

LB

中国智能交通产业联盟标准

T/ITS0049—2016

智能交通系统 车道保持辅助系统 性能要求和测试规程

Intelligent transport systems- Lane keeping assistance system-

Performance requirements and test procedures

2016- 11 - 23 发布

2017 - 01-01 实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

目次.....	I
前言.....	II
引言.....	III
车道保持辅助系统性能要求和测试规程.....	1
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.....	4
4.1 符号.....	4
4.2 缩略语.....	4
5 要求.....	4
5.1 功能.....	4
5.2 基本驾驶员界面和干预能力.....	5
5.3 最小功能.....	6
5.4 操作限制.....	6
5.5 故障响应.....	7
6 性能评价的测试方法.....	7
6.1 环境条件.....	7
6.2 测试道路条件.....	7
6.3 测试车辆条件.....	7
6.4 测试系统的安装和配置.....	8
6.5 测试规程.....	8
附 录 A.....	10
附 录 B.....	12

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。

本标准于2016年11月首次发布，本次为首次发布。

本标准起草单位：宝马（中国）服务有限公司、上海车音网络科技有限公司、北京智行者科技有限公司。

本标准主要起草人：张林、曹力、刘勃、张德兆、陈博谦、霍舒豪、王昊雨。

引 言

车道保持辅助系统 **LKAS** 的主要系统功能是帮助驾驶员在当前车道上保持行驶。**LKAS** 系统获取车辆位置信息，并在需要时通过向执行程序发送命令干预车辆横向运动以保持行驶状态。**LKAS** 系统同时也向驾驶员传送车辆行驶状态信息。

对于传感器功能的特定要求、性能，或协作式解决方案的通信链路不在本标准考虑范围之内。

为了保持标准的适用性与可操作性，各使用者在采标过程中，及时将对本标准规范的意见及建议函告编制小组，以便修订时研用。

地址：上海市长宁区金钟路 999 号 A 栋 904，邮编：200335，邮箱：zhanglin_vcyber@vip.163.com

车道保持辅助系统性能要求和测试规程

1 范围

本标准规定了有关车道保持辅助系统的基本控制策略，最低功能要求，基本驾驶界面要素，故障诊断和响应的最低要求，以及车道保持辅助系统 LKAS 的性能测试过程。车道保持辅助系统支持驾驶员安全的车道保持操作。安全驾驶操作的责任完全属于驾驶员。车道保持辅助系统在高速公路或同等级道路上使用。

车道保持辅助系统由车辆在车道上行驶位置的识别模块以及车辆横向行驶控制模块构成。车道保持辅助系统需要根据可见（车道标识）车道线做出与驾驶员预期相一致的操作。对临时性或不规范的道路标识的识别不在本标准的范围内。本标准适用于普通轿车，商用车，和公共汽车。

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，仅所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 2575 道路车辆 控制，指示器及信息装置符号 (Road vehicles-Symbols for controls, indicators and tell-tales)

ISO 15037 道路车辆 车辆动力学试验方法 (Road Vehicles-Vehicle Dynamics Test Methods)

GB5768-3 2009 道路交通标志和标线 第三部分：道路交通标线 (Road traffic signs and markings Part 3 Road traffic markings)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

主车 subject vehicle

装有车道保持辅助系统的车辆。

3.2

系统状态 system states

系统运作中几个阶段中的一个。(见表 1)

