

# 自动驾驶系统接管及人机交互功能 标准化需求研究项目报告

全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分技术委员会发布

全国汽车标准化技术委员会  
智能网联汽车分技术委员会

2020年11月

## 前言

随着科学技术的进步，人们对于车辆运行安全性和舒适性的需求日益提高，整车制造企业、自动驾驶系统供应商都在加速推进自动驾驶系统的量产落地。然而，在遇到快速发展机遇的同时，同样面临着巨大的挑战。在未来较长一段时间内，人机共驾的状态仍将存在，驾驶员和系统间的操作权限的切换、人机交互过程的顺畅度和合理性将影响整个交通运输环境的运行安全性。目前对自动驾驶系统的人机交互过程仍缺乏明确的标准化定义、功能性能要求及试验方法。驾驶员对车辆的接管、主动介入、人机交互界面等要求的标准化，将对自动驾驶系统的健康、安全落地，有着至关重要的影响。

本研究报告编制过程中，各起草单位参阅了大量资料，借鉴了部分行业素材，鉴于篇幅有限，不一一列举，在此向各位原著作者表示诚挚感谢！

在此，再次衷心感谢参与研究报告编写的各个单位和组织：中国第一汽车集团有限公司、中国汽车技术研究中心有限公司、华为技术有限公司、吉林大学、泛亚汽车技术中心有限公司、惠州市德赛西威汽车电子股份有限公司、长城汽车股份有限公司、小马智行科技有限公司、华晨汽车集团控股有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、宝马（中国）服务有限公司、吉利汽车研究院（宁波）有限公司、上海汽车集团股份有限公司、厦门金龙汽车集团股份有限公司、神龙汽车有限公司、广州汽车集团股份有限公司（汽车工程研究院）。

主要撰写人：赵维伟、张行、孙航、张晋崇、郭立群、张嘉芮、魏韬、刘航、隋琳琳、朱冰、李享泰、张行、张宏伟、张效宇、赵祥磊、扬子江、蔡静雯、冯威、靳骅驰、陈明、赵德华、金晨、王卓、尤双和、梁世腾、王祥、黄亮、刘玉清、邓杰、钟守山、于太、杨凯、郝峥嵘、张友、冷如波。

# 目 录

前言 .....	I
第一章 自动驾驶系统接管及人机交互功能标准化研究概述.....	2
1.1 自动驾驶系统研究进展.....	2
1.2 自动驾驶系统人机交互功能定义及意义.....	3
1.2.1 人机交互功能定义.....	3
1.2.2 人机交互功能的意义.....	4
1.3 自动驾驶系统接管及人机交互功能应用现状及痛点问题.....	5
1.3.1 对于接管功能的研究内容及现状.....	5
1.3.2 对于接管功能的痛点问题.....	6
第二章 自动驾驶系统接管及人机界面标准法规现状.....	7
2.1 国外标准法规现状.....	7
2.2 国内标准法规现状.....	9
第三章 自动驾驶系统接管及人机界面标准化研究方向.....	10
3.1 自动驾驶系统人机交互功能的分类.....	10
3.2 自动驾驶系统接管及人机交互功能场景定义.....	11
3.3 自动驾驶系统接管及人机交互功能标准化建议.....	15
3.3.1 驾驶员状态监测要求.....	15
3.3.1.1 驾驶员状态监测功能介绍.....	15
3.3.1.2 驾驶员状态监测在自动驾驶中的应用.....	17
3.3.1.3 驾驶员状态监测标准化建议.....	17
3.3.2 接管功能.....	18
3.3.2.1 接管功能介绍.....	18
3.3.2.2 接管功能在自动驾驶系统中的应用.....	18
3.3.2.3 接管功能的标准化建议.....	20
3.3.3 最小风险策略技术.....	20
3.3.3.1 最小风险策略介绍.....	20
3.3.3.2 最小风险策略在自动驾驶中的应用.....	22
3.3.3.3 最小风险策略的标准化建议.....	23
3.3.4 车辆与周边交通参与者间的交互要求.....	23
3.3.4.1 车辆与周边交通参与者间的交互功能介绍.....	23
3.3.4.2 车辆与周边交通参与者间的交互功能在自动驾驶中的应用.....	23
3.3.4.3 车辆与周边交通参与者间的交互功能标准化建议.....	24
3.3.5 主动干预功能技术要求.....	24
3.3.5.1 主动干预功能介绍.....	24
3.3.5.2 主动干预功能在自动驾驶中的应用.....	25
3.3.5.3 主动干预功能标准化建议.....	25
第四章 总结与展望.....	25

