

# G-Pol it 2.0 车型 LKA 系统设计规格书

编 制 Prepared by:  
审 核 Audited by:  
会 签 Countersigned by:  
批 准 Approved by:

## 更改历史/ Revision History

版本/ Version No.	更改描述/ Revision Description	更改日期 /Revised Date	更改人/ Revised by
1.0	更改了文档中相关内容及描述	2017.09.05	谢兆夫
2.0	1. 4.2.3 修改车道保持辅助系统性能验收指标，增加对车道线识别延时要求 2. 4.2.1 更改 LKA 脱手策略	2017.09.15	谢兆夫
3.0	1. LKA 功能，危险指示灯抑制时间改为 2s 2. LKA 功能，主缸压力抑制值为 17Bar，解除抑制值 10bar 3. LKA 功能，修改 KPI，行驶到具备车道线道路到识别车道线时间 1s 4. 删除自动泊车对 TJA 抑制条件	2017.09.26	谢兆夫
3.1	1. 增加 LDW 状态机 active 到 stndby 的条件 2. 增加 LDP 控制策略，保持在车辆外边缘与车道线内侧距离保持在 0.2m 3. 当 ICC 功能未激活，此时 FCS_ALAD_Status 输出状态应该为 0x0 OFF 4. 横向控制 FCS_ALAD_Status 信号输出策略 5. LDW OFF 进入 Passive 条件，横向控制软设置未选择关闭或智能领航 ICC 激活修改为横向控制软设置未选择关闭 6. 单侧车道线短暂丢失虚拟 10m 继续工作 7. 增加私有 CAN 信号 Status_ACC==0x9 Permanent Failure&0x8 Temporary Failure (ACC 功能故障) 时，LKA 指示灯显示策略		
4.0	1. 更新 LDP 工作时退出条件 2. 手力矩 >1.5Nm 或手力矩方向与 LDP 请求力矩方向不同超过 1.3s (0.8s 开始退出，退出时长 0.5s，可调)	2018.01.09	谢兆夫
4.1	1. EPS 响应时间 2. 单侧车道线丢失，LKS 依然工作 3. 增加 TJA, ICA 性能验收指标 4. ICA 模式下 LDW 功能的报警反馈方式由驾驶员选择输出 5. LDW 的报警反馈方式为驾驶员上一次选择	2018.01.31	谢兆夫
4.2	1. 删除 LDW/LDP/LKS/TJA/ICA 油门踏板速率抑制条件	2018.02.07	谢兆夫
4.2.1	1. 删除向内侧弯移动 20cm 需求 2. 修改 LDW 开启条件” 横向控制软设置未选	2018.04.03	谢兆夫

	择关闭”为”横向控制软设置未选择关闭或智能领航 ICC 激活”(即 ICC 激活后 LDW 功能开启)		
4.3	1. LKA 功能修改方向盘转角速率阈值 2. LKA 功能修改为检测到变道 0s 功能恢复到 Active 3. LKA 在摄像头故障情况下，功能恢复后返回到到驾驶员选择 4. LKA 转向灯打开，BSD 没有报警或者没有在转向灯相同侧报警，抑制相应侧 LDP 以及 LKS 与 LKS+ 5. LKA 相关侧的转向灯关闭超过 3s 6. LKA 动态脱手探测时间以当前车速为准。 7. 手力矩 $< X \text{ Nm}$ 或手力矩方向与请求力矩方向相同超过 0.5s 8. 手力矩 $> X \text{ Nm}$ 且手力矩方向与请求力矩方向不同超过 1.3s	2018.04.04	谢兆夫
4.4	1. 修改 LKS 状态机描述，即无 standby 状态	2018.04.19	谢兆夫
4.5	1. TJA/ICA 功能只有当驾驶员在菜单中选择智能领航的条件下，才会激活	2018.04.25	谢兆夫
4.6	1. 抑制条件变更：车辆后轴中心点到车道线内边缘绝对值 $dy < 1/2 \text{ 车宽} \times \text{系数} (0.65) = 0.604825$ 2. 抑制条件变更：手力矩 $> 2.5 \text{ N.m}$ 且手力矩与请求方向相反 3. 更改 LDP 介入退出条件： 前轮外边缘 0.7s 后距离车道线内边缘距离 $< 0.4 \text{ m}$ 前轮外边缘 0.7s 后距离车道线内边缘距离 $> 0.6 \text{ m}$	2018.05.14	谢兆夫
4.7	1. LDW 报警短于 1s 时若出现转向灯开启，则功能立即抑制。即任何 LDW 报警时间内出现转向灯开启，则相关侧 LDW 功能立即抑制。 2. 修改当前脱手报警的力矩阈值（详细见表：动态力矩探测阈值）	2018.7.10	谢兆夫
4.8	1. 修改车道保持辅助 KPI，强辅助强度辅助下偏离车道中心的距离为：-0.2~0.2 2. 修改车辆变道完成描述	2018.07.26	黄黎源&谢兆夫

4.9	<ol style="list-style-type: none"> <li>取消 LKA 功能因速度抑制从 ACTIVE/STANDBY 进入 PASSIVE 的时间延迟，即取消 “自车车速&lt;55km/h 超过 3s” 和 “自车车速&gt;180km/h 超过 5s”的时间要求</li> <li>LKA 下线默认状态更改为辅助弱(LDP)</li> <li>EPS 的脱手转向杆扭矩要求值更改为不大于 0.2Nm</li> <li>标注脱手力矩仅为参考示例，具体数据通过标定确定</li> <li>删除 LDW 报警抑制间隔最短时间 3s 的要求</li> <li>修改 LDW 震动报警选择方案</li> </ol>	2018.09.30	周火星/程名
5.0	<ol style="list-style-type: none"> <li>修改 LKA 和 ICC 的弯道半径激活和退出条件：弯道半径 250 激活，220 退出</li> </ol>	2018.11.23	周火星/程名
5.1	<ol style="list-style-type: none"> <li>增加方向盘转角速率抑制时间 0.4s</li> <li>增加 ICC 功能二级脱手报警功能抑制后，不握方向盘的激活策略</li> </ol>	2018.12.7	周火星/程名
5.2	<ol style="list-style-type: none"> <li>脱手报警策略更新，二级脱手报警期间功能不抑制，最长 4s</li> <li>LKA 的下线默认模式由 “辅助弱” 更改为 “仅报警”</li> </ol>	2019.02.15	周火星/程名

# Table of Contents

Table of Contents ..... 5

1 概述..... 7

    1.1 目的..... 7

    1.2 范围..... 7

    1.3 缩略语和定义..... 7

        1.3.1 缩略语..... 7

        1.3.2 定义..... 7

2 功能需求定义..... 7

    2.1 关联系统需求..... 7

        2.1.1 电动助力转向（EPS）..... 7

            2.1.1.1 功能要求..... 7

            2.1.1.2 扭矩响应需求..... 9

                2.1.1.2.1 EPS 扭矩响应策略..... 9

                2.1.1.2.2 方向盘震动扭矩需求..... 10

                2.1.1.2.3 LKS 转向杆扭矩补偿需求 ..... 10

            2.1.1.3 信号列表..... 12

        2.1.2 其他系统..... 12

    2.2 车道保持辅助系统（LKA） ..... 13

        2.2.1 功能描述..... 13

            2.2.1.1 LKS ..... 13

                2.2.1.1.1 LKS 法规要求 ..... 13

                2.2.1.1.2 LKS 功能要求 ..... 13

                2.2.1.1.3 LKS 状态机 ..... 15

                2.2.1.1.4 LKS 人机交互要求 ..... 20

            2.2.1.2 LDP ..... 20

                2.2.1.2.1 LDP 功能要求 ..... 20

                2.2.1.2.2 LDP 状态机 ..... 21

                2.2.1.2.3 LDP 人机交互要求 ..... 27

            2.2.1.3 LDW ..... 27

                2.2.1.3.1 LDW 法规要求..... 27

                2.2.1.3.2 LDW 功能要求..... 27

                2.2.1.3.3 LDW 状态机..... 28

                2.2.1.3.4 LDW 人机交互要求..... 32

        2.2.2 性能验收指标..... 33

        2.2.3 适用性要求..... 34

            2.2.3.1 预期使用和误用..... 34

2.2.3.2	系统限制.....	34
2.3	交通拥堵辅助 Traffic Jam Assist .....	35
2.3.1	功能要求 Function Requirment .....	35
2.3.2	状态机转化条件.....	36
2.3.2.1	LKS+进入 ERROR 状态的条件.....	38
2.3.2.2	LKS+由 OFF 状态进入 Passive 状态的条件.....	38
2.3.2.3	LKS+由 Passive 状态进入 Active 状态的条件 .....	38
2.3.2.4	LKS+由 Standby 进入 Active 状态的条件 .....	40
2.3.2.5	LKS+由 Active 状态进入 Standby 状态的条件 .....	40
2.3.2.6	LKS+进入 OFF 状态的条件.....	40
2.3.2.7	LKS+由 Active 进入 Passive 状态的条件 .....	40
2.3.3	性能验收指标.....	42
2.4	智能巡航辅助 Intelligent Cruise Assist.....	43
2.4.1	功能要求 Function Requirment .....	43
2.4.1.1	进入 ERROR 状态的条件 .....	45
2.4.1.2	LKS 由 OFF 状态进入 Passive 状态的条件 .....	45
2.4.1.3	LKS 由 Passive 状态进入 Active 状态的条件.....	45
2.4.1.4	LKS 由 Standby 进入 Active 状态的条件.....	46
2.4.1.5	LKS 由 Active 进入 Passive 状态的条件.....	47
2.4.1.6	Active 状态进入 Standby 状态的条件 .....	49
2.4.1.7	横向控制 FCS_ALAD_Status 信号输出策略.....	49
2.4.2	性能验收指标.....	51
3	售后市场问题汇总.....	51

# 1 概述

## 1.1 目的

- 本文档的目的是描述单目摄像头系统产品功能规范及功能设计规格书。

## 1.2 范围

- 本文档适用于吉利汽车装有单目摄像头的车辆。

## 1.3 缩略语和定义

### 1.3.1 缩略语

FCS: 前方摄像头装置。

LDW: 车道偏离预警。

LKS: 车道维持辅助。

LKA: 车道保持辅助。

LDP: 车道偏离辅助。

EPS: 电动助力转向系统。

IHBC: 智能远光灯控制。

SLIF: 速度限制提醒功能。

### 1.3.2 定义

- 必须: 立法或监管的要求。

- 应当: 必须遵循的强制性要求, 只有与吉利汽车的项目相关负责人讨论后方允许存在偏离。

- 应该: 实现某条需求的建议或者推荐。

- 摄像头取景窗: 挡风玻璃与 RB-FOV 重叠的区域。

- LDP 作用线: LDP 作用线为一条虚拟线, 当车辆前轮外缘越过该虚拟线后, LDP 功能将施加扭矩。

# 2 功能需求定义

## 2.1 关联系统需求

### 2.1.1 电动助力转向 (EPS)

#### 2.1.1.1 功能要求

- FCS 与 EPS 之间的交互信息如下, 如有未列举之处, 参考对 EPS 的需求文档。

- EPS 应当能够和 FCS 通过 CAN 总线进行有效数据传输。

- EPS 发送到 FCS 的报文周期应为 20ms。
- EPS 接收 FCS 的报文的周期应为 20ms。
- 正负值的方向定义应当满足 ISO8855 的规定：正值方向应当向左，负值方向应当向右。
- 当 LKS 功能开启时，EPS 应当能响应 FCS 发送的扭矩请求。
- 当 LDW 功能使用震动报警时，EPS 应当能根据 LDW 功能请求的震动频率及振幅来震动方向盘。
- EPS 应当发送转向杆扭矩的测量值给 FCS。
- 当驾驶员手脱离方向盘时，测得的转向杆扭矩应不大于 0.2Nm。
- EPS 发送的报文应当被 4 位报文记数及 8 位冗余循环校验所保护。
- EPS 应当检查 FCS 发送的 4 位报文记数及 8 位冗余循环校验。
- EPS 应继续监控 FCS 功能的控制状态，同时向 FCS 发送状态指示信号。
- 如果 EPS 检测到存在抑制 FCS 功能运行的条件，但并不存在相关的故障，信号 EPS\_LKS\_ControlSts 的数值应为 0x0（LKS control not available, no error）。只有在 EPS 初始化过程时，EPS\_LKS\_ControlSts 的值才会为 0x0。
- 如果 EPS 检测到与其他 ECU 交互及本身相关的临时性故障，EPS\_LKS\_ControlSts 的数值应为 0x3（LKS control not available, temporary failure）。临时性故障事件有：Lost Communication With FCS 与 FCS 丢失通讯、Invalid Data Received From FCS 收到 FCS 的无效数据（如目标扭矩值无效）、FCS 发送的控制量不可信（目标扭矩值或扭矩变化率超出限值）、CAN Bus-Off、Lost Communication with EMS 与 EMS 丢失通信、Lost Communication With SAS 与 SAS 通信丢失、Invalid data Received from EMS 收到 EMS 的无效数据、Invalid data Received from SAS 收到 SAS 的无效数据、ECU Supply Voltage Low、ECU Supply Voltage high、kl15 supply voltage low
- 如果 EPS 检测到 FCS 功能运行的相关永久性故障，EPS\_LKS\_ControlSts 的数值应为 0x4（LKS control not available, permanent failure）。永久性故障事件有：Flash(NVM)fail、watchdog failure 看门狗故障、Motor current Diff Error 马达电流差值错误、Motor Stroke Over 马达过行程、Motor BAT/GND Short 马达对电源或对地短路、Motor Phase Open 马达相位开路、Motor Over Current 马达过电流、Motor Position Sensor Self Diagnostic Error 马达位置传感器自诊断错误、Motor Position Sensor Compare SPI with A/B 马达位置传感器 SPI 信号与 Index 信号比较错误、Main Torque Input Sensor Error 主扭矩输入传感器错误、Torque Input Sensor Difference Signal Fail 扭矩输入传感器差值信号失效、Safety Relay Open fault 安全继电器开路错误、Torque offset or Current offset calibration Not Learned 扭矩或电流偏移标定数据未获取、Sub Torque Input Sensor Error 次扭矩输入传感器错误、Gate Driver fault 马达驱动逆变器门驱动器错误、Current sensor offset error 电流传感器偏移错误、Regulator output voltage error 传感器电压调节器的输出电压错误、Safety Relay Short fault 安全继电器短路错误。
- 如果 EPS 未检测到 FCS 相关的抑制事件、EPS 本身存在的永久性故障事件、临时性故障事件时，EPS 应可响应 FCS 指令。如果 EPS 当前未执行 FCS 指令，信号 EPS\_LKS\_ControlSts 的数值应为 0x1（LKS control ready）；如果 EPS 当前正执行 FCS 指令，信号 EPS\_LKS\_ControlSts 的数值应为 0x2（LKS control active）。
- 当 LKS 未被配置时，EPS 应当忽略任何 LKS 相关故障。