3.2.1

LKAS 关闭状态 LKAS off state

车道保持辅助系统已经关闭

3.2.2

LKAS 开启状态 LKAS on state

车道保持辅助系统已经开启

3.2.3

LKAS 待机状态 LKAS stand by state

车道保持辅助系统已经开启但开启标准尚未达到

3.2.4

LKAS 激活状态 LKAS active state

车道保持辅助系统已经开启但开启标准已经达到

3.3

车道 lane

在驾驶员没有变道的想法下，车辆行驶的道路区域，该区域内没有任何障碍物。

3.4

可见车道标记 visible lane marking

置于车道边界的路面可视的标志（例如，没有被白雪覆盖等）。

3.5

附加可见道路要素 incidental visible road feature

路面可见的图案没有明确车道边界，但表明了车道位置。

注：包括路面接缝或者边界，和路肩。

3.6

道路边界 lane boundary

可见车道标志所决定的道路边界；在缺少可见车道标志下，附加可见道路要素或其他方式决定车道边界，如 GPS，磁道钉等。

注：对于可见车道线，边界是车道线的中心线。

3.7

变道时间 time to line crossing TTLc

计算离开车道的的时间。

注：最简单的变道时间（TTLc）计算方法是横向距离除以车辆离开车道边界的偏移速度。

3.8

限制性要求 suppression request

如果驾驶员希望进行变道，驾驶员或系统会采取抑制车道保持辅助系统的行动。

3.9

车道保持行动 lane keeping actions

系统采用的行动影响主车横向运动，从而保证驾驶者保持在行车线内行驶。

3.10

离开线路的速度 rate of departure V_{depart}

主车以合适的角度离开行车线的速度

3.11

可视性 visibility

在非散射白光光束色温 2700K 下降 5% 情况下，可见的距离。

3.12

自动驾驶 automatic driving

在驾驶员离开车辆驾驶控制下，例如手不在转向系统或脚不在制动板，系统可以进行驾驶。

3.13

系统故障 failure

机械或电子故障所导致的性能或功能的持续性丧失。

注：暂时的性能降低，例如，因为天气原因，恶劣的行车线标志，或临时性出现的传感器失效，不作为失效看待。

3.14

直道 straight

路的曲率小于 1/5000 米

4 符号和缩略语

4.1 符号

表1 符号和含义

符号	含义
D	车辆指定部位到车道线边沿的距离
$LKAS_curvature_rate_max$	弯道跟踪测试允许的最大曲率变化率
$LKAS_curve\ time$	进入弯道后进行弯道测试的最小持续时间
$LKAS_Lat_Acel_max$	允许车道保持动作带来的最大横向加速度
$LKAS_Lat_jerk_max$	允许车道保持动作带来的最大横向加加速度
$LKAS_Offset_max$	允许汽车轮胎外沿离开车道线的最大值
V_depart	偏离车道的速度
$vmax$	如果车速大于 $vmax$ 不允许使用 LKAS
$vmin$	如果车速小于 $vmin$ 不允许使用车道保持辅助系统

4.2 缩略语

TTLc 变道的时间

5 要求

5.1 功能

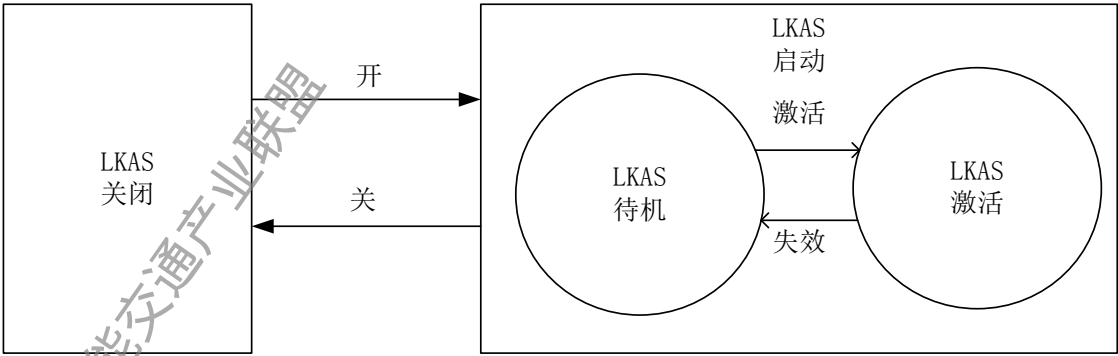


图1 LKAS 状态和转换

驾驶避免可能的车道偏离。车辆安全驾驶责任总是属于驾驶员。车道保持辅助系统至少应提供以下操作和状态转换。

以下构成车道保持辅助系统基本行为。

a)车道保持辅助系统由驾驶员开启或系统自动开启关闭，例如，车辆点火后系统没有故障时启动。车道保持辅助系统的启停状态切换由驾驶员操作或自动进行，例如，车辆点火后关闭或发生系统故障导致自动关闭。

b)车道保持辅助系统应在车速处于 v_{min} 和 v_{max} 之间运行，通常取 $v_{min} = 20 \text{ m/s}$, $v_{max} = 30 \text{ m/s}$ 或最大可能车速。允许在更大的速度范围运行（允许将速度范围修改的更大）。

c)车道保持辅助系统在待机状态下，系统应检测激活条件。待机状态下不能作任何车道保持动作。激活条件之一是系统已经通过可见车道标志线判定车辆与车道的相对位置。由生产厂商确认激活条件为必须识别一条车道标志线还是两条车道标志线。生产厂商需要选择的其他激活条件可能是车道标志线类型（实线或虚线）、最低车速，驾驶员动作，转向角度，以及车辆的其他情况。如果设定的所有激活条件都满足，系统将自动从待机状态切换到激活状态，或经驾驶员确认后切换到激活状态。

d)车道保持辅助系统在激活状态下，系统也要检测激活条件。如果任何一项激活条件不满足，系统应从激活状态切换为待机状态。在车道保持辅助系统的激活状态下，系统可执行车道保持动作从而控制主车横向运动，以帮助驾驶员保持车辆行驶在车道内，不发生可能的意外车道偏离。与没有车道保持行为的车辆相比，车道保持动作影响主车横向运动，会导致变道时间增加（除非驾驶员接管系统）。系统可以监测限制性请求来减少车道保持行为带来的不便。例如在驾驶员启动转向信号时，将会发出限制性请求。