# 第一章 自动驾驶系统接管及人机交互功能标准化研究概述

## 1.1 自动驾驶系统研究进展

智能网联汽车是指通过搭载先进传感器、控制器、执行器等装置，运用信息通信、互联网、大数据、云计算、人工智能等新技术，具有部分或者全自动驾驶功能，由单纯交通运输工具逐步向智能移动空间转变的新一代汽车。自动驾驶将显著减轻驾驶负荷，增进驾驶安全，改善交通状况，带来明显的社会效益和经济效益。

随着人工智能、通信技术及计算机技术的蓬勃发展，汽车的智能化已经成为解决交通拥堵、驾驶安全以及环境污染等问题的重要途径，当前《国家中长期科技发展纲要（2006-2020年）》中提出需要把汽车智能技术在内的智能交通管理系统作为我国中长期发展的国家战略，汽车信息化与智能化技术关联性密切，商业化的运用除在车辆本身之外，还在道路和交通管理、相关交通参与者和互联网产业中体现，是复杂的系统工程。

根据汽车的智能化、网联化进程，我国制定了推荐性国家标准《汽车驾驶自动化分级》，其中将驾驶自动化等级划分为0级-5级。0级驾驶自动化又称为应急辅助，该级别下的驾驶自动化系统不能持续执行动态驾驶任务中的车辆横向或纵向运动控制，但具备持续执行动态驾驶任务中的部分目标和事件探测与响应的能力。1级驾驶自动化又称为部分驾驶辅助，驾驶自动化系统在其设计运行条件内持续地执行动态驾驶任务中的车辆横向或纵向运动控制，且具备与所执行的车辆横向或纵向运动控制相适应的部分目标和事件探测与响应的能力；2级驾驶自动化又称为组合驾驶辅助，驾驶自动化系统在其设计运行条件内持续地执行动态驾驶任务中的车辆横向和纵向运动控制，且具备与所执行的车辆横向和纵向运动控制相适应的部分目标和事件探测与响应的能力；3级驾驶自动化又称为有条件自动驾驶，驾驶自动化系统在其设计运行条件内持续地执行全部动态驾驶任务；4级驾驶自动化又称为高度自动驾驶，驾驶自动化系统在其设计运行条件内持续地执行全部动态驾驶任务和执行接管；5级驾驶自动化又称为完全自动驾驶，该级别下驾驶自动化系统在任何可行驶条件下持续地执行全部动态驾驶任务和执

行接管。

根据汽车行业预测，智能网联汽车将于 2020 年-2025 年逐步进入市场，将开启一个崭新的阶段，但是在自动驾驶过程中用户失去对汽车的控制感是智能网联汽车的一个用户体验难题。即使自动驾驶和人工驾驶状态可切换，但如何切换、什么时候切换都是十分重要的问题。目前有关自动驾驶系统人机交互相关研究更着重于人机交互界面的视觉设计，而基于用户体验针对情景特征和用户需求的交互策略设计有待深入研究。

## 1.2 自动驾驶系统人机交互功能定义及意义

### 1.2.1 人机交互功能定义

人机交互系统是为了促进人与计算机之间的相互理解，在最大程度上为人类完成信息管理、服务和处理等功能。自动驾驶系统与驾驶员之间的相互理解，对自动驾驶系统的运行安全性有着至关重要的影响。

对于 L3 和 L4 级别的自动驾驶系统，由于受限于车辆的环境感知系统探测能力、物联网信息的丰富度和实时性、执行机构的冗余度和可控精度等多方面因素影响，其对复杂道路情况的处理能力仍然有限，需要驾驶员在必要时，及时操控车辆，以保证自车和交通环境参与者的人身和财产安全。当今的技术发展现状也决定了我们必须对接管和人机交互功能进行标准化约束，以降低人机交互失效率。