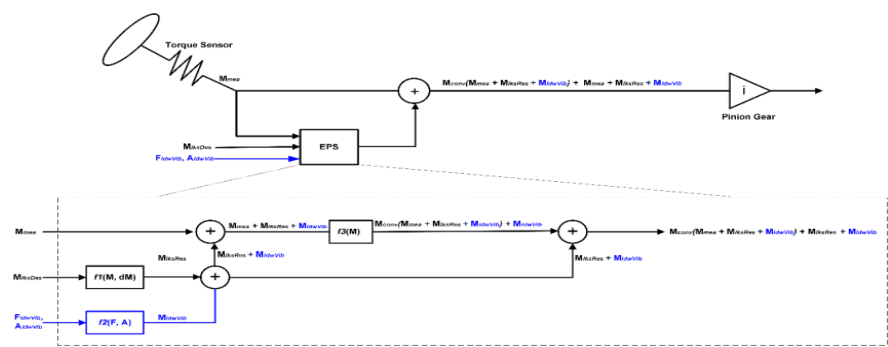


- 当 EPS 检测到 LKS 故障时，应记录相关故障诊断代码。
- 如果 LKS 请求扭矩大于 3N.m 或请求的扭矩斜率大于最大斜率时，EPS 需发送 0x3 故障信号，LKS 在检测到 EPS 故障之后也会进入故障状态。
- EPS 必须符合的功能安全等级为 ASIL-D,如下表为 EPS 实际设计状态（FIT 为 Failure in time）。

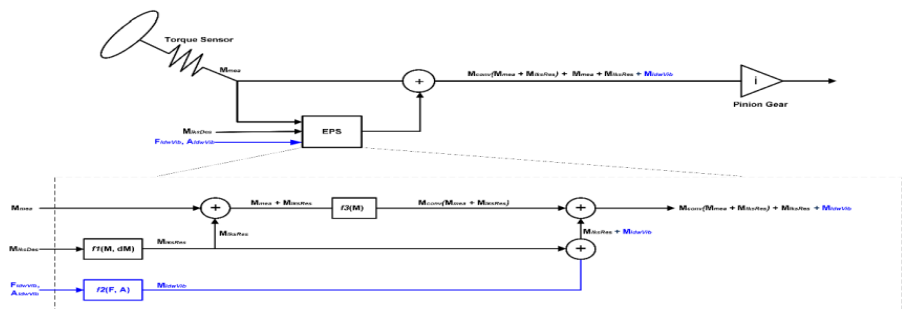
ID	安全目标	ASIL	PMHF	SPFM	LFM	备注
1	Unintended Steering assistance shall be prevented 防止非预期的转向助力	D	9.6FIT	99.8%	95.8%	符合 ASIL-D 安全度量标准
2	Locked Steering assistance shall be prevented 防止转向卡住	D	9.4FIT	99.8%	95.9%	
3	Reverse Steering assistance shall be prevented 防止逆转向助力	D	9.6FIT	99.8%	95.9%	
4	Excessive Steering assistance shall be prebented 防止过度转向助力	B	20.5FIT	99.5%	95.9%	
5	Sudden loss of assistance shall be prevented 防止突然失去助力	QM	Not Available	Not Available	Not Available	符合 ASIL-B 安全度量标准

2.1.1.2 扭矩响应需求

2.1.1.2.1 EPS 扭矩响应策略



- 策略 1：震动扭矩叠加在扭杆扭矩上



- 策略 2：震动叠加在电机扭矩上

字母含义及函数解释：

$M_{mea}$ : Measured torsion bar torque

$M_{lksDes}$ : Desired LKS torsion bar torque offset

$F_{ldwVib}$ : Desired steering wheel vibration frequency

$A_{ldwVib}$ : Desired steering wheel vibration amplitude

$M_{lksRes}$ : LKS torsion bar torque offset response after amplitude and gradient limitation

$M_{ldwvib}$ : LDW steering wheel vibration torque with desired frequency ( $F_{ldwVib}$ ) and

amplitude ( $A_{ldwVib}$ )

$M_{conv}$ : EPS torque after conventional power steering algorithm

$f1(M, dM)$ : Function to limit the amplitude and gradient of LKS torsion bar torque offset

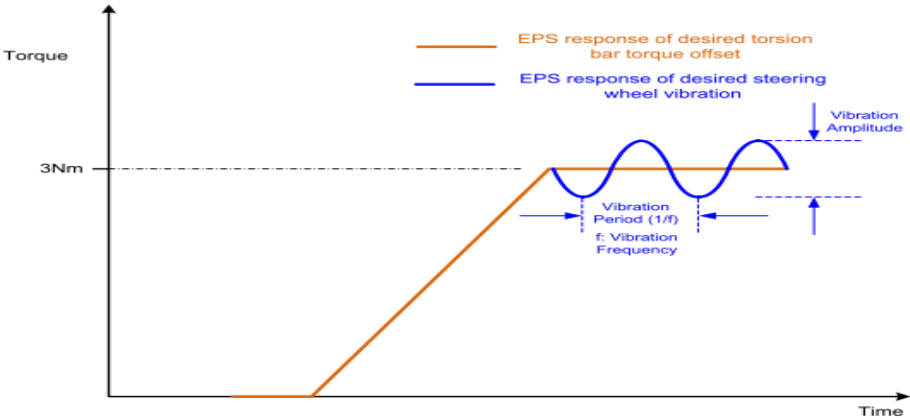
$f2(F, A)$ : Function to calculate the desired vibration torque with the input frequency and

amplitude

$f3(M)$ : Conventional EPS power steering algorithm

2.1.1.2.2 方向盘震动扭矩需求

- 震动曲线应呈正弦曲线（振幅 xNm 频率 xHz）。
- 方向盘震动扭矩应当与 LKS 或者 LDP 转向杆扭矩补偿请求叠加。（可选一）
- 当方向盘在执行力矩请求时，不执行 LDW 震动扭矩请求。若方向盘未执行力矩请求，LDW 按照之前设定的参数执行。（可选二）



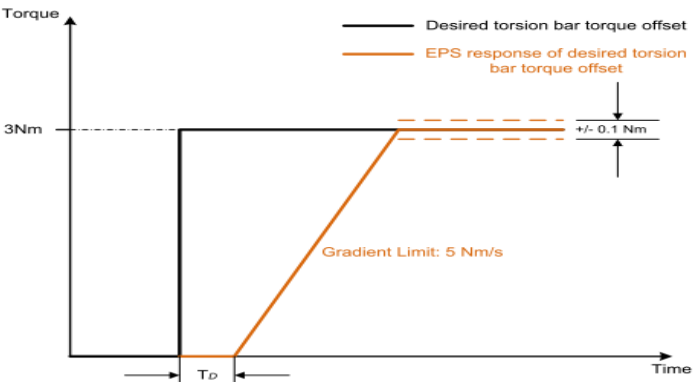
方向盘震动扭矩响应需求示意图

2.1.1.2.3 LKS 转向杆扭矩补偿需求

- EPS 应当将 LKS 转向杆扭矩补偿的最大值限制在标定值之内，默认值为 3Nm。
- EPS 应当将 LKS 转向杆扭矩补偿的斜率限制在标定值之内，默认值为 5Nm/s。
- LKS 扭矩响应的最长截止时间（ $T_D$ ）应当小于 50ms。

EPS响应：

- EPS应当在150ms-200ms内满足FCS以最大梯度值即FCS\_ALAD\_TorqueReq力矩请求以最大斜率发送信号给EPS时, 信号SAS\_SteerWheelAngle出现连续变化。
- 扭矩响应的最大稳定偏差应小于 0.1Nm。



LKS 扭矩响应示意图

2.1.1.3 信号列表

信号名称	信号描述	编码方式
EPS 输入信号		
EPS_ModSts	EPS 模式状态	0x0: Reserved 0x1: Standard 0x2: Comfor t0x3: Sport
EPS_TorsionBarTorque	转向杆扭矩（驾驶员手力矩）	0x321~0x3FE: Reserved 0x3FF: Invalid
EPS_TorsionBarTorqueDir	转向杆扭矩方向	0x0 Positive; 0x1 Negative.
EPS_TorsionBarTorqueValid	转向杆扭矩验证位	0x0 Valid; 0x1 Invalid.
EPS_LKS_ControlSts	EPS 控制状态，针对 LKS 功能	0x0: LKS control not available, no error 0x1: LKS control ready 0x2: LKS control active 0x3: LKS control not available, temporary failure 0x4: LKS control not available, permanent failure 0x5~0x7: Reserved
EPS_LDW_ControlSts	EPS 控制状态，针对 LDW 振动报警	0x0: LDW vibration not available, no error 0x1: LDW vibration ready 0x2: LDW vibration active 0x3: LDW control not available, temporary failure 0x4: LDW control not available, permanent failure 0x5~0x7: Reserved
EPS_InformSts_AliveCounter	消息计数器	
EPS_InformSts_CheckSum	消息校验和	
FCS 输出信号		
FCS_ALAD_TorqueReqAct	ALAD-LKS 扭矩请求激活	0x0: Not Active 0x1: Active
FCS_ALAD_TorqueReq	LKS 扭矩请求	0x321~0x3FE: Reserved 0x3FF: Error
FCS_ALAD_TorqueReqDir	LKS 扭矩方向请求	0x0: Positive 0x1: Negative
FCS_ALAD_VibFreq	LDW 振动告警频率	
FCS_ALAD_VibAmp	LDW 振动告警幅度	
FCS_ALAD_VibAct	ALAD-LDW 振动告警激活	0x0: Not Active 0x1: Active

2.1.2 其他系统

LKA 功能的 HMI 显示和设置，请参考车型人机设计方案。

相关系统的详细信号需求，请参考车型信号矩阵。

## 2.2 车道保持辅助系统 (LKA)

### 2.2.1 功能描述

- 车道保持辅助系统 (LKA) 由以下三个功能组成：车道保持辅助 (LKS)、车道偏离辅助 (LDP) 以及车道偏离预警 (LDW)。

- LKS 通过控制电子助力转向系统 (EPS) 为驾驶员提供转向控制并辅助驾驶员使车辆保持在自身车道内。

- LDP 为驾驶员提供转向辅助以防止车辆在驾驶员未意识到的情况下偏离出自身车道。

- LDW 在车辆无意识偏离车道时提醒驾驶员。

- LKA 下线状态方式默认 “仅报警 (LDW)”，告警方式默认为声音

- 下个点火状态记忆驾驶员选择。

#### 2.2.1.1 LKS

##### 2.2.1.1.1 LKS 法规要求

- LKS 应当满足 ISO11270 的要求。

- LKS 应当满足 E-NCAP 的相关要求。

##### 2.2.1.1.2 LKS 功能要求

- LKS 应当能应用于不同类型（实线、虚线和点状线）的道路交通边界。

- LKS 应当能应用于不同颜色（白色、黄色、橙色和蓝色）的道路交通边界。

- LKS 可识别没有车道线的路沿(博世识别不稳定，ALV 无法识别)。

- LKS 功能应能应用于雨、雪、雾天气。（性能无法保证）

- LKS 工作的最低车速应当为 55km/h。

- LKS 工作的最高车速应当为 180km/h。

- LKS 工作的最小车道宽度应 $<2.5\text{m}$ 。

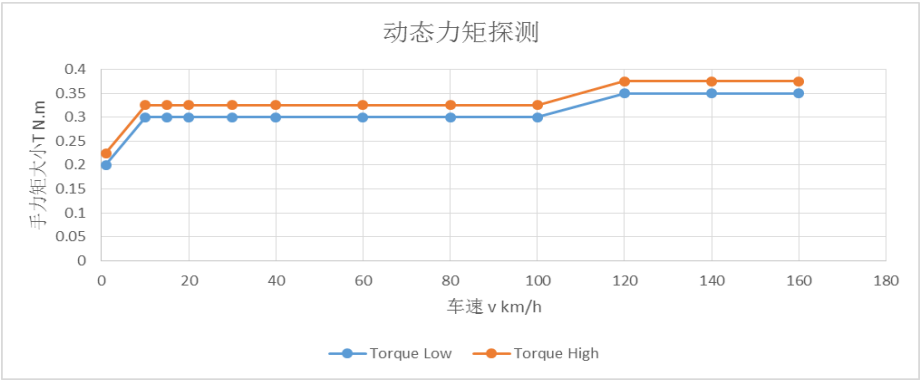
- LKS 工作的最大车道宽度应 $\geq 5.5\text{m}$ 。

- 当驾驶员脱手情况下，LKS 应当能将车辆保持在车道中心附近行驶一段时间。该时间默认为 X s,动态脱手探测时间以当前车速为准。

- 脱手警告策略：持续脱手 X 秒(手力矩 $<x\text{N.m}$ )，发出一级警告 4s 后暂停 4s 再持续二级报警，二级脱手报警持续 4s 后功能被抑制。

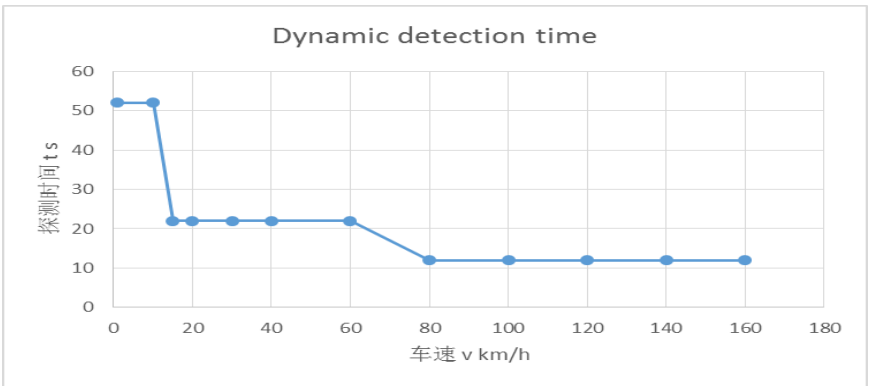
动态力矩探测阈值（力矩值仅为参考示例，具体根据车型标定确定）

Velocity	1	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	150
Torque low	0.20	0.2	0.20	0.20	0.20	0.20	0.23	0.20	0.23	0.20	0.2	0.20
Torque high	0.225	0.22	0.225	0.225	0.225	0.225	0.255	0.225	0.255	0.225	0.22	0.225