5.2 基本驾驶员界面和干预能力

系统应该提供以下控制和干预能力。

5.2.1 操作单元和系统反应

a)必须为驾驶员提供操作方法，使之有能力在任何时候都可以接管系统退出车道保持。这种能力必须包括控制方向盘。

b)特定的驾驶行为可视为限制性请求。

c)必须为驾驶员提供操作方法，使之有能力将车道保持辅助系统（LKAS）的开启状态切换成关闭状态，以及保持其关闭状态。这种切换在车道保持辅助系统的激活状态或待机状态下都可以执行。

d)必须为驾驶员提供操作方法，使之有能力将车道保持辅助系统（LKAS）的关闭状态切换成开启状态。

e)必须在驾驶手册中为驾驶员提供车道保持辅助系统（LKAS）激活和关闭的条件和方法。

5.2.2 显示单元

a)必须为驾驶员提供访问获知车道保持辅助系统开启状态的方法，例如打开下拉菜单。

b)必须显示车道保持辅助系统（LKAS）是否在激活状态，除非车辆安装了辅助车道保持的组合系统，例如车道偏离预警系统和车道保持辅助系统。在安装了组合系统情况下，至少其中一个系统应该显示为开启状态。

c)如果车道保持辅助系统因为故障不能使用，必须及时通知驾驶员。

5.2.3 符号

如果使用符号标识车道保持辅助系统 LKAS 的功能和故障，推荐使用与 ISO2575 一致的标准化符号体系。

5.3 最小功能

车道保持辅助系统应通过在本标准第 6 条所规定的测试规程，以实现车道保持的主要目标。

5.4 操作限制

车道保持辅助系统应在任何场景下确保驾驶员安全使用。因此，在车道保持操作中的车辆动作是受到限制的。

a)车道保持过程中的横向运动的加速度不超过LKAS_Lat_Acel_max。急速的横向运动平均移动应该限定在：

LKAS_Lat_Jerk_max,

LKAS_Lat_Acel_max = 3 m/s²; （允许车道保持动作带来的最大横向加速度为3米每秒平方）

LKAS_Lat_Jerk_max = 5 m/s³。（允许车道保持动作带来的最大横向速度变化率为5米每秒立方）

b)不允许车道保持动作导致纵向减速度大于3 m/s²。如果车道保持动作导致纵向减速度大于1,0 m/s², 不允许车速降低幅度大于5 m/s。

c)当车道保持辅助系统从激活状态切换到为待机状态时，车道保持行为不允许突然中止，而应当缓慢平滑过渡。

d)驾驶手册应告知驾驶员在低牵引力、横向翘曲路面、超高（弯道离心滑移）、或恶劣天气情况下，车道保持辅助系统的运行效果与在干燥平滑路面的效果是不同的。

e)上述操作限制要求必须在所有情况下满足。

5.5 故障响应

- 车道保持辅助系统组件发生故障时，系统应立刻通知驾驶员，并将系统切换到关闭状态。故障通知持续发送直到系统关闭。
- 在启动车辆发动机开关或车道保持辅助系统开关，完成自检后，才允许 LKAS 系统重新激活。系统故障，见表 2。

表2 系统故障

	子系统故障	
1	执行器故障	停止 LKAS 系统控制车辆。如果执行器仍然能够完成当前车道保持动作或实现平滑过渡，允许在 LKAS 系统停止控制之前进行这样的处理。
2	车道识别系统故障	车道保持动作不允许突然中止，应平滑过渡。
3	LKAS 控制器	LKAS 控制必须终止。

6 性能评价的测试方法

由于系统可采用不同的执行器对车辆实现干预，譬如，采用转向力矩或单侧制动转向角度，则有必要制定两种系统都能适用的测试方法。

6.1 环境条件

- 1) 测试场地应为平坦、干燥、清洁的沥青路面或混凝土路面。
- 2) 温度应在-20℃到40℃之间。
- 3) 风速低于3米/秒。
- 4) 水平能见度应大于1千米。
- 5) 测试场地的可见车道线应符合国家标准规定，并处于良好状况。另外，车道线的设计和材料应符合相关标准。