自动驾驶接管功能本质上就是驾驶权的切换问题，根据驾驶权转换的发起者和执行者不同，可分为由驾驶员发起和由驾驶自动化系统（下面简称“系统”）发起，见表 1：

表 1. 驾驶权转换分类（按发起者）

发起者	驾驶权归属		定义	过程/举例
	发起前	发起后		
驾驶员	驾驶员	系统	激活	驾驶员将操纵权移交给系统
	系统	驾驶员	干预	驾驶员将操纵权从系统中取回
系统	系统	驾驶员	接管	系统正在操纵驾驶权，系统意识到能力不足，请求移交给驾驶员
	系统	后援系统	激活最小风险策略	系统采取降低风险的措施

还可以根据紧急程度，分为紧急状况的驾驶权转换、非紧急状况的驾驶权转换，在不同的状况下，响应时间要求不一致。

本研究项目主要关注人机交互功能中的接管和干预，分别定义如下：

1) 当出现动态驾驶任务(DDT)相关系统失效或超出 ODD 范围时，由系统发出介入请求，用户通过控制横纵向操纵系统等方式进行响应，这个过程被称为接管（侧重于驾驶员被动执行）；

2) 驾驶员在系统仍处于活动状态时主动向横纵向控制系统提供输入，系统根据阈值判断是退出功能还是继续执行剩下部分的 DDT 任务，这个过程被称为干预（侧重于驾驶员主动执行）。

### 1.2.2 人机交互功能的意义

良好的人机交互可以促进人与系统之间的有效沟通，增进彼此的理解，从而达到更安全、舒心、有效的驾驶体验，增加用户对自动驾驶系统的信任感：

#### 1) 有助于驾驶员理解系统能力

当前，自动驾驶系统尚未达到在完全自动驾驶能力，不能确保可以在所有场景所有工况下安全驾驶。自动驾驶系统可能出现故障，比如摄像头、雷达、地图等系统故障，无法有效获取环境信息，从而导致自动驾驶系统失效。此外，车辆的运行环境有可能超出自动驾驶系统的设计运行范围，系统无法对当前场景进行有效、合理的控制。接管功能的存在，以及对接管清晰定义和规范，可以有助于驾驶员对所驾驶车辆的自动驾驶系统能力有清晰的认知，明确可以依赖系统驾驶的场景，对系统失效以及系统不能处理等需要接管的场景有更清晰理解。

#### 2) 提高行车安全

自动驾驶系统人机界面可为驾驶员显示前方道路情况与周围环境的识别结果，并可监控驾驶员的驾驶行为，包括识别疲劳驾驶，或注意力降低等指标，从而及时提醒驾驶员，预防潜在的隐患，其对于道路交通安全来说，意义重大。

#### 3) 改善个性化车内体验

自动驾驶系统中，人参与驾驶相关的任务将随着自动驾驶级别提高而减少，驾驶功能本身也会成为自动化系统控制下的出行服务的一部分，从而未来的车内用户体验的考量将从安全和效率方面转向偏重娱乐与社交等方面。基于人工智能

技术,将可以为车内用户提供个性化的显示内容,改善驾驶员与乘客的车内体验。

#### 4) 加速高级别自动驾驶时代到来

随着自动化技术的发展,L3/L4级自动驾驶会将长期存在于用户的用车场景中,自动驾驶系统接管功能将对自动驾驶安全运行起到至关重要的作用,在不需要用户接管的L4/L5系统到来之前,接管功能将长期存在,且随着技术成熟度的提高会逐步弱化。研究好这个过程及相关发展趋势将会推动并加速下一个时代的到来。

### 1.3 自动驾驶系统接管及人机交互功能应用现状及痛点问题

#### 1.3.1 对于接管功能的研究内容及现状

自动驾驶系统是多技术融合的典型代表,自动驾驶技术按照信息传递的顺序可分为:环境感知技术、规划决策技术、操作控制技术和网络通信技术。其中驾驶模式切换的规划决策是自动驾驶技术一个难点。美国交通部DOT指南中提出:自动驾驶系统有四个重大研究内容与驾驶模式切换问题有关:第一,是在自动驾驶过程中的动态驾驶任务,叫DDT(动态驾驶任务);第二,是在什么样的外部条件下车可以进入自动驾驶,叫ODD(设计运行范围);第三,叫OEDR(感知与判断),在自动驾驶系统行驶过程中,如果条件变化超出设定,就要退出自动驾驶模式,或者进入DDTF(动态驾驶任务应急措施);第四,DDTF,其实就是ODD已经判别了,警示驾驶员接管车辆,如果驾驶员没有接管就是无人驾驶,当OEDR识别后,需要新的降低驾驶能力的开发任务。