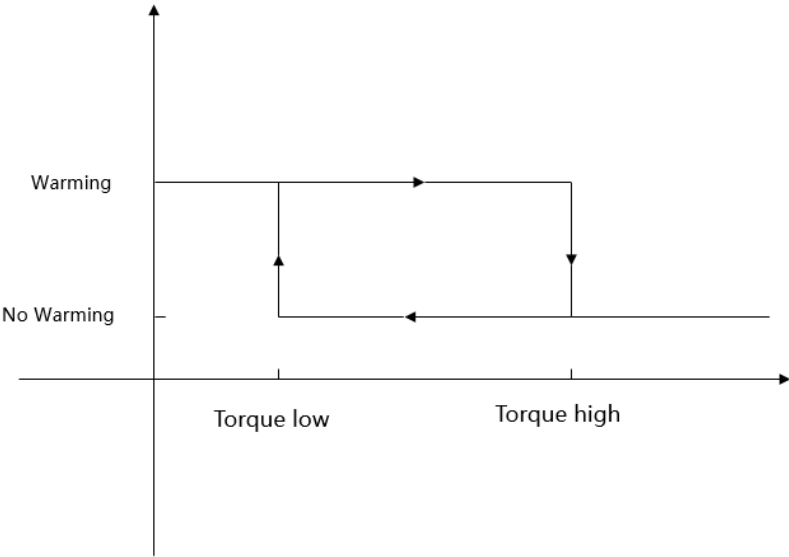


动态脱手探测时间（Dynamic Hands-off Detection Time）

Velocity	1	15	20	30	40	60	80	100	120	140	150
Detection Time	52	52	22	22	22	22	12	12	12	12	12



图：脱手检测时长



图：脱手警告力矩判断

- LKS 应当能应用于车道半径  $\geq 250\text{m}$  的弯道。

在单侧车道线短暂丢失时（丢失情况和当时具体环境有关，一般情况下短暂丢失一侧时，通常会虚拟10m左右的车道线以继续工作,距离根据路面起伏情况而定），LKS 应当能保持工作。

- LKS 检测到摄像头或 EPS 故障时，LKA 故障指示灯点亮系统应当退出。

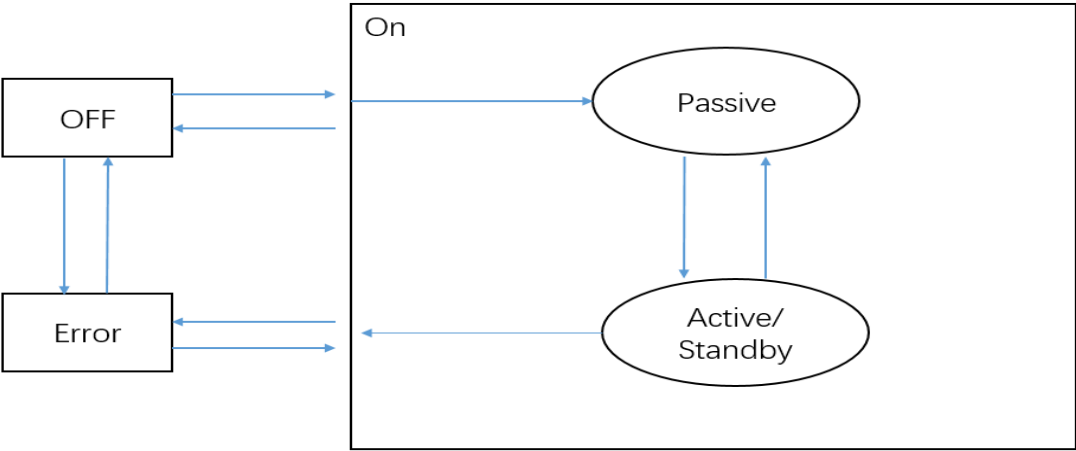
- 当前点火周期 LKS 开启或关闭的初始状态保持与上一点火周期一致。

- 当车辆在窄道上行驶时，LKS 系统应当能够将车道宽度虚拟的扩宽。单侧最大横移量为 20cm 或双侧同时横移量共 20cm。

- 当车辆偏离车道中心线时，LKS 应当能够平稳的将车辆控制在车道中心线 $\pm 0.2\text{m}$  范围内行驶。

- 当 LKS 功能开启时，LDW 功能应默认开启，即驾驶员选择了辅助强。

### 2.2.1.1.3 LKS 状态机



LKS 主状态机

主状态	子状态	对应CAN信号 FCS_ALAD_Status	纠偏扭矩（Nm）
OFF	--		0
ON	Passive	Passive	0
	Standby	Standby	!= 0
	Active	Active	!= 0
ERROR	--		0

表 LKS 系统状态描述表

2.2.1.1.3.1 状态机切换条件

2.2.1.1.3.1.1 进入 ERROR 状态的条件

满足下面任一条件，LKS 状态可以由 OFF 状态和 ON 状态进入 ERROR 状态:

- 检测到永久性系统硬件故障
- 检测到临时性系统硬件故障
- 检测到摄像头永久性失明
- 摄像头处在过热保护模式
- 摄像头处在高压保护模式
- 出现运行时间故障导致系统热重启
- 检测到相关的通信故障,例如报文超时，报文计数器故障，冗余检查故障和数据长度故障
- 检测到相关的信号故障，例如输入的车速信号无效



- EPS 出现不可恢复的故障

在摄像头故障情况下，ALAD type 记忆并发送驾驶员选择的功能类型，故障恢复后开启驾驶员之前选择的功能。

2.2.1.1.3.1.2 LKS 由 OFF 状态进入 Passive 状态的条件

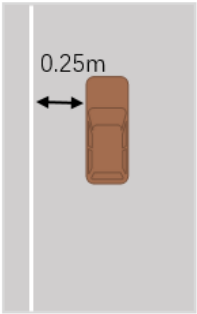
ON 主状态下包括 Passive、Standby、Active 三种状态，LKS 由 OFF 状态进入 Passive 状态，也就是 LKS 开关开启，必须同时满足如下条件：

- 未检测到任何故障
- 功能已被配置
- 摄像头初始化完成
- 横向控制软设置选择"辅助强"（LKS & LDW）或智能领航 ICC 激活且车速>60kph（只适用 ICA 模式）

2.2.1.1.3.1.3 Passive 状态进入 Active 状态的条件

Standby 状态表示系统可以施加扭矩请求的条件均已满足，从 Passive 状态进入 Standby 状态需同时满足如下条件：

- 自车车速>60km/h
  - 自车车速<172 km/h
  - 横摆角速度<0.20 rad/s 超过 3s
  - 车道宽度<5.2 m 超过 1s
  - 车道宽度>2.6 m 超过 1s
  - 道路曲率<0.004 m-1 超过 4s
  - 检测到变道完成时超过 0s
- 变道完成判断条件：前轮边沿距离车道线超过 0.25m

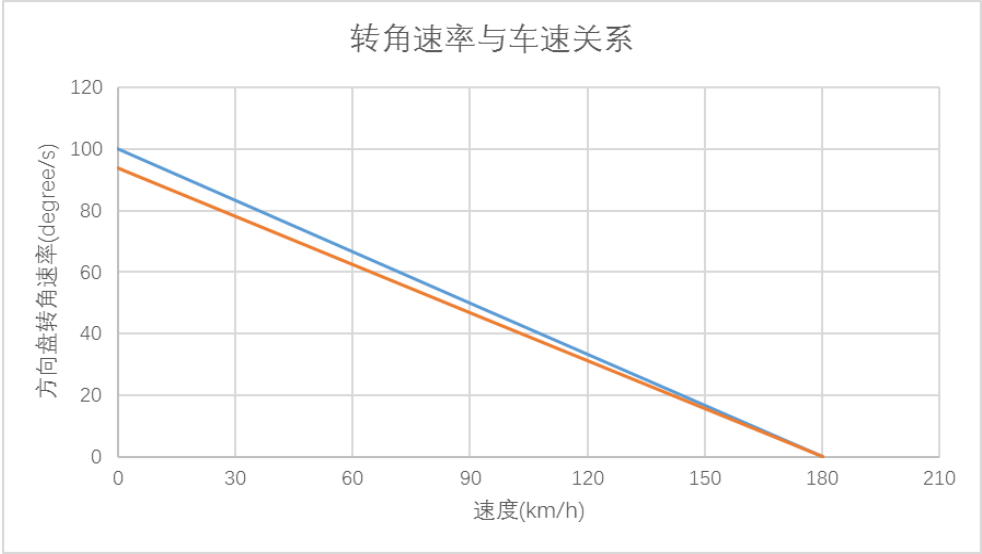


- ABS 和 ESP 未激活超过 1s
- 手扭矩>Torque High 超过 0.3s
- 检测到双侧车道线超过 0s
- 手力矩<2.5Nm（待标定）或手力矩方向与 LKS 请求力矩方向相同超过 0.5s
- 危险警示灯关闭时超过 2s
- 主缸压力<10 bar 超过 4s
- 转向灯关闭超过 3s 或者转向灯开启且相应侧 BSD 报警

备注：

- 转向灯打开，BSD 在转向灯相同侧报警，不抑制该侧 LDP/LKS；

- 转向灯打开，BSD 未报警，抑制 LDW/LDP/LKS;
- 转向盘转角速率 $\leq [-188, 188]$ deg/s 超过 2s



图：车速与方向盘转角速率关系示意图

- EPS 就绪时（EPS 信号处于 EPS\_LKSCntrlReady”或“EPS\_LKSCntrlActive”）

2.2.1.1.3.1.4 Standby 状态进入 Active 状态的条件

Active 状态表示系统正在进行扭矩请求，由 Standby 状态进入 Active 状态需满足如下条件：

Standby 和 Active 共用相同的条件。（故无 standby 状态）

2.2.1.1.3.1.5 进入 OFF 状态的条件

LKS 系统可以由 Passive、Standby、Active 任一状态进入 OFF 状态，需满足如下条件：

- 横向控制软设置非"辅助强"LKS 且 ICC 未激活
- ICC 激活且车速 $<55$ km/h

2.2.1.1.3.1.6 Active 进入 passive 状态的条件

Standby 状态和 Active 状态均可以进入 Passive 状态，（故无 standby 状态）且进入的条件一样，需满足如下任一条件：

- 自车车速 $<55$ km/h 超过
- 自车车速 $>180$ km/h 超过
- 横摆角速度 $>0.25$ rad/s
- 车道宽度 $>5.5$ m 超过 3s
- 车道宽度 $<2.5$ m 超过 3s
- 道路曲率 $>0.0045$ m<sup>-1</sup> 超过 2s
- 检测到变道超过 0.5s

备注：车辆后轴中心点到车道线内边缘绝对值  $D_y < \text{半车宽} \times \text{系数} (0.65) = 0.6048$

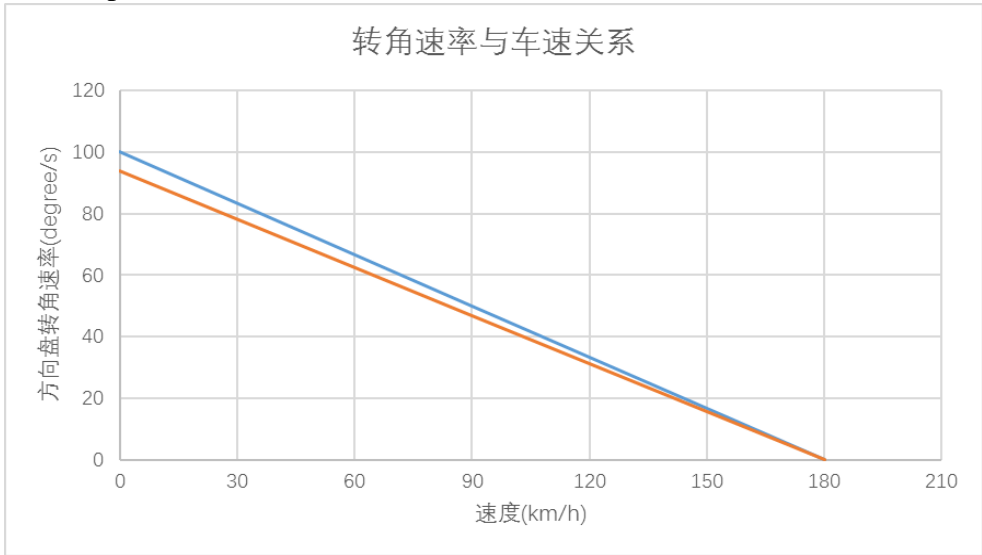


图：变道抑制  $D_y$ 示意图

- ABS 或 ESP 激活激活超过 1s
- 脱手二级报警持续 4s(详细见脱手策略)
- 至少存在一条车道线未被检测到超过 1.5s
- EPS 未就绪（eps 未处于“EPS\_LKSConrolReady”或“EPS\_LKSControlActive”）  
手力矩  $> 2.5\text{ Nm}$ （可调）且手力矩方向与 LKS 请求力矩方向不同超过 0.8s（0.8s 开始退出，退出时长 0.5s，可调）
- 相关侧的转向灯开启且相应侧 BSD 未报警

备注：

- 转向灯打开，BSD 没有报警或者没有在转向灯相同侧报警，抑制转向灯侧 LDP 或抑制 LKS 或抑制 LKS+；
- BSD 功能故障 0x3 或禁用 0x4 时，不再关注 BSD 报警信号，驾驶员打转向即抑制相应侧控制；
- 危险警示灯开启
- 主缸压力  $> 17\text{bar}$
- 转向盘转角速率  $> [-, 200/3]\text{ deg/s}$  超过 0.4s，阈值随车速的增加而线性降低，速度区间为  $[60, 180]\text{ kph}$



