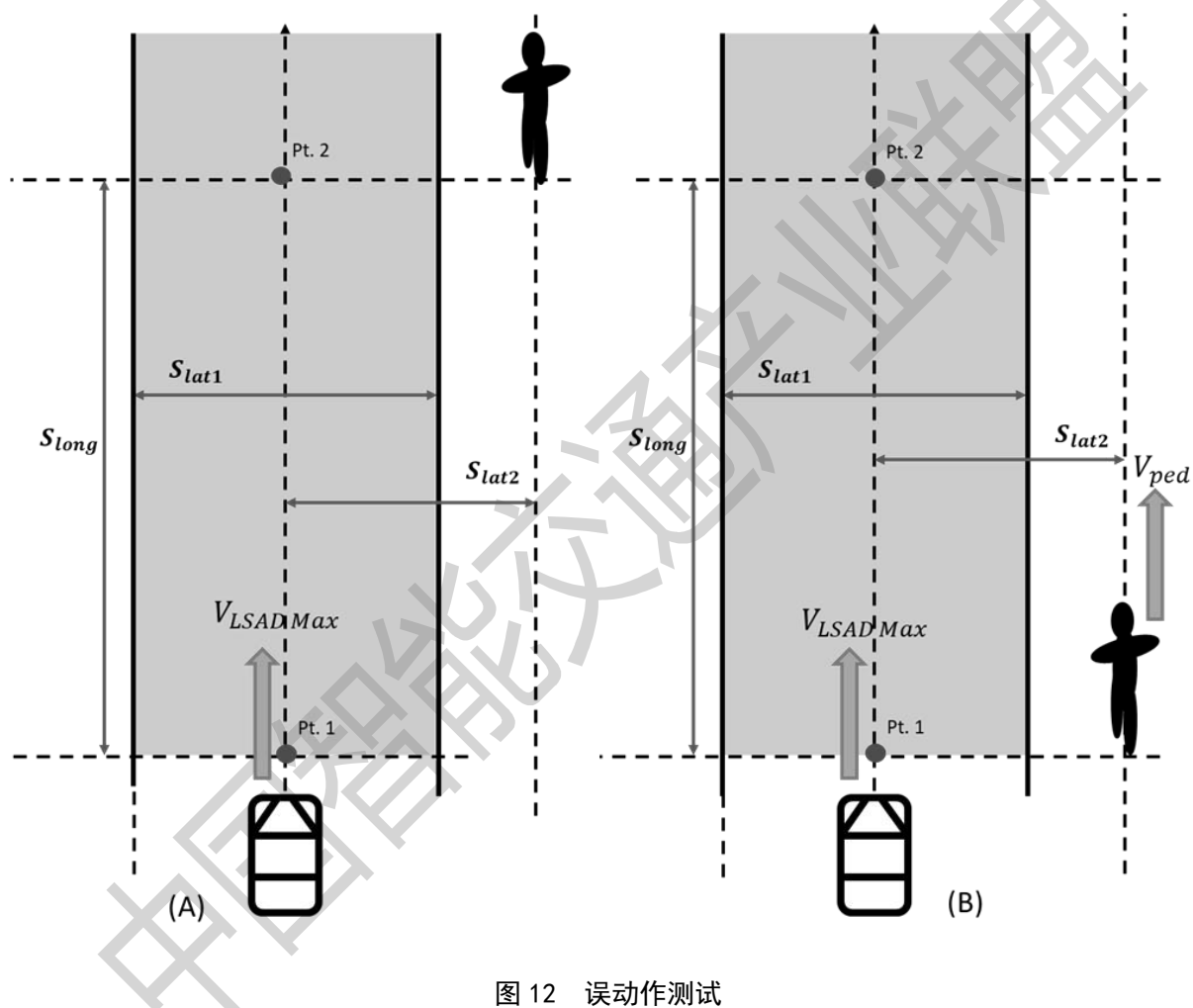


图 12 误动作测试

11.3.4.2 车辆参数

自车到达 Pt. 1 位置时, 速度应为 $V_{LSAD Max} \pm 1\text{km/h}$ 。

11.3.4.3 工况 A 行人目标参数

行人目标应静止在距车辆中心线 (S_{lat2}) $4 \pm 0.1\text{m}$ 。

11.3.4.4 工况 B 行人目标参数

行人目标的速度 (V_{ped}) 应为 $8 \pm 0.5\text{km/h}$ 。

行人目标的起始点应在距车辆中心线 (S_{lat2}) $4 \pm 0.1\text{m}$ 。

11.3.4.5 纵向起始距离 (S_{long})

纵向起始距离 (S_{long}) 应为 $30 \pm 1\text{m}$ 。

11.3.4.6 环境参数

测试环境温度应在 ODD 定义的范围内。测试应在日间（光照强度超过 2000lux）和夜间（如 ODD 支持）进行。

其他测试环境条件（如天气和道路条件）应满足 ODD 及当地管理要求。

11.3.4.7 通过标准

应重复测试 5 次。在连续 5 次测试过程中，LSAD 车辆从位置 Pt. 1 到位置 Pt. 2 没有停车，则测试通过。

11.4 可行驶区域测试

本测试目的是测试 LSAD 车辆能否一直保持在指定路线的可行驶区域内行驶。可行驶区域测试布置如图 11 所示。图 13a 是畅通的可行驶区域，图 13b 是堵塞的可行驶区域。