一般而言ODD的边界条件,即为驾驶模式切换的触发条件,也是接管提示的主要场景需求。本文所要研究的接管过程,包括由于超出ODD或驾驶员主观意愿导致的驾驶员对动态驾驶任务的接管,也包括驾驶员状态异常所需的机器接管过程。

随着自动驾驶技术飞速发展,自动驾驶系统如雨后春笋般出现在人们的视野中,各家整车厂、主流供应商推出的自动驾驶系统整体架构、环境感知方案、冗余备份能力不尽相同,导致不同自动驾驶系统的ODD差异较大,即需要驾驶员或系统进行接管的场景千差万别。然而,对于毫无自动驾驶理论基础、刚刚接触自

动驾驶系统的驾驶员而言，很难准确把握系统的 ODD 场景边界。提升接管过程的有效性方面，友好的人机交互设计将做出重要贡献。因此，对于必要的接管需求场景，以及与之相对应的接管提示方式、人机界面、车辆处理机制进行标准化研究，成为了提升自动驾驶系统安全基线的重要环节，本文将对上述内容进行重点研究。

### 1.3.2 对于接管功能的痛点问题

#### 问题 1：人机驾驶权交换尚处于原理论证阶段

当前针对特定场景的人机驾驶权转换控制研究大部分处于原理论证阶段，缺少对于当驾驶权转换控制发生时特定场景的全面探讨，以及关于唤醒策略和接管控制方法方面的研究。

#### 问题 2：控制冗余导致的人机控制权冲突

当前的研究并未彻底解决因控制冗余造成的驾驶员与自动控制器间的冲突和负荷加重等问题。

#### 问题 3：接管功能产品性能质量有待提升

当前已经有诸多含有接管功能的产品面世，如对于车辆进行纵向控制的自适应巡航控制、实现车辆横向控制的车道线居中控制、可实现横纵向综合控制的超级巡航和交通拥堵辅助等等，但对于驾驶员而言，需要其对产品深入了解，才能够安全地使用该类产品。产品存在对危险工况判断不及时、对驾驶员状态监控不足、介入提示信息不直观和有效性差等问题，产品的质量需要进一步提升。

#### 问题 4：尚未形成驾驶员接管能力评估模型

目前针对驾驶员接管能力的评估，尚未形成行业共识的人机接管能力评估模型，并且针对不同级别的驾驶自动化系统，对驾驶员接管能力的要求并不一致。缺少统一且准确的驾驶员接管能力评估模型

#### 问题 5：缺少控制权切换的绩效评价模型

缺少对控制权切换过程进行合理的绩效评价以及缺少确定选择恰当的切换请求时机的模型，同时产品的人机交互有效性也有待提升

#### 问题 6：开发尚未完全考虑到不同人群间的差异

目前接管功能产品的开发，尚未全面考虑不同人群间的差异，比如性别、年

龄、文化背景、教育背景、健康状况和驾驶经验等因素，可能会影响驾驶员与自动驾驶系统的交互，从而影响驾驶员在不同情形下接管车辆的时间和质量。因此，接管功能设计需要针对市场目标人群，形成产品设计特性。同时，相应的人机界面设计也要反应相应的产品设计特性，以有利于目标人群使用产品。另外，接管功能产品设计也需要考虑人群内的个体差异。接管功能产品设计需要照顾到大部分潜在使用者的需求。但对于少数个人的特殊使用需求，接管功能产品设计是否需要面面俱到，这也是个值得探讨的话题。

## 第二章 自动驾驶系统接管及人机界面标准法规现状

### 2.1 国外标准法规现状

欧洲经济委员会世界车辆法规协调论坛（UNECE WP.29）作为全球最具影响力的技术法规制定组织，其所制定的技术法规已成为欧盟、英国、日本等市场的汽车产品准入强制性要求。WP.29 对驾驶辅助和高级别自动驾驶系统均已制定相关的联合国法规，其中对所涉及的系统接管及人机界面也规定了细化要求。