图：车速与方向盘速率示意图

- EPS 未就绪（EPS 信号未处于 EPS\_LKSConrolReady”或“EPS\_LKSControlActive”）

2.2.1.1.4 LKS 人机交互要求

- LKS 功能无硬开关。
- LKS 功能状态灯样式以及颜色应当遵循 ISO 的要求。
- 图：LKS 功能软开关界面及状态灯示意图：

功能	软开关界面	状态灯
LKS		
系统关闭		无显示

2.2.1.2 LDP

2.2.1.2.1 LDP 功能要求

- LDP 应当能应用于不同类型（实线、虚线和点状线）的道路交通边界。
- LDP 应当能应用于不同颜色（白色、黄色、橙色和蓝色）的道路交通边界。
- LDP 应当能应用于没有车道线的路沿。
- LDP 功能能应用于雨、雪、雾天气。
- LDP 功能应当能应用于只检测到单侧车道线的工况。
- LDP 工作的最低车速应当为 55km/h。
- LDP 工作的最高车速应当  $\geq 180\text{km/h}$ 。
- LDP 工作的最小车道宽度应当为 2.5m。
- LDP 工作的最大车道宽度应当  $\geq 5.5\text{m}$ 。
- LDP 应当能应用于车道半径  $\geq 250\text{m}$  的弯道。
- 当驾驶员脱手情况下，LDP 应当能将车辆保持在车道中心附近行驶一段时间。该时间默认为 X s。动态脱手探测时间以当前车速为准。
- 脱手警告策略：持续脱手 X 秒(手力矩  $< x\text{N.m}$ )，发出一级警告 4s 后暂停 4s 再持续二级报警，二级脱手报警持续 4s 后功能被抑制。

动态力矩探测阈值（力矩值仅为参考示例，具体根据车型标定确定）

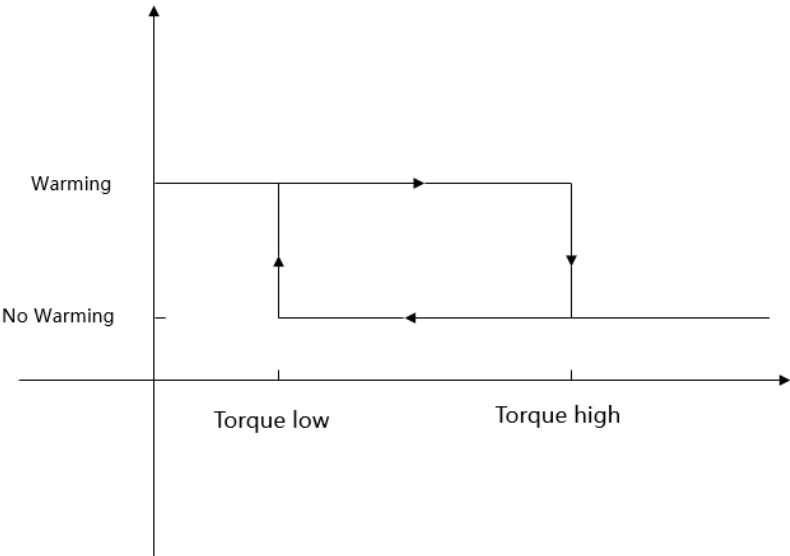
Velocity	1	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	150
Torque low	0.20	0.2	0.20	0.20	0.20	0.20	0.23	0.20	0.23	0.20	0.2	0.20

Torque high	0.225	0.22	0.225	0.225	0.225	0.225	0.255	0.225	0.255	0.225	0.22	0.225
-------------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------

动态脱手探测时间（Dynamic Hands-off Detection Time）												
Velocity	1	15	20	30	40	60	80	100	120	140	150	
Detection Time	52	52	22	22	22	22	12	12	12	12	12	



图：脱手检测时长

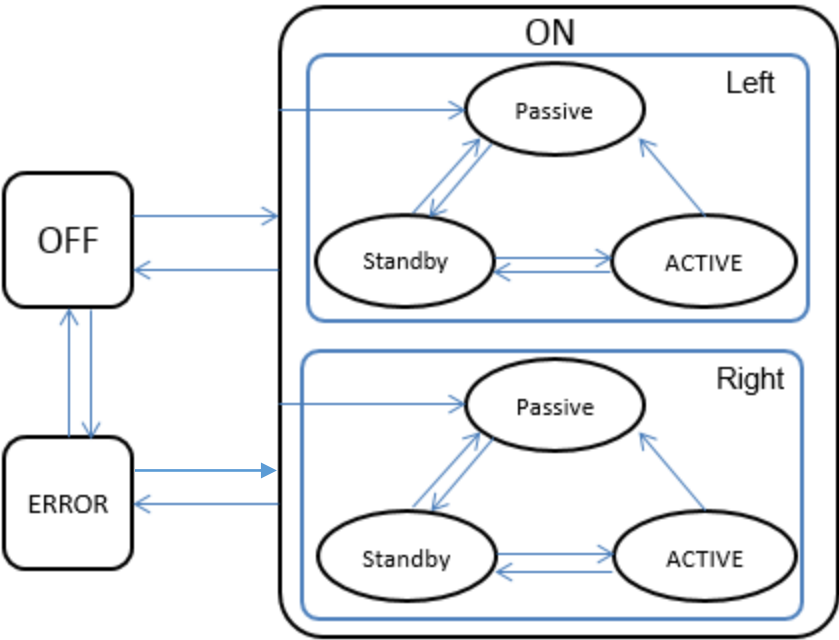


图：脱手警告力矩判断

- 当车辆在窄道上行驶时，LDP 系统应当能够将车道宽度虚拟的扩宽。最大横移量为 20cm。
- 当驾驶员长时间骑线行驶时，LDP 系统应当不对车辆进行控制。
- 当系统预测到一段时间后前轮边缘将穿越 LDP 作用线时，LDP 系统应被激活。这段时间默认值为 0.7s。

2.2.1.2.2 LDP 状态机

- LDP 主状态机



- 系统状态描述

主状态	左侧子状态	右侧子状态	子状态关系	对应CAN信号 FCS_ALAD_status	纠偏扭矩
OFF	——	——	——	——	0Nm
ON	Passive	Passive	AND	Passive	0Nm
	Passive	standby	AND	standby	0Nm
	Passive	Active	AND	Active	!= 0Nm
	standby	Passive	AND	standby	0Nm
	standby	standby	AND	standby	0Nm
	standby	Active	AND	Active	!= 0Nm
	Active	Passive	AND	Active	!= 0Nm
	Active	standby	AND	Active	!= 0Nm
ERROR	——	——	——	——	0Nm

2.2.1.2.2.1 状态机切换条件

2.2.1.2.2.1.1 进入 ERROR 的条件

LDP 系统在 OFF 和 ON 状态下，只要满足以下任一条件均可以进入 ERROR 状态：

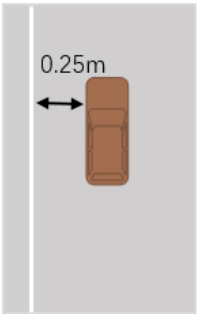
- 检测到永久性系统硬件故障
- 检测到临时性系统硬件故障
- 检测到摄像头永久性失明检测到
- 摄像头处在过热保护模式

- 摄像头处在高压保护模式
  - 出现运行时间故障导致系统热重启
  - 检测到相关的通信故障,例如报文超时，报文计数器故障，冗余检查故障和数据长度故障
  - 检测到相关的信号故障检测到，例如输入的车速信号无效
  - EPS 出现不可恢复的故障
- 在摄像头故障情况下，ALAD type 记忆并发送驾驶员选择的功能类型，故障恢复后再根据条件开启驾驶员选择的功能。

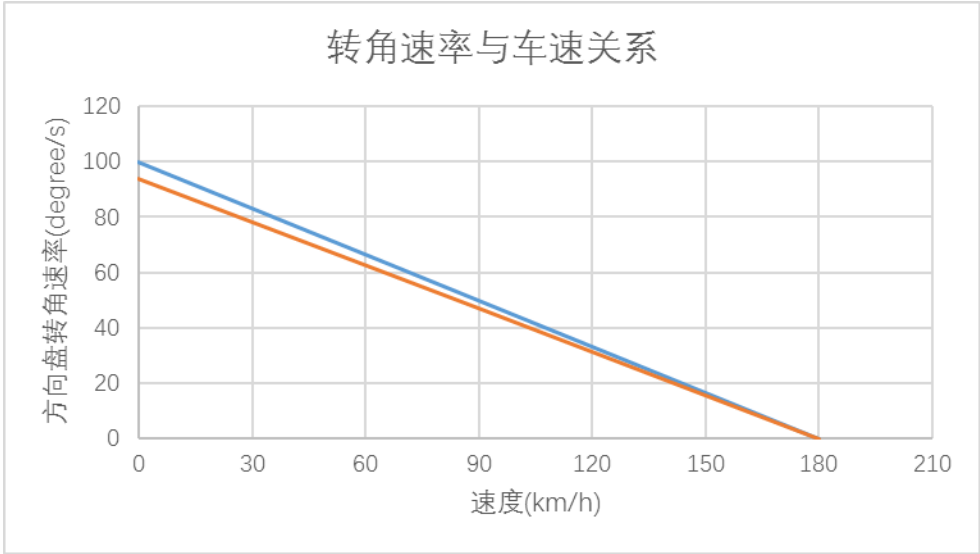
2.2.1.2.2.1.2 Passive 状态进入 Standby 状态的条件

Standby 状态表示系统可以施加扭矩请求的条件均已满足，从 Passive 状态进入 Standby 状态需同时满足如下条件：

- 自车车速>60km/h
  - 自车车速<172km/h
  - 横摆角速度<0.20 rad/s 超过 3s
  - 车道宽度<5.2m 超过 1s
  - 车道宽度>2.6m 超过 1s
  - 道路曲率<0.004m-1 超过 4s
  - 检测到变道完成时超过 0s
- 变道完成判断条件：前轮边沿距离车道线超过 0.25m



- ABS 和 ESP 未激活超过 1s
  - 驾驶员手力矩>High Torque 超过 0.3s(驾驶员未脱手)
  - 至少检测到一侧车道线
  - 手力矩<2.5Nm（待标定）方向相反或手力矩方向与 LDP 请求力矩方向相同超过 0.5s
  - 相关侧的转向灯关闭超过 3s
  - 危险警示灯灯关闭时超过 2s
  - 主缸压力<10bar 超过 4s
  - 转向灯开启且相应侧 BSD 报警
- 备注：
- 转向灯打开，BSD 在转向灯相同侧报警，不抑制 LDP/LKS；
  - 转向灯打开，BSD 未报警，抑制 LDW/LDP/LKS；
  - 转向盘转角速率<[-, 188/3] deg/s 超过 2s



- 介入时长超时导致抑制的时间超过 2.5s（最短）
- EPS 就绪时（EPS 信号处于 EPS\_LKSCntrlReady”或“EPS\_LKSCntrlActive”）

2.2.1.2.2.1.1 OFF 进入 Passive 的条件

ON 主状态下包括 Passive、Standby、Active 三种状态，LDP 由 OFF 状态进入 Passive 状态，也就是 LKS 开关开启，必须同时满足如下条件：

- 功能已被配置
- 摄像头初始化完成
- 横向控制软设置选择"辅助弱"LDP 且智能领航 ICC 未激活
- 未出现任何故障

2.2.1.2.2.1.2 Standby 状态进入 Active 状态的条件

前轮边缘 0.7s（可调谐）之后将穿越力矩介入现时，在弱辅助情况下，力矩介入线即为车道距离车道线的内边缘 0.4m 处(图示红线)；

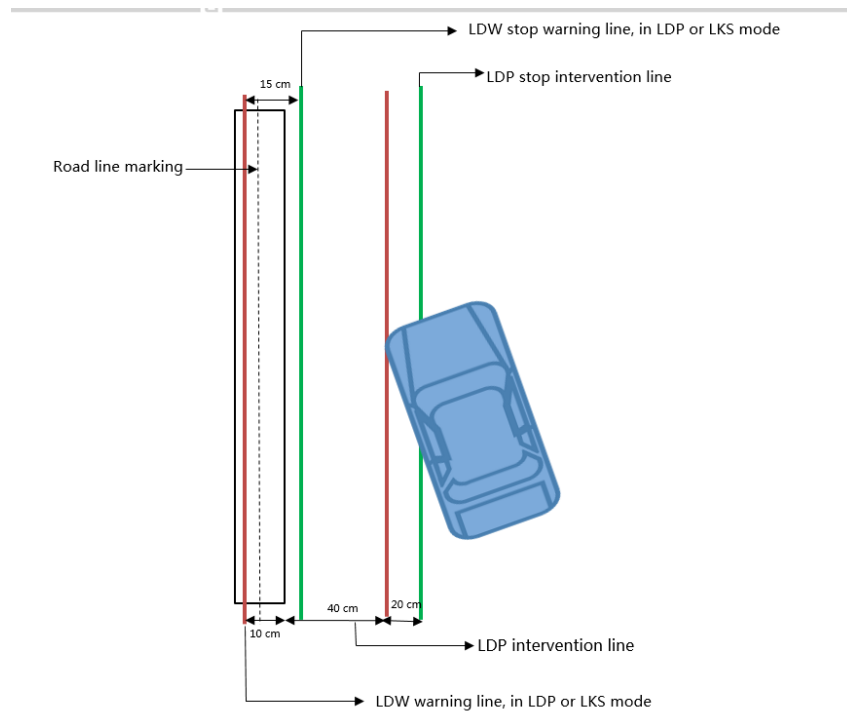
当 LDP 处于 active 时，车辆的控制状态应该为：

稳定下来后车辆中心线与车道线内侧距离保持在 1.4m（A+1/2 车宽）

系数 A 与车道关系如下：

车道宽度	2.5m	3.75mm
A 系数	0.225	0.5





图：力矩介入线设置

#### 2.2.1.2.2.1.3 Active 状态进入 Standby 状态的条件

前轮边缘 0.7s（可调谐）之后将穿越力矩介入线时，在弱辅助情况下，力矩介入线即为车道距离车道线的内边缘 0.6m 处(图示绿线)；

#### 2.2.1.2.2.1.4 进入 OFF 状态的条件

Passive、Standby、Active 状态均可以进入 OFF 状态，进入的条件相同，需要满足如下条件：

- 横向控制软设置非"辅助弱"LDP

#### 2.2.1.2.2.1.5 进入 Passive 状态的条件

Standby 状态和 Active 状态均可以进入 Passive 状态，进入的条件相同，需满足如下任一条件：

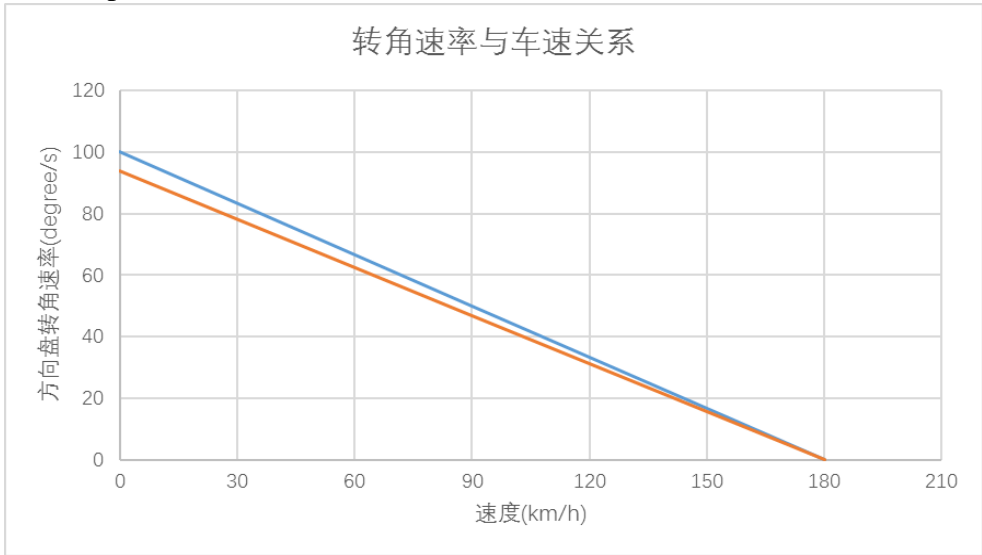
- 自车车速 < 55km/h
- 自车车速 > 180km/h
- 横摆角速度 > 0.25rad/s
- 车道宽度 > 5.5m 超过 3s
- 车道宽度 < 2.5m 超过 3s
- 道路曲率 > 0.0045m<sup>-1</sup> 超过 2s
- 检测到变道超过 0.5s