6.2 测试道路条件

车道应足够长以满足最小车速（至少20米/秒），允许车辆从低偏移率车道移出。

根据高速道路的适用法规，车道线宽度应在0.1米到0.3米之间。

根据高速道路的适用法规，车道相对于车道线的中心宽度应在3.4米到3.9米范围之间。

6.3 测试车辆条件

测试车辆质量应在整车质量加上驾驶员和测试设备（驾驶员和测试设备的总质量不应超过150kg）和允许的最大总质量（参考ISO 15037）之间。一旦测试规程开始，不应再发生变化。

6.4 测试系统的安装和配置

按照制造商提供的使用说明安装和配置LKAS。对于用户可调整阈值的测试，完成每个最新设置的干预阈值的测试。一旦测试规程开始不应再发生变化。

6.5 测试规程

由于不同系统不同，测试规程中至少要包含“直道测试规程”或“弯道测试规程”之一。

6.5.1 从数据记录中获取的参数

- a) 横向加速度
- b) 偏移速率
- c) 车速

对于测试过程中LKAS的所有车道保持动作，上述三项数据都必须记录。数据应由测试设备记录而不是系统本身记录。测试报告中应注明测试设备的精度。

6.5.2 直道测试规程

本测试由八次独立测试组成。

本测试应在一段直道上进行。车辆以20米/秒到22米/秒沿着这段直道行驶。当车辆沿着直行路段行驶时，车辆可以在车道中央行驶，或者在车道偏离时刻沿着与车道偏离车道线相反的车道线行驶。例如，当车道偏离靠右，车辆能够沿左侧的车道线行驶，反之亦然。

保持车辆平缓行驶在指定速度上时它的状态是稳定的。车辆应以偏离速度 $v_{depart} = 0.4$ 米/秒 \pm 0.2 米/秒 缓慢地偏离自身车道，进行两组共八次测试（第一组为四次向左偏离，第二组为四次向右偏离）；根据相应车道线的偏离率，测试人员应完成每组四个车道偏离实验，车辆制造商应明确两次连续测试的最小间隔时间以避免系统停用，例如，错误使用了预防措施。

由于实现干预的执行器不同，测试可以在自由转向（双手不触摸方向盘，无外部力矩作用）或固定转向的条件下进行。所有测试应在自由转向或固定转向条件下通过测试。

若车辆车轮外缘未超过车道边界最大偏离值LKAS_Offset_max，则一次独立的测试是成功的。

针对轻型车辆，LKAS_Offset_max=0.4米；

针对重型车辆，LKAS_Offset_max=1.1米；

如果八次测试都是成功的，则测试规程通过。

6.5.3 弯道测试规程

6.5.3.1 测试执行

本测试规程包含两次独立测试。车辆在测试过程中以20 米/秒到22 米/秒的速度行驶。测试路段在直行道路进入弯道上进行。在直行道路上，测试车辆应调整到靠近车道中间的位置，即当方向盘转角为零度时，车辆能平行于车道线直行行驶。然后，在进入弯道前，使方向盘处于自由转向的状态。进入弯道后，本测试应持续时间LKAS_curve_time(s)。本测试进行两次，一次进入左转弯道，一次进入右转弯道。若车辆车轮外缘未越过车道边界最大偏离值LKAS_Offset_max，则一次独立的测试是成功的。如果进入左转弯道和进入右转弯道两次测试都是成功的，则测试规程通过。

LKAS_curve_time = 5 秒

针对轻型车辆，LKAS_Offset_max=0.4米

针对重型车辆，LKAS_Offset_max=1.1米

6.5.3.2 测试路径

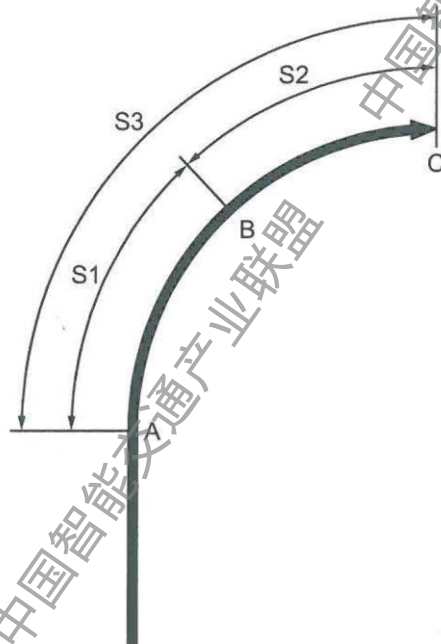
在全程测试中，路径的曲率半径没有规定，并且没有必要将曲率半径设置为常数。在全程测试中，曲率的变化率应是连续的，并且不应超过曲率变化率的最大值LKAS_curvature_rate_max。测试轨迹应形成，如果车辆在道路中间连续行驶，则横向加速度不应超过1.0 米/平方秒。至少在测试的最后一秒，应形成测试轨迹，如果车辆在道路中间连续行驶，则横向加速度应在0.5 米/平方秒到1.0 米/平方秒的范围内。