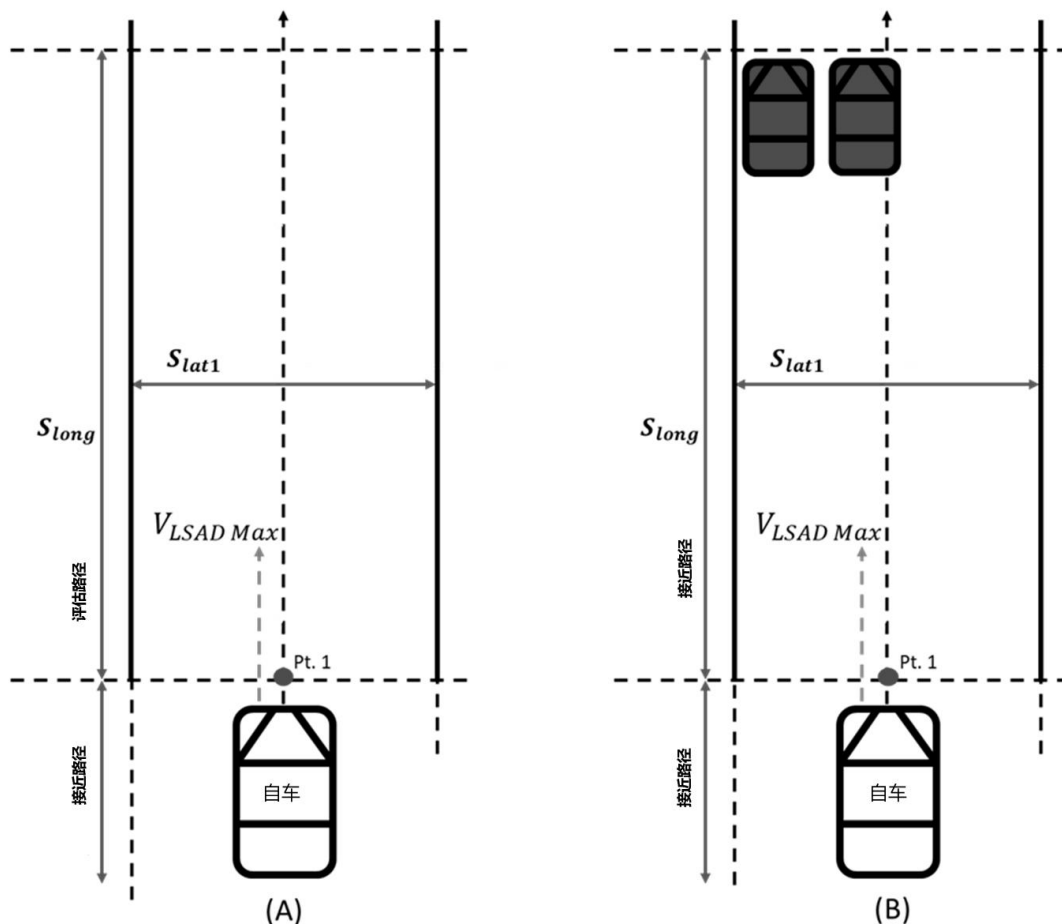


图 13 可行驶区域（畅通和堵塞）测试

图 13 中 Pt. 1 位置是评估路径的纵向起始点，在该位置 LSAD 车辆不必位于评估路径的横向中点。

在堵塞可行驶区域测试中，障碍物车辆应静止放置在评估路径上。

11.4.1.1 车辆参数

自车到达 Pt. 1 位置时，速度应为 $V_{LSAD\ Max} \pm 1\text{km/h}$ 。

11.4.1.2 评估路径参数

评估路径的长度 (S_{long}) 应为 $100 \pm 1\text{m}$ 。

评估路径的宽度 (S_{lat1}) 应为自车宽度的两倍或 $3.5 \pm 0.1\text{m}$ 。

11.4.1.3 环境参数

测试环境温度应在 ODD 定义的范围内。测试应在日间（光照强度超过 2000lux）和夜间（如 ODD 支持）进行。

其他测试环境条件（如天气和道路条件）应满足 ODD 及当地管理要求。

11.4.1.4 可行驶区域畅通时的通过标准

应重复测试 5 次。在连续 5 次测试过程中，LSAD 车辆一直保持在评估路径的横向边界内，则测试通过。

11.4.1.5 可行驶区域堵塞时的通过标准

应重复测试 5 次。在连续 5 次测试过程中，LSAD 车辆一直保持在评估路径的横向边界内；如堵塞后的路径宽度小于自车绕行障碍物的安全宽度，自车在评估路径上停车，则测试通过。

11.5 MRM 测试

本测试目的是测试 LSAD 系统最低风险操作（MRM）的激活和性能。MRM 的测试布置如图 14 所示。图 14 中 Pt. 1 位置是评估路径的纵向起始点，在该位置 LSAD 车辆不必位于评估路径的横向中点。

在 Pt. 2 位置，应达到 MRM 触发条件。LSAD 系统在 Pt. 2 位置应采取 4.9 m/s^2 或系统设计的最大减速度，并使车辆停止。LSAD 系统应将已触发 MRM 且达到 MRC 状态的消息通知调度系统。