备注：车辆后轴中心点到车道线内边缘绝对值  $D_y < \text{半车宽} \times \text{系数} (0.65) = 0.6048$



图：变道抑制  $D_y$  示意图

- ABS 或 ESP 激活超过 1s,
  - 脱手二级报警持续 4s
  - 未检测到车道线
  - 手力矩  $>2.5\text{Nm}$  且手力矩方向与请求力矩方向不同超过 0.8s (0.8s 开始退出, 退出时长 0.5s, 可调)
  - 相关侧的转向灯开启
  - 相关侧的转向灯开启且相应侧 BSD 未报警
- 备注:
- 转向灯打开, BSD 没有报警或者没有在转向灯相同侧报警, 抑制转向灯侧 LDP 或抑制 LKS 或抑制 LKS+
  - BSD 功能故障 0x3 或禁用 0x4 时, 不再关注 BSD 报警信号, 驾驶员打转向即抑制相应侧控制;
  - 危险警示灯开启
  - 主缸压力  $>17\text{bar}$
  - 转向盘转角速率  $> [--, 200/3] \text{ deg/s}$  超过 0.4s, 阈值随车速的增加而线性降低, 速度区间为  $[60, 180] \text{ kph}$



- 系统介入时间超过最长限制 8s (仅适用于 Active 到 Passive 的情况)
- EPS 未就绪

2.2.1.2.3 LDP 人机交互要求

- LDP 功能无硬开关。
- LDP 功能状态灯样式及颜色应当遵循 ISO 的要求。
- 图：LDP 功能软开关界面及状态灯示意图：

功能	软开关界面	状态灯
LDP		
系统关闭		无显示

2.2.1.3 LDW

2.2.1.3.1 LDW 法规要求

- LDW 应当能满足 ISO17361 要求。

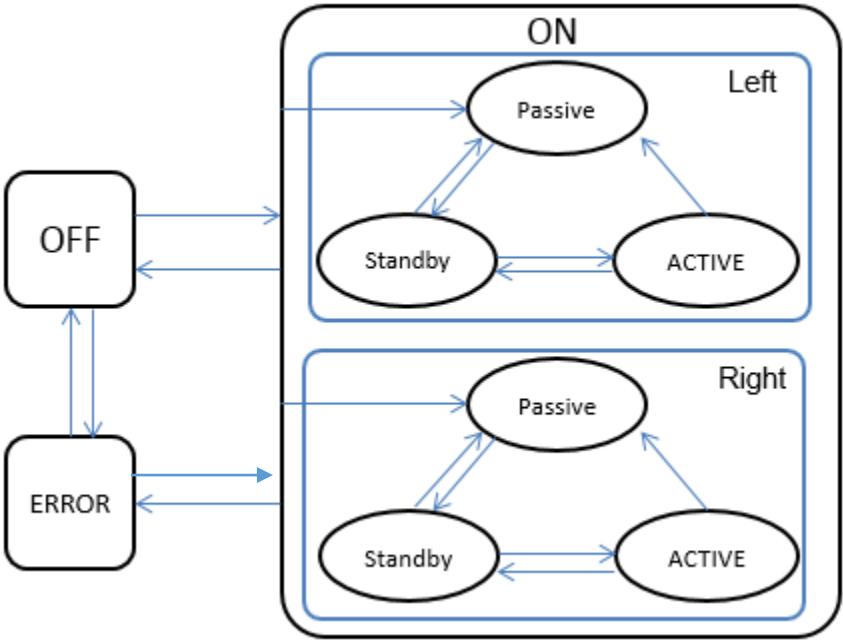
2.2.1.3.2 LDW 功能要求

- LDW 应当能应用于不同类型（实线、虚线和点状线）的道路交通边界。
- LDW 应当能应用于不同颜色（白色、黄色、橙色和蓝色）的道路交通边界。
- LDW 应当能应用于没有车道线的路沿。
- LDW 功能能应用于雨、雪、雾天气。
- LDW 功能应当能应用于只检测到单侧车道线的工况。
- LDW 的最低工作车速应当为 55Km/h。
- LDW 的最高工作车速应当≥180km/h。
- LDW 工作的最小车道宽度应当<2.5m。
- LDW 工作的最大车道宽度应当 ≥5.5m。
- LDW 系统应当能在车辆发生无意识偏离时发出报警。
- LDW 的报警方式应当至少包含以下方式中的一种：视觉+震动 或者 视觉+声音。
- 当驾驶员打开转向灯且车辆偏离同侧车道线时，LDW 应当不发出报警。
- 当驾驶员打开转向灯且车辆偏离另一侧车道线时，LDW 应当发出警报。

- 当驾驶员骑线行驶时报警超过 2s，LDW 系统应当不发出警报。
- 当车辆在窄道上行驶时，LDW 系统应当能够将车道宽度虚拟的扩宽。
- LDW 报警时长最短 1s，最长 2s。
- LDW 报警短于 1s 时若出现转向灯开启，则功能立即抑制。即任何 LDW 报警时间内出现转向灯开启，则相关侧 LDW 功能立即抑制。----只针对打转向灯的情况
- LDW 下线报警方式默认声音，下个点火状态记忆驾驶员选择。

2.2.1.3.3 LDW 状态机

- LDW 主状态机



- LDW 系统状态描述

主状态	左侧子状态	右侧子状态	子状态关系	对应CAN信号 FCS_ALAD_Status	纠偏扭矩
OFF	——	——	——		0Nm
ON	Passive	Passive	AND	Passive	0Nm
	Passive	Standby	AND	Standby	0Nm
	Passive	Active	AND	Active	0Nm
	Standby	Passive	AND	Standby	0Nm
	Standby	Standby	AND	Standby	0Nm
	Standby	Active	AND	Active	0Nm
	Active	Passive	AND	Active	0Nm
	Active	Standby	AND	Active	0Nm
ERROR	——	——	——		0Nm

**2.2.1.3.3.1 状态机事件描述**

**2.2.1.3.3.1.1 进入 ERROR 的条件**

LDW 系统在 OFF 和 ON 状态下，只要满足以下任一条件均可以进入 ERROR 状态：

- 检测到永久性系统硬件故障检测到
- 检测到临时性系统硬件故障检测到
- 检测到摄像头永久性失明
- 摄像头处在过热保护模式
- 摄像头处在高压保护模式
- 出现运行时间故障导致系统热重启
- 检测到相关的通信故障检测到,例如报文超时，报文计数器故障，冗余检查故障和数据长度故障

- 检测到相关的信号故障检测到，例如输入的车速信号无效
- EPS 出现不可恢复的故障

在摄像头故障情况下，ALAD type 记忆并发送驾驶员选择的功能类型，故障恢复后再根据条件开启驾驶员选择的功能。

**2.2.1.3.3.1.2 OFF 状态进入 Passive 状态的条件**

ON 主状态下包括 Passive、Standby、Active 三种状态，LDW 由 OFF 状态进入 Passive 状态，也就是 LDW 开关开启，必须同时满足如下条件：

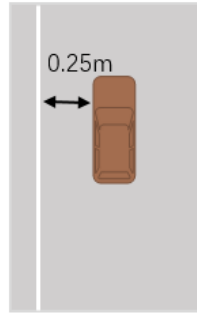
- 功能已被配置
- 摄像头初始化完成
- 横向控制软设置未选择关闭或智能领航 ICC 激活
- 无任何故障发生

**2.2.1.3.3.1.3 Passive 状态进入 Standby 状态的条件**

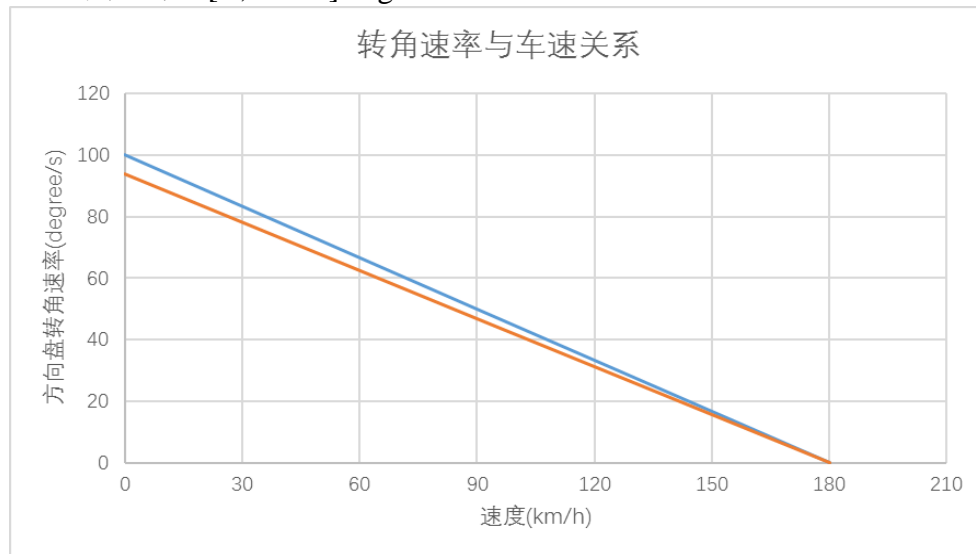
Standby 状态表示系统可以报警的条件均已满足，从 Passive 状态进入 Standby 状态需同时满足如下条件：

- 自车车速>60km/h
- 自车车速<172km/h
- 横摆角速度<0.20rad/s 超过 3s
- 车道宽度< 5.2 m 超过 1s
- 车道宽度> 2.6 m 超过 1s
- 道路曲率< 0.004 m-1 超过 4s
- 检测到变道完成时超过 0s

变道完成判断条件：前轮边沿距离车道线超过 0.25m



- ABS 和 ESP 未激活超过 1s
- 至少检测到一侧车道线
- 相关侧的转向灯关闭超过 3s
- 危险警示灯关闭时超过 2s
- 主缸压力<10bar 超过 4s
- 转向盘转角速率 <[--, 188/3] deg/s 超过 2s

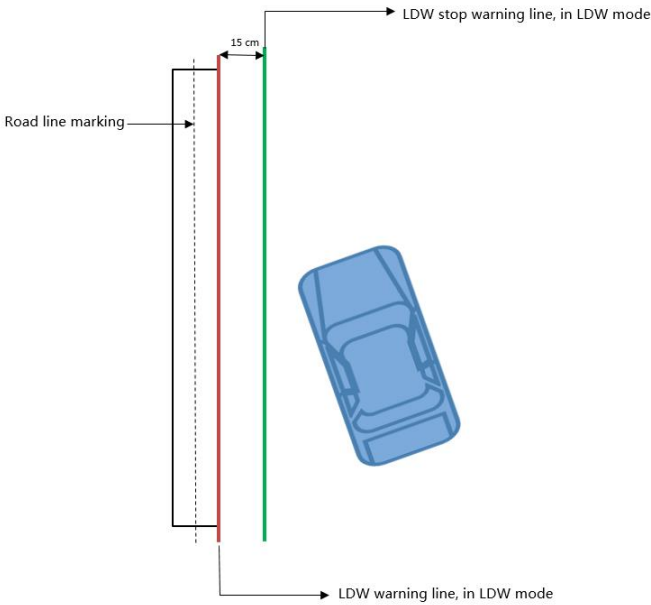


- EPS 就绪时 (EPS 信号处于 EPS\_LKSCntrlReady” 或“EPS\_LKSCntrlActive”)