LKAS_curvature_rate_max = 4×10^{-5} 平方米⁻¹

附录 A

(资料性附录)
弯道轨迹测试规程实例

B.1 弯道轨迹测试规程实例



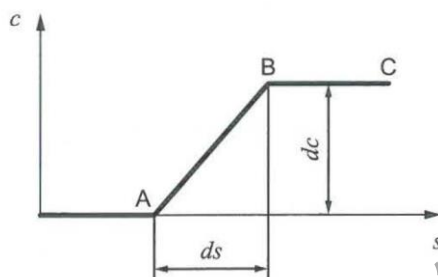
速度 v	20m/s
横向加速度 ay	0.5 m/s^2
曲率半径 R	$R=v^2 / ay = 800 \text{ m}$, 到达 B 点
曲率 c	$c = 1/R = 0.00125 \text{ m}^{-1}$
测试结束点 (5s 后到达 C 点)	$S3 = 5 \text{ s} \times v = 100 \text{ m}$

图 A.1 - 弯道测试路径示例

示例 1 曲率变化率 $= dc/ds = 4 \times 10^{-5} \text{ m}^{-2}$

$S1 = c/(dc/ds) = 31 \text{ m}$ and $S2 = S3 - S1 = 69 \text{ m}$

示例 2

曲率变化率 = $dc/ds = 1,56 \times 10^{-5} \text{ m}^{-2}$ $S1 = c/(dc/ds) = 80 \text{ m}$ and $S2 = S3 - S1 = 20 \text{ m}$ 

$$\frac{dc}{ds} \leq LKAS_curvature_rate_max$$

图 A.2 - 弯道测试路径的曲率图

附录 B

(资料性附录) 国家道路标识线

B.1 综述

道路交通标线按功能分为三类：

1. 指示标线：指示车行道、行车方向、路面边缘、人行道、停车位、停靠站及减速丘等的线；
2. 禁止标线：告示道路交通的遵行、禁止、限制等特殊规定的标线；
3. 警告标线：促使道路使用者了解道路上的特殊情况，提高警觉准备防范应变措施的标线。

道路交通标线按设置方式可分为三类：

1. 纵向标线：沿道路行车方向设置的标线；
2. 横向标线：与道路行车方向交叉设置的标线；
3. 其他标线：字符标记或其他形式标线。

道路交通标线按形态分为四类：

1. 线条：施划于路面、缘石或立面上的实线或虚线；
2. 字符：施划于路面上的文字、数字及各种图形、符号；
3. 突起路标：安装于路面上用于标示车道分界、边缘、分合流、弯道、危险路段、路宽变化、路面障碍物位置等的反光或不反光；
4. 轮廓标：安装于道路两侧，用以指示道路的方向、车行道边界轮廓的反光柱（或片）。

道路交通标线的颜色为白色，黄色，蓝色或 橙色，路面图形标记中可出现红色或黑色的图案或文字。

注意：中国道路标线的规定取自国家标准 GB5768：2009-3 中 3.3、3.4、3.5 及 3.6 节。

B.2 车道边线

车道宽度应该在 3 米到 3.75 米之间

车道线宽度应该是 80 毫米，100 毫米，150 毫米或者 200 毫米宽

断线标记应该：

- 双方向时，是 4 米（线段）+6 米（空）；

- 在城区，同方向是 2 米（线段）+4 米（空）；（其他道路）
- 在高速是 6 米（线段）+9 米（空）。（高速，一级道路，城市快速）

注意：中国车道线的规定取自国家标准 GB5768：2009-3。

中国智能交通产业联盟

中国智能交通产业联盟

中国智能交通产业联盟

中国智能交通产业联盟
标准
智能交通系统 车道保持辅助系统
性能要求和测试规程
T/ITS 0049-2016

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>

2016 年 11 月第一版 2016 年 11 月第一次印刷