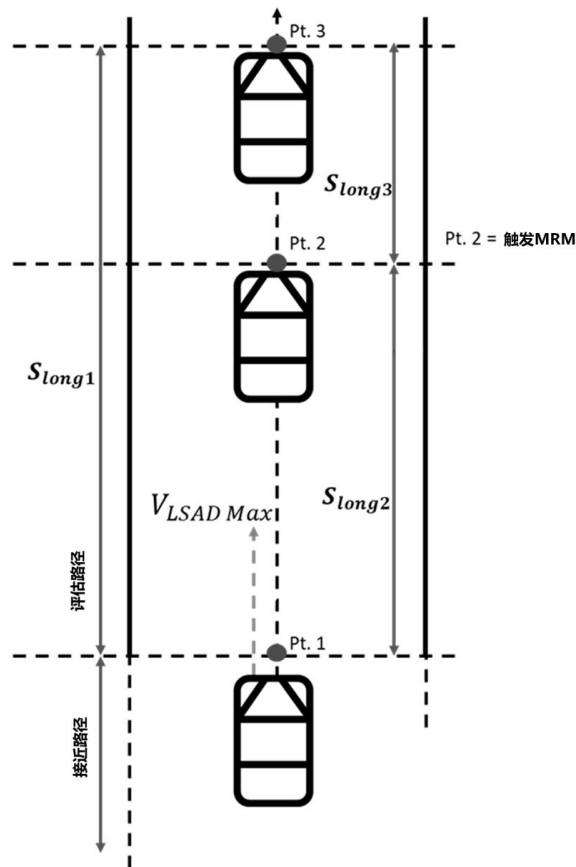


图 14 MRM 测试

11.5.1.1 车辆参数

自车到达 Pt.1 位置时，速度应为 $V_{LSAD Max} \pm 1\text{km/h}$ 。

11.5.1.2 评估路径参数

评估路径的长度 (S_{long1}) 应不小于 100m。Pt. 1 和 Pt. 2 之间的距离 (S_{long2}) 最长为 $75 \pm 2\text{m}$ 。

11.5.1.3 环境参数

测试环境温度应在 ODD 定义的范围内。测试应在日间（光照强度超过 2000lux）和夜间（如 ODD 支持）进行。

其他测试环境条件（如天气和道路条件）应满足 ODD 及当地管理要求。

11.5.1.4 MRM 触发

为触发 MRM，可采取如下相应措施，如造成脱离 ODD（如离开地理围栏）、或通过故障注入的方式故意让传感器失效。厂商应定义 MRM 的触发机制。

11.5.1.5 通过标准

应重复测试 5 次。在连续 5 次测试过程中，LSAD 车辆应在 Pt. 2 位置开始减速且在 Pt. 3 位置前停止。自车可同时采取转向躲避操作。LSAD 系统也应将 MRM 启动和达到 MRC 状态的消息通知调度系统。

当地管理部门和测试机构也可增加通过的附加条件。

附 录 A
(资料性附录)
通信要求

通信消息集示例如表 2 所示。

表 2 LSAD 车辆与调度系统通信消息集示例

数据	描述	发送 (T)/ 接收 (R)		频率
		LSAD 车辆	调度系统	
车辆 ID	车辆唯一识别码	T	R	1Hz
LSAD 系统状态	LSAD 系统当前状态, 如: 关闭/待机/激活 (DDT、MRC、e-Stop、MRM)	T	R	1Hz
调度系统授权	调度系统对 LSAD 系统的行程批准	R	T	行程开始前、或 LSAD 紧急制动后
LSAD 最大车速	调度系统评估 LSAD 系统 ODD 和其他外部因素 (如: 天气等) 设定的 LSAD 最大车速	R	T	行程开始前、或 LSAD 紧急制动后
LSAD 车辆速度		T	R	1Hz
LSAD 车辆航向		T	R	1Hz
LSAD 车辆位置		T	R	1Hz

附 录 B
(资料性附录)
LSAD 系统数据记录示例

表 3 LSAD 系统数据记录内容

数据变量	最小采样频率
车速	10Hz
轮速	10Hz
方向盘转角	10Hz
制动状态/制动力矩	10Hz
组件错误状态	10Hz
向调度系统发送的 LSAD 系统健康状态	10Hz
横摆角速度	10Hz
车辆加速度 (横、纵向)	10Hz
车辆航向角	10Hz
发生事故或碰撞时的车辆位置	10Hz
调度系统的干预信息	10Hz
设定的 LSAD 最大车速	1Hz

中国智能交通产业联盟

中国智能交通产业联盟

标准

限定场景下的低速自动驾驶系统 性能要求与测试规程

T/ITS 0119-2019

北京市海淀区西土城路 8 号（100088）

中国智能交通产业联盟印刷

网址：<http://www.c-its.org.cn>

2019 年 12 月第一版 2019 年 12 月第一次印刷