#### 2.2.1.3.3.1.4 Standby 状态进入 Active 状态的条件

Active 状态表示此时正在进行报警，状态转移需满足如下条件：

- 前轮边缘 0.7s（可调谐）之后将穿越报警线时，在 LDW 情况下，报警线即为车道边界线的内边缘(图示红线)；



图：报警线设置

2.2.1.3.3.1.5 Active 状态进入 Standby 状态的条件

前轮边缘 0.7s（可调谐）之后将穿越终止报警线时，在 LDW 情况下，报警线即为距离车道边界线的内边缘 15cm(图示绿线)；

2.2.1.3.3.1.6 进入 OFF 的条件

Passive 状态、Standby 状态、Active 状态均可以进入 OFF 状态且条件相同，需满足如下条件：

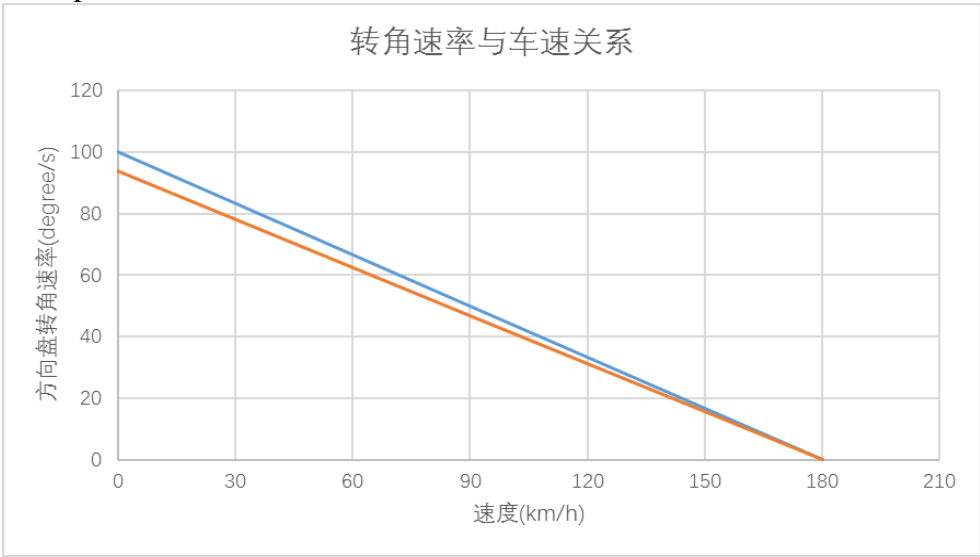
- 横向控制软设置选择关闭

2.2.1.3.3.1.7 进入 Passive 的条件

Standby 状态和 Active 状态均可以进入 Passive 状态，且满足条件相同，需满足如下任一条件：

- 自车车速<55km/h
- 自车车速>180km/h
- 横摆角速度>0.25 rad/s
- 车道宽度>5.5m 超过 3s
- 车道宽度<2.5m 超过 3s
- 道路曲率>0.0045m<sup>-1</sup> 超过 2s
- 检测到变道超过 0.5s
- ABS 或 ESP 激活超过 1s
- 未检测到车道线
- 相关侧的转向灯开启
- 危险警示灯开启
- 主缸压力>17bar

- 转向盘转角速率>[--, 200/3] deg/s 超过 0.4s，阈值随车速的增加而线性降低，速度区间为[60, 180] kph






- 系统报警产生抑制 2s，仅相应侧抑制，相对侧不抑制。
- EPS 未就绪

2.2.1.3.4 LDW 人机交互要求

- LDW 功能无硬开关。
- LDW 功能的状态灯样式以及颜色应当遵循 ISO 的要求。
- LDW 功能软开关界面及状态灯示意图：



功能	软开关界面	状态灯
LDW		
系统关闭		无显示

### 2.2.2 性能验收指标

表：LKA 系统性能验收指标

车道保持辅助系统性能验收指标		
功能描述	性能项	KPI
通用指标	系统可激活车速	60km/h~172km/h
	系统可工作车速	55km/h~180km/h
	车道线颜色	白色、黄色
	车道线类型	实线、虚线、双实线车道线、路钉及暂时车道线（如施工区域）
	同时探测车道线数量	≥4
	车道线（清晰的实线或虚线）探测距离	>60m(白天)，>40m(晚上)
	车道宽度范围	>2.5m，<5.6m
	车道线宽度	(0.08~0.6)m
	车道线线段长度	>2m
	道路弯道半径	≥250m
	车道线间距可识别距离	10m
	车辆后轴行驶到具备车道线道路上到功能实现	≤2s

车道偏离预警	报警的方向盘振动最大扭矩	$\leq 3 \text{ N m}$
	横向速度范围: $0 < V < 0.1 \text{ m/s}$ , 报警距离	$0.08 \text{ m} \pm 0.15 \text{ m}$
	横向速度范围: $0.1 \text{ m/s} < V < 1 \text{ m/s}$ , 报警距离	$0.8 \text{ s} \times V \pm 0.15 \text{ m}$
	横向速度范围: $1 \text{ m/s} < V$ , 报警距离	$0.8 \text{ m} \pm 0.15 \text{ m}$
车道保持辅助	在脱离方向盘后系统解除前, 强辅助强度辅助下偏离车道中心的距离 (LKS)	$(-0.2 \sim 0.2) \text{ m}$
	在脱离方向盘后系统解除前, 弱辅助强度辅助下 (LDP)	保持在车道线内
	系统可执行的最大干预扭矩	$\leq 3 \text{ N m}$
	驾驶员脱离方向盘后系统解除时间	$24 \text{ s} \sim 64 \text{ s}$

## 2.2.3 适用性要求

### 2.2.3.1 预期使用和误用

- LKA 是一个舒适性驾驶辅助系统, 驾驶员必须一直保持对车辆的控制并且对车辆负有全部责任。

- LKA 的功能可以辅助驾驶员, 但是不能替代驾驶员进行驾驶。即使 LKA 处于激活状态, 驾驶员也必须谨慎驾驶。

- LKA 系统不能用于弯道半径过小的道路。

- LKA 系统不能用于车道线不可见的道路。

- 视频传感器被安装在车辆的挡风玻璃后。需要注意的是, 传感器的视野不能被污染物遮挡。尤其当积雪完全覆盖传感器时, 会导致系统退出。系统将会通过人机界面向驾驶员传递系统退出的信息。

- 视频传感器的校准可能受到振动或者碰撞影响, 是系统性能下降。在这种情况下, 视频传感器需要被重新检查, 可能需要对传感器进行重新校准。

### 2.2.3.2 系统限制

-性能下降的典型工况:



## 2.3 交通拥堵辅助 Traffic Jam Assist

### 2.3.1 功能要求 Function Requirement

驾驶员辅助功能车交通拥堵辅助（TJA）在交通阻塞的情况下为驾驶员提供纵向及横向辅助。典型的速度区间为 0 kph 到 60 kph。

TJA 在全速度范围内为驾驶员提供车辆的纵向和横向辅助。

TJA 功能只有当驾驶员在菜单中选择智能领航的条件下，才会激活纵向辅助由 ACC 系统实现，将自身车辆维持在固定的车速或者与前方道路使用者的固定时间间隔行驶。

在 TJA 速度区间（一般为 0 - 60 kph），如果车道线存在，车辆会被维持在车道之内行驶；否则车辆会跟随前方车辆的侧向移动行驶。

TJA 在单调的驾驶环境或者交通拥堵的情况之下，可以减轻驾驶员的工作量，提供安全舒适的驾驶环境。

此系统不提供自动驾驶功能，不允许长时间的脱手驾驶。

在需驾驶员接管的环境下，例如转弯、路口、并道以及前方车辆切入等，驾驶员需全权负责车辆的驾驶。

TJA 功能在有引导车和双侧车道线可见情况下，当车辆车速低于 20kph 时，车辆跟随前车在车道线区域内进行横向控制。当车辆车速高于 25kph 时，车辆基于车道线控制的优先级高于跟随前车的控制。

私有 CAN 信号 Status\_ACC==0x9 Permanent Failure & 0x8 Temporary Failure（ACC 功能故障）出现时，此时 LKA 功能应该按照驾驶员的选择输出，即不再根据 ACC 的故障来点亮 LKA 故障灯。

2.3.2 状态机转化条件

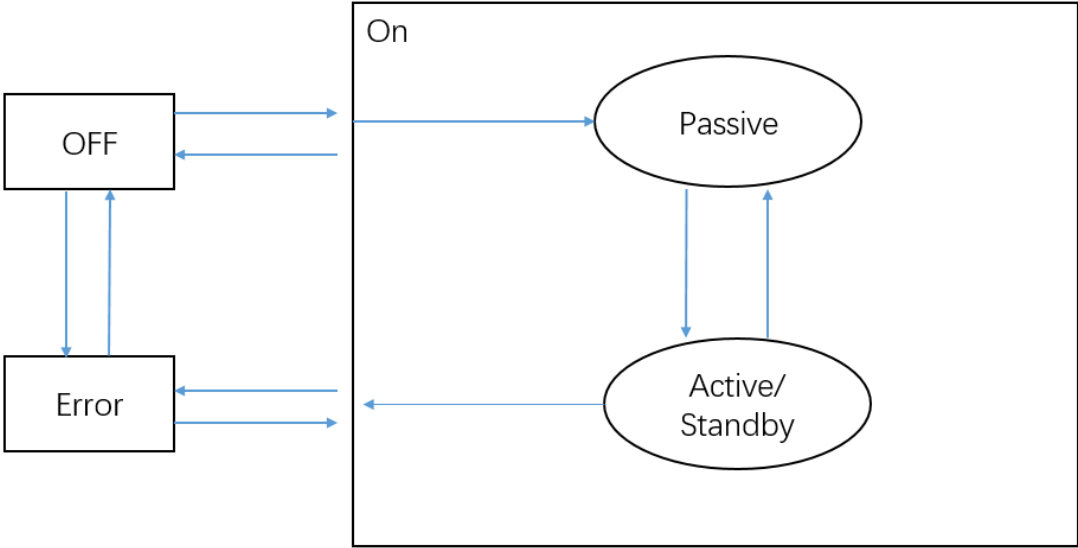
该状态机仅体现在 ICC 工况下的摄像头状态转换。在 ICC 功能未激活时，LDW/LDP/LKS 的功能模式按照驾驶员选择的结果进行，当 ICC 功能激活时且车速小于 60kph 强制进入 LKS+功能模式。当进入 LKS+功能模式时，状态机体现 LKS+的状态机，并且体现 LDW 的状态机。当 ICC 功能激活时且车速大于 60kph 进入 LKS+LDW（辅助强）功能模式。

LDP/LKD/LKS+具体实现条件及功能切换请参考下图：

各功能迁移状态					
迁移前状态	迁移后状态	子条件关系	LDP	LKS	LKS+
OFF	ON	OR	LDP功能被驾驶员选择 且 ICC处于未激活状态	ICC激活状态 且 车速≥60kph	ICC激活状态 且 车速 < 60kph
				LKS功能被驾驶员选择 且 ICC未激活状态	
ON	OFF	OR	LKS功能被驾驶员选择 或 ICC激活状态	LDP功能被驾驶员选择 且 ICC处于未激活状态	LDP功能被驾驶员选择 且 ICC处于未激活状态
				ICC激活状态 且 车速 < 55km/h	ICC处于未激活状态 且 LKS功能被驾驶员选择
					自车车速≥60km/h
—	ERROR		LDP ERROR	LKS ERROR	LKS+ ERROR
ERROR	OFF		故障恢复故障前状态	故障恢复故障前状态	故障恢复故障前状态

ALOD_TYPE	ALOD_MODE	ICC状态
ICC	OFF	ICC 未激活状态
	PASSIVE	
	STAND_BY	
	ACTIVE	ICC 激活状态
	OVERRIDE	
	STAND_ACTIVE	
	STAND_WAIT	
	Brake Only Mode	
	Temporary Failure	ICC 未激活状态
	Permanent Failure	
ACC	OFF	ICC 未激活状态
	PASSIVE	
	STAND_BY	
	ACTIVE	
	OVERRIDE	
	STAND_ACTIVE	
	STAND_WAIT	
	Brake Only Mode	
	Temporary Failure	
	Permanent Failure	

LKS+的状态机



系统状态描述

主状态	子状态	对应CAN信号 FCS_ALAD_Status	纠偏扭矩 (Nm)
OFF	--		0
ON	Passive	Passive	0
	Standby	Standby	0
	Active	Active	!= 0
ERROR	--		0

### 2.3.2.1 LKS+进入 ERROR 状态的条件

- 满足下面任一条件，LKS+状态可以由 OFF 状态或 ON 状态进入 ERROR 状态:
  - 检测到永久性系统硬件故障
  - 检测到临时性系统硬件故障
  - 检测到摄像头永久性失明
  - 摄像头处在过热保护模式
  - 摄像头处在高压保护模式
  - 出现运行时间故障导致系统热重启
  - 检测到相关的通信故障,例如报文超时，报文计数器故障，冗余检查故障和数据长度故障
  - 检测到相关的信号故障，例如输入的车速信号无效
  - EPS 出现故障
- 在摄像头故障情况下，ALAD type 记忆并发送驾驶员选择的功能类型，故障恢复后再根据条件开启驾驶员选择的功能。

### 2.3.2.2 LKS+由 OFF 状态进入 Passive 状态的条件

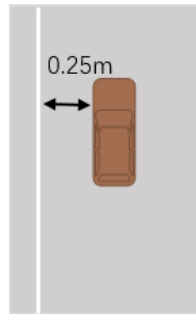
- ON 主状态下包括 Passive、Standby、Active 三种状态， LKS+由 OFF 状态进入 Passive 状态，必须同时满足如下条件：
- 未检测到任何故障
  - 功能已被配置
  - 摄像头初始化完成
  - ICC 激活状态且车速<60kph
- 当ICC功能未激活，此时FCS\_ALAD\_Status输出状态应该为0x0 OFF

### 2.3.2.3 LKS+由 Passive 状态进入 Active 状态的条件

- Standby 状态表示系统可以施加扭矩请求的条件均已满足，从 Passive 状态进入 Standby 状态需同时满足如下条件：
- 横摆角速度<0.20 rad/s 超过 3s
  - 检测到双侧车道线且 2.6m<车道宽度<5.2m 超过 1s,或者检测到一边车道线且前方存在跟随目标，或者没有检测到车道线且前方存在跟随目标

- 车道宽度 $<5.2\text{ m}$  超过  $1\text{ s}$  (包含 TIPL)或前方存在跟随目标
- 车道宽度 $>2.6\text{ m}$  超过  $1\text{ s}$  (包含 TIPL) 或前方存在跟随目标
- 道路曲率 $<0.004\text{ m}^{-1}$  超过  $4\text{ s}$
- 检测到变道完成时超过  $0\text{ s}$

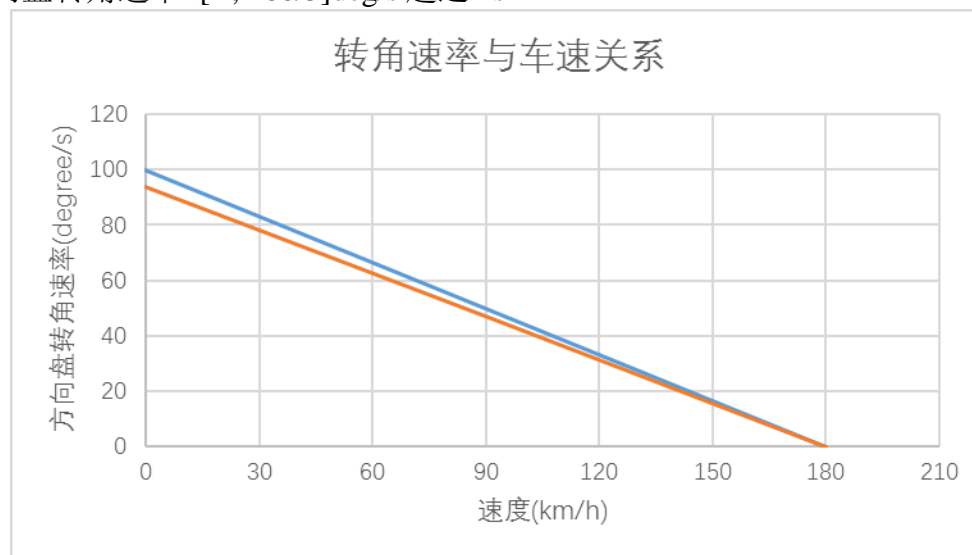
变道完成判断条件：前轮边沿距离车道线超过  $0.25\text{ m}$



- ABS 和 ESP 未激活超过  $1\text{ s}$
- 转向灯关闭超过  $3\text{ s}$  或者相关侧的转向灯开启且相应侧 BSD 报警

备注：

- 转向灯打开，BSD 没有报警或者没有在转向灯相同侧报警，抑制相应侧 LDP 以及 LKS 与 LKS+；
- BSD 功能故障 0x3 或禁用 0x4 时，不再关注 BSD 报警信号，驾驶员打转向即抑制相应侧控制；
- 手力矩 $<2.5\text{ Nm}$  或手力矩方向与请求力矩方向相同超过  $0.5\text{ s}$
- 危险警示灯灯关闭时超过  $2\text{ s}$
- 主缸压力 $<10\text{ bar}$  超过  $4\text{ s}$
- 转向盘转角速率 $<[-, 188/3]\text{ deg/s}$  超过  $2\text{ s}$



图：车速与方向盘转角速率关系示意图

图：车速与方向盘速率示意图

- EPS 就绪时（EPS 信号处于 EPS\_LKSCntrlReady”或“EPS\_LKSCntrlActive”）
- 纵向控制器无故障

2.3.2.4 LKS+由 Standby 进入 Active 状态的条件

Active 状态表示系统正在进行扭矩请求，由 Standby 状态进入 Active 状态需满足如下条件：Standby 和 Active 共用相同的条件。（故无 standby 状态）

2.3.2.5 LKS+由 Active 状态进入 Standby 状态的条件

Active 状态表示系统正在进行扭矩请求，由 Standby 状态进入 Active 状态需满足如下条件：Standby 和 Active 共用相同的条件。（故无 standby 状态）

2.3.2.6 LKS+进入 OFF 状态的条件

LKS+系统可以由 Passive、Standby、Active 状态进入 OFF 状态，需满足如下任一条件：

- ICC 未激活
- 纵向控制器故障（包括临时故障和永久故障）
- ICC 激活且自车车速>60kph

2.3.2.7 LKS+由 Active 进入 Passive 状态的条件

Standby 状态和 Active 状态均可以进入 Passive 状态，条件相同，需要满足如下任一条件：

- 横摆角速度>0.25rad/s
- 车道宽度>5.5m 超过 3s（包括 TIPL）且无前方跟随目标
- 车道宽度<2.5m 超过 3s（包括 TIPL）且无前方跟随目标
- 道路曲率>0.0045m-1 超过 2s
- 检测到变道超过 0.5s

备注：车辆后轴中心点到车道线内边缘绝对值  $D_y < \text{半车宽} * \text{系数} (0.65) = 0.6048$



图：变道抑制 D<sub>y</sub>示意图

- ABS 或 ESP 激活超过 1s,
- 至少存在一条车道线未被检测到超过 3.0s

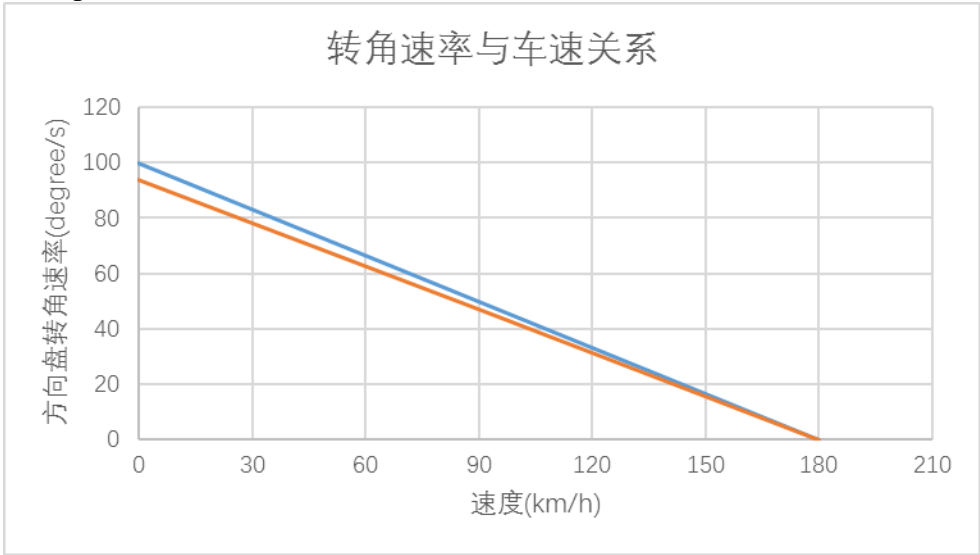


手力矩 >2.5Nm 且手力矩方向与请求力矩方向不同超过 0.8s（0.8s 开始退出，退出时长 0.5s，可调）

- 相关侧的转向灯开启且相应侧 BSD 未报警

备注：

- 转向灯打开，BSD 没有报警或者没有在转向灯相同侧报警，抑制转向灯侧 LDP 或抑制 LKS 或抑制 LKS+
- BSD 功能故障 0x3 或禁用 0x4 时，不再关注 BSD 报警信号，驾驶员打转向即抑制相应侧控制；
- 危险警示灯开启
- 主缸压力>17 bar
- 转向盘转角速率 > [--, 200/3] deg/s 超过 0.4s ,阈值随车速的增加而线性降低，速度区间为[60, 180] kph



图：车速与方向盘速率示意图

- EPS 未就绪
- 二级脱手报警激活
- 二级脱手报警触发
  - 当驾驶员脱手情况下，LKS 应当能将车辆保持在车道中心附近行驶一段时间。该时间默认为 X s。动态脱手探测时间以当前车速为准。
  - 脱手警告策略：持续脱手 x 秒(手力矩<xN.m)，发出一级警告 4s 后暂停 4s 再持续二级报警，二级脱手报警持续 4s 后功能退出。如果此时不握紧方向盘激活 ICC 功能，触发一级脱手报警的同时功能降级激活（横向控制功能不可用），一级脱手报警 4s 后暂停 4s 再持续二级报警，二级脱手报警持续 4s 后功能退出。

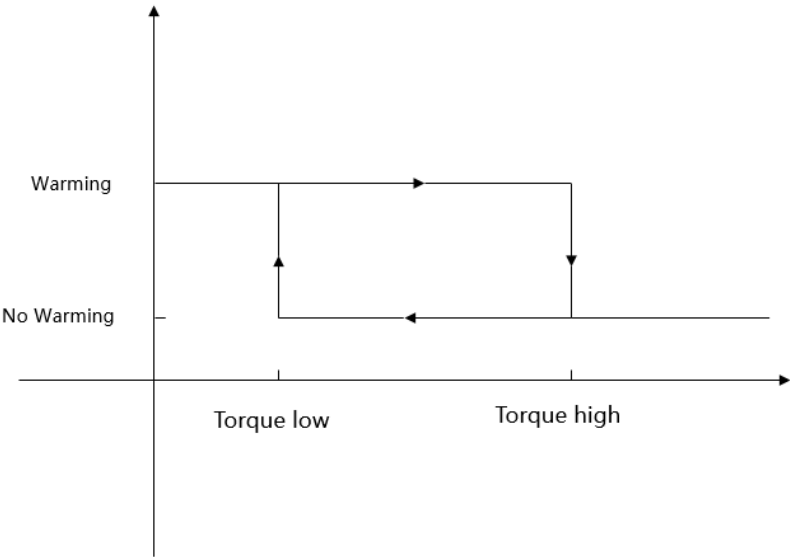
动态力矩探测阈值（力矩值仅为参考示例，具体根据车型标定确定）

Velocity	1	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	150
Torque low	0.20	0.2	0.20	0.20	0.20	0.20	0.23	0.20	0.23	0.20	0.2	0.20
Torque	0.225	0.22	0.225	0.225	0.225	0.225	0.255	0.225	0.255	0.225	0.22	0.225

high												
动态脱手探测时间（Dynamic Hands-off Detection Time）												
Velocity	1	15	20	30	40	60	80	100	120	140	150	
Detection Time	52	52	22	22	22	22	12	12	12	12	12	



图：脱手检测时长



图：脱手警告力矩判断

2.3.3 性能验收指标

交通拥堵辅助系统性能验收指标		
功能描述	性能项	KPI
通用指标	系统最低工作车速	0 km/h
	系统最高工作车速	60 km/h
	最低设定车速	30 km/h
	最高设定车速	60 km/h

	加速度范围	满足 ISO-22179 标准
	减速度范围	满足 ISO-22179 标准
	减速度变化率范围	满足 ISO-22179 标准
	系统自检时间	≤3s
纵向控制	满足自适应巡航系统功能 KPI	
横向控制	车道保持最低工作车速	0km/h
	最高工作车速	60km/h
	可激活的前提条件	ACC 功能激活
	仅前方目标，无车道线情况下能实现车道保持的工作车速	0~60km/h
	仅前方目标，无车道线情况下跟随前车中心行驶要求	需满足
	车辆最前端进入车道线到功能激活	≤3s
	其他要求满足车道保持辅助系统 KPI	
功能切换要求	在交通拥堵辅助系统与集成式巡航系统迁移过程中，不应出现横向控制短暂退出	需满足

车辆停止时（如等红绿灯）或跟停时，停止脱手报警的检测。（即车速为零时不再进行脱手的警告）

若在此期间车辆再次启动，脱手检测 RESET，重新从 0s 检测

## 2.4 智能巡航辅助 Intelligent Cruise Assist

### 2.4.1 功能要求 Function Requirement

驾驶员辅助功能集成式巡航辅助（ICA）在单调的驾驶环境之下为驾驶员提供纵向及横向辅助。典型的速度区间为 60 kph 以上。

纵向辅助由 ACC 系统实现，将自身车辆维持在固定的车速或者与前方道路使用者的固定时间间隔行驶。

在 ICA 速度区间（一般为 60 kph 以上），车辆会被维持在车道中心附近行驶。且具备 LDW 车道偏离预警功能，即 LKS+LDW 功能。且此时 LDW 的报警反馈方式为驾驶员上一次选择

ICA 功能只有在驾驶员选择智能领航的条件下，才会激活

ICA 在单调的驾驶环境或者交通拥堵的情况之下，可以减轻驾驶员的工作量，提供安全舒适的驾驶环境。

此系统不提供自动驾驶功能，不允许长时间的脱手驾驶。

在需驾驶员接管的环境下，例如转弯、路口、并道以及前方车辆切入等，驾驶员需全权负责。

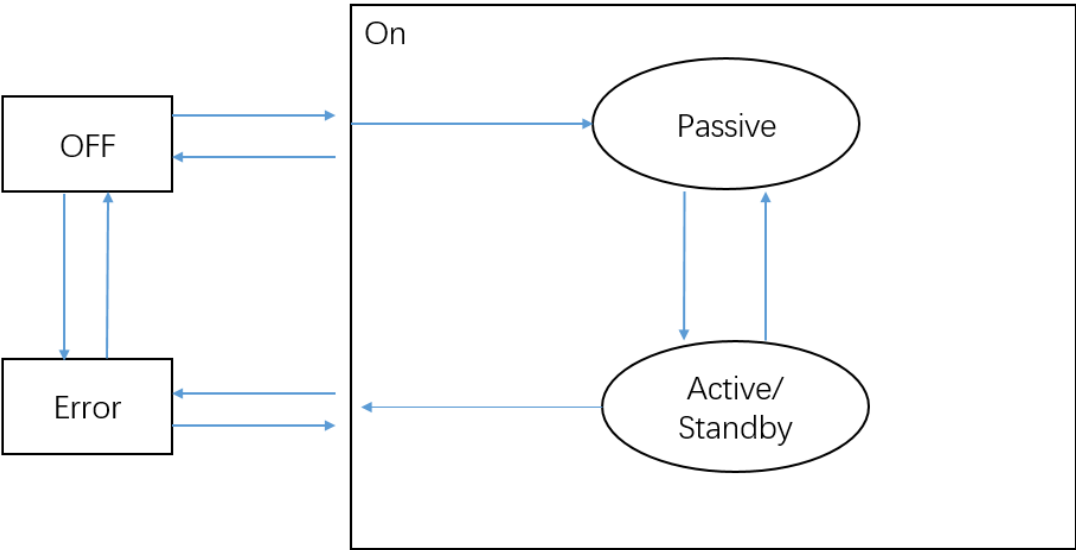
状态机转化条件：

此状态机仅用于仪表显示，与博世内部状态机不冲突，且该状态机仅体现在 ICC 工况下的摄像头状态转换。在 ICC 功能未激活时，LDW/LDP/LKS 的功能模式按照驾驶员选择的结果进行，当 ICC 功能激活时强制进入 LKS 功能模式。当进入 LKS 功能模式时，状态机只体现 LKS 的状态机， 且体现 LDW 的状态机。

私有 CAN 信号 Status\_ACC==0x9 Permanent Failure & 0x8 Temporary Failure（ACC 功能故障）出现时，此时 LKA 功能应该按照驾驶员的选择输出，即不再根据 ACC 的故障来点亮 LKA 故障灯。

ICA 的车速均在 60km/h 以上，故只要是在 ICA 模式，车速就不再进行说明。

LKS 的状态机



系统状态描述

主状态	子状态	对应CAN信号	纠偏扭矩（Nm）
OFF	--	FCS_ALAD_Status	0
ON	Passive		0
	Standby		0
	Active		!= 0
ERROR	--		0

2.4.1.1 进入 ERROR 状态的条件

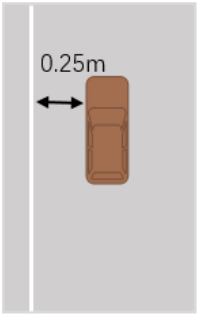
- 满足下面任一条件，LKS 状态可以由 OFF 状态或 ON 状态进入 ERROR 状态:
  - 检测到永久性系统硬件故障
  - 检测到临时性系统硬件故障
  - 检测到摄像头永久性失明
  - 摄像头处在过热保护模式
  - 摄像头处在高压保护模式
  - 出现运行时间故障导致系统热重启
  - 检测到相关的通信故障,例如报文超时，报文计数器故障，冗余检查故障和数据长度故障
  - 检测到相关的信号故障，例如输入的车速信号无效
  - EPS 出现故障
- 在摄像头故障情况下，ALAD type 记忆并发送驾驶员选择的功能类型，故障恢复后再根据条件开启驾驶员选择的功能。

2.4.1.2 LKS 由 OFF 状态进入 Passive 状态的条件

- ON 主状态下包括 Passive、Standby、Active 三种状态， LKS 由 OFF 状态进入 Passive 状态，也就是 LKS 开关开启，必须同时满足如下条件：
- 未检测到任何故障
  - 功能已被配置
  - 摄像头初始化完成
  - 横向控制软设置选择"辅助强"LKS 或智能领航 ICC 激活且车速>60kph

2.4.1.3 LKS 由 Passive 状态进入 Active 状态的条件

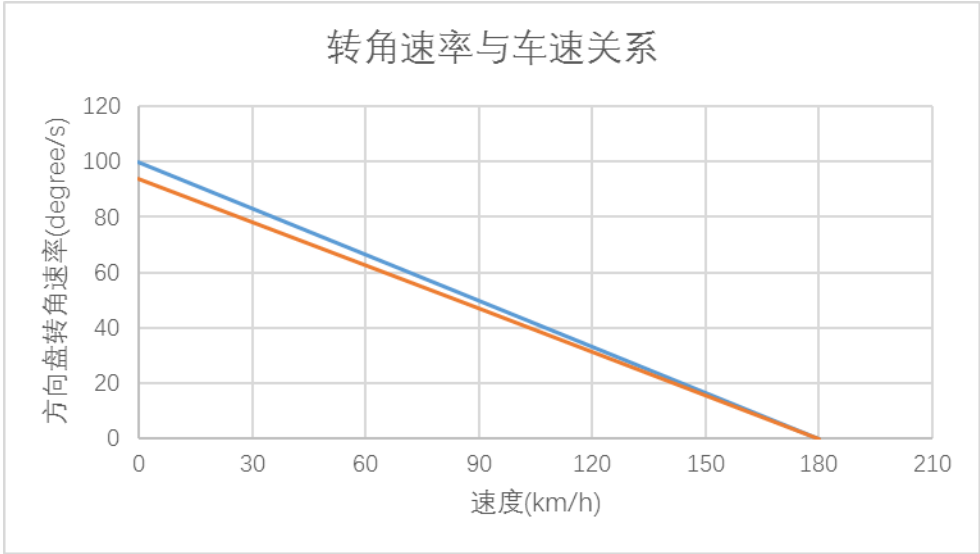
- Standby 状态表示系统可以施加扭矩请求的条件均已满足，从 Passive 状态进入 Standby 状态需同时满足如下条件：
- 横摆角速度<0.20 rad/s 超过 3s
  - 车道宽度<5.2 m 超过 1s
  - 车道宽度>2.6 m 超过 1s
  - 道路曲率<0.004m-1 超过 4s
  - 检测到变道完成时超过 0s
- 变道完成判断条件：前轮边沿距离车道线超过 0.25m



- ABS 和 ESP 未激活超过 1s
- 检测到驾驶员手力矩>Torque High 超过 0.3s
- 检测到双侧车道线超过 0s
- 转向灯关闭超过 3s 或者相关侧的转向灯开启且相应侧 BSD 报警

备注:

- 转向灯打开, BSD 没有报警或者没有在转向灯相同侧报警, 抑制转向灯侧 LDP 或抑制 LKS 或抑制 LKS+
- BSD 功能故障 0x3 或禁用 0x4 时, 不再关注 BSD 报警信号, 驾驶员打转向即抑制相应侧控制;
- 手力矩<2.5Nm (待标定) 方向相反或手力矩方向与请求力矩方向相同超过 0.5s
- 危险警示灯灯关闭时超过 2s
- 主缸压力<10 bar 超过 4s
- 转向盘转角速率<[-, 188/3]deg/s 超过 2s



图：车速与方向盘转角速率关系示意图

- EPS 就绪时 (EPS 信号处于 EPS\_LKSCntrlReady ” 或“EPS\_LKSCntrlActive”)
- 纵向控制器无故障

2.4.1.4 LKS 由 Standby 进入 Active 状态的条件

Active 状态表示系统正在进行扭矩请求, 由 Standby 状态进入 Active 状态需满足如下条件:

Active 和 Standby 具有相同的状态条件, 二者转化不需要额外的条件。(故无 standby 状态) LKS 进入 OFF 状态的条件

LKS 系统可以由 Passive、Standby、Active 状态进入 OFF 状态, 需满足如下任一条件:

- ICC 未激活
- 纵向控制器故障 (包括临时故障和永久故障)

-ICC 激活且自车车速<55kph

2.4.1.5 LKS 由 Active 进入 Passive 状态的条件

Standby 状态和 Active 状态均可以进入 Passive 状态，条件相同，需要满足如下任一条件：

- 横摆角速度>0.25rad/s
- 车道宽度>5.5m 超过 3s
- 车道宽度<2.5m 超过 3s
- 道路曲率>0.0045m-1 超过 2s
- 检测到变道超过 0.5s

备注：车辆后轴中心点到车道线内边缘绝对值  $D_y$ <半车宽\*系数（0.65）=0.6048

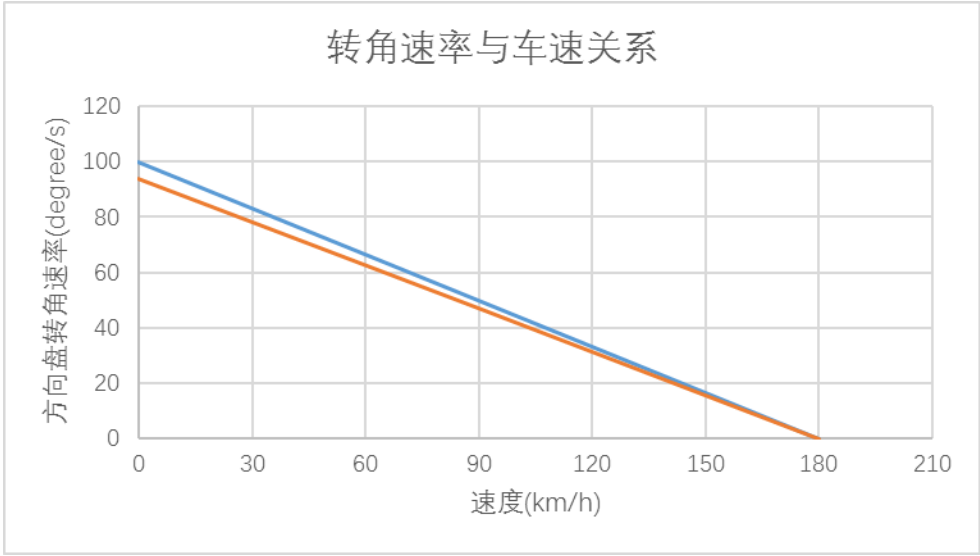


图：变道抑制  $D_y$ 示意图

- ABS 或 ESP 激活,即使触发抑制系统还是会持续作用 3 秒钟以维持驾驶员接管警告
- 二级脱手报警触发
- 至少存在一条车道线未被检测到超过 1.5s
- 手力矩 >2.5Nm 且手力矩方向与请求力矩方向不同超过 0.8s（0.8s 开始退出，退出时长 0.5s，可调）
- 相关侧的转向灯开启且相应侧 BSD 未报警

备注：

- 转向灯打开，BSD 没有报警或者没有在转向灯相同侧报警，抑制转向灯侧 LDP 以及 LKS；
- BSD 功能故障 0x3 或禁用 0x4 时，不再关注 BSD 报警信号，驾驶员打转向即抑制相应侧控制；
- 危险警示灯开启
- 主缸压力>17bar
- 转向盘转角速率 > [--, 200/3] deg/s 超过 0.4s，阈值随车速的增加而线性降低，速度区间为[60, 180] kph



图：车速与方向盘速率示意图

- EPS 未就绪

-当驾驶员脱手情况下，LKS 应当能将车辆保持在车道中心附近行驶一段时间。该时间默认为 X s。动态脱手探测时间以当前车速为准。

-脱手警告策略：持续脱手 x 秒(手力矩<xN.m)，发出一级警告 4s 后暂停 4s 再持续二级报警，二级脱手报警持续 4s 后功能退出。如果此时不握紧方向盘激活 ICC 功能，触发一级脱手报警的同时功能降级激活（横向控制功能不可用），一级脱手报警 4s 后暂停 4s 再持续二级报警，二级脱手报警持续 4s 后功能退出。

动态力矩探测阈值（力矩值仅为参考示例，具体根据车型标定确定）

Velocity	1	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	150
Torque low	0.20	0.2	0.20	0.20	0.20	0.20	0.23	0.20	0.23	0.20	0.2	0.20
Torque high	0.225	0.22	0.225	0.225	0.225	0.225	0.255	0.225	0.255	0.225	0.22	0.225

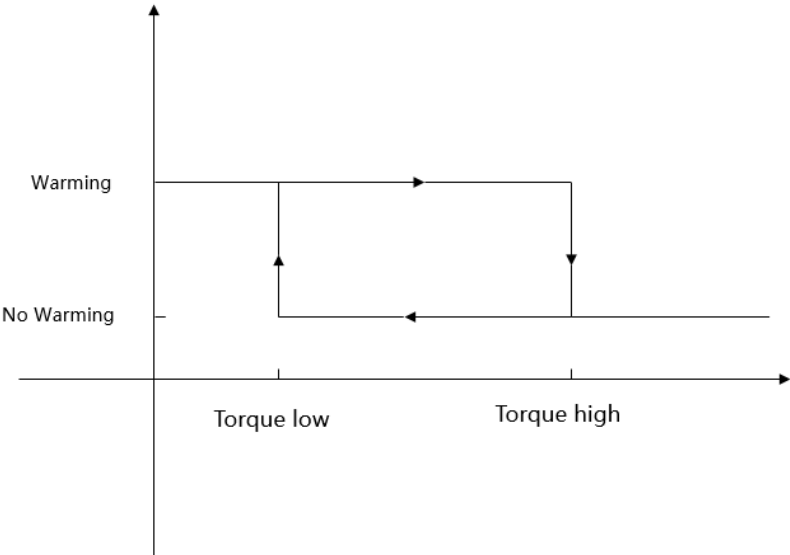
动态脱手探测时间（Dynamic Hands-off Detection Time）

Velocity	1	15	20	30	40	60	80	100	120	140	150
Detection Time	52	52	22	22	22	22	12	12	12	12	12



图：脱手检测时长





图：脱手警告力矩判断

2.4.1.6 Active 状态进入 Standby 状态的条件

Active 和 Standby 具有相同的状态条件，二者转化不需要额外的条件。（故无 standby 状态）

2.4.1.7 横向控制 FCS\_ALAD\_Status 信号输出策略

LDW	LDP	LKS	LKS+(TJA)	ALAD_Status输出状态
OFF	OFF	OFF	OFF	ALL_OFF
ERROR	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR ( 任一功能故障 )
ON	ON	OFF	OFF	LDP_ON
ON	OFF	ON	OFF	LKS_ON
OFF	OFF	OFF	ON	LKS+_ON

当前私有 CAN 信号、故障等出现的时候，TJA 功能不可用，此时 LKA 功能应出现故障。则当 TIPL\_ERROR 时，此时 ALAD\_ERROR，若私有 CAN 信号 Status\_ACC==0x9 Permanent Failure&0x8 Temporary Failure（ACC 功能故障）出现时，此时 LKA 功能应该按照驾驶员的选择输出，即不再根据 ACC 的故障来点亮 LKA 故障灯。

车道保持辅助系统模式	状态机		Line_Color输出信号		状态机ALAD_Status输出信号
	左侧状态机	右侧状态机	FCS_LineLeft_Color	FCS_LineRight_Color	
LDW	Passive	Passive	0x0 Grey	0x0 Grey	Passive
		Standby	0x0 Grey	0x1 White	Standby
		Active	0x0 Grey	0x2 Red	Active
	Standby	Passive	0x1 White	0x0 Grey	Standby
		Standby	0x1 White	0x1 White	Standby
		Active	0x1 White	0x2 Red	Active
	Active	Passive	0x2 Red	0x0 Grey	Active
		Standby	0x2 Red	0x1 White	Active
		Active	0x2 Red	0x2 Red	Active
LDP	Passive	Passive	0x0 Grey	0x0 Grey	Passive
		Standby	0x0 Grey	0x1 White	Standby
		Active	0x0 Grey	0x2 Red	Active
	Standby	Passive	0x1 White	0x0 Grey	Standby
		Standby	0x1 White	0x1 White	Standby
		Active	0x1 White	0x2 Red	Active
	Active	Passive	0x2 Red	0x0 Grey	Active
		Standby	0x2 Red	0x1 White	Active
		Active	0x2 Red	0x2 Red	Active
LKS	Passive		0x0 Grey		Passive
	Standby		0x2 Red		Standby
	Active		0x2 Red		Active

图：ALAD 信号输出

### 2.4.2 性能验收指标

智能领航功能系统性能验收指标		
功能描叙	性能项	KPI
通用指标	系统最低工作车速	0 km/h
	系统最高工作车速	170 km/h
	最低设定车速	30 km/h
	最高设定车速	150 km/h
	加速度范围	满足 ISO-22179 标准
	减速度范围	满足 ISO-22179 标准
	减速度变化率范围	满足 ISO-22179 标准
	系统自检时间	≤3s
纵向控制	满足自适应巡航系统功能 KPI	
横向控制	车道保持最低工作车速	0km/h
	最高工作车速	170km/h
	可激活的前提条件	ACC 功能激活
	仅前方目标，无车道线情况下能实现车道保持的工作车速	0~60km/h
	仅前方目标，无车道线情况下跟随前车中心行驶要求	需满足
	车辆最前端进入车道线到功能激活	≤3s
	其他要求满足车道保持辅助系统 KPI	
功能切换要求	在交通拥堵辅助系统与集成式巡航系统迁移过程中，不应出现横向控制短暂退出	需满足

## 3 售后市场问题汇总