联合国法规《ECE R79 转向装置》在 2017 年 11 月生效的版本中增加了一系列涉及横向控制的驾驶辅助功能，其中重点对自动控制转向功能（Automatically commanded steering function, ACSF）进行了分类和相关技术要求的制定，包括脱手检测及相应报警方式。例如对 ACSF B1，即 hands-on lane keeping 功能明确要求必须具备脱手检测能力，且报警方式应依据脱手时间逐步升级。ACSF C，即驾驶员单次车道变更功能，系统处于待机、换道、中止和故障等状态时需要通过光学、声学或振动报警等方式提醒驾驶员，系统需要检测驾驶员是否手扶方向盘，如果没有，需要持续发出光学报警信号，直到驾驶员手扶方向盘，或手动或自动关闭 ACSF C 系统。

联合国法规《ECE 自动车道保持系统（ALKS）》<sup>[1]</sup>已在 WP.29 第 181 次全会上通过审议和批准，将于 2021 年 1 月正式生效，是 WP.29 层面第一个面向 L3 级别自动驾驶系统的技术法规。其中对接管提出了具体的标准要求，如：接管对系统的性能要求，接管请求的启动场景与时间，接管期间的系统性能，终止时机等方面；此外，还对驾驶员的接管能力识别进行了详细要求，对接管请求的响应也提

出了具体要求。在人机交互界面方面，针对不同的自动驾驶系统状态以及接管请求，通过限定体现方式（视觉、触觉、听觉等）以及具体格式来进行规范。由于ALKS作为L3级别自动驾驶系统涉及驾驶主体责任判定问题，所以系统主/被动接管及相关的人机交互各状态间的切换同时作为该法规中对自动驾驶系统数据记录系统（DSSAD）重点采集和记录的关键事件信息。

WP.29 下属的非正式工作组 FRAV，还在《智能网联汽车功能要求（FRVA-03-05）》中规定了人机交互和驾驶员监控的要求。车辆应该能够与驾驶员和道路其他交通参与者清晰交互，自动驾驶系统的车辆需要驾驶员接管的时候需要持续监控驾驶员，以判断检测驾驶员是否有能力接管。

国际标准化组织/道路车辆技术委员会（ISO/TC22）也专门设置有人体工程学工作组（ISO/TC22/SC39 Ergonomics），主要聚焦在驾驶员与驾驶环境、驾驶系统的相互关系的研究和标准化。例如，《ISO 2575 道路车辆—操纵件、指示器和信号装置的符号》主要标准化传统的显示符号、颜色、状态等。随着自动驾驶系统的逐渐商业化，ISO/TC22/SC 39 人体工程学工作组也逐渐考虑对自动驾驶系统的接管及人机界面要求。

《ISO/TR 21959:2020 Road vehicles — Human performance and state in the context of automated driving》中重点关注系统触发的或者驾驶员触发的自动驾驶系统降级（从高级别的自动驾驶到较低级别自动驾驶）过程。标准主要分为两部分，第一部分定义了接管功能的模型和相关的定义，以及接管质量的测试方法；第二部分主要介绍了接管过程中影响接管的因素，主要包括驾驶员的行为和状态，人机交互界面设计等系统因素，测试场景与环境等。

《ISO/TR 23049:2018 Road Vehicles — Ergonomic aspects of external visual communication from automated vehicles to other road users》主要定义自动驾驶系统如何通过外部通信系统与其他道路使用者进行通信，即外部交互功能，提出了有关外部视觉通信消息传递类型的建议以及支持的方法论依据。

韩国国土、基础设施和运输部于2019年12月31日在全球首次制定并发布了L3级自动化车辆制造和商业化的安全标准<sup>[2]</sup>，其中涉及接管对系统的要求、接管请求的场景以及时机要求、接管请求进行过程、接管请求的体现形式、接管请求终止条件、人机交互界面、驾驶员状态监控等方面。

随着自动驾驶系统的逐步推广应用，为了保证自动驾驶系统的运行安全性，自动驾驶行业将更加重视接管和人机交互部分，目前相关标准已经陆续在制订中，预计相关的标准体系会更加完善、更加全面。

## 2.2 国内标准法规现状

近几年，国家战略层面将智能网联汽车作为重要发展方向，国内自动驾驶技术得到飞速发展。国家政策的推动、以及技术的进步，对自动驾驶系统的量产落地起到了极大的促进作用。

全国汽车标准化技术委员会（汽标委）下设智能网联汽车分标委（SAC/TC114/SC34），并牵头进行智能网联汽车相关的标准制定。

在先进驾驶辅助系统方面，如目前已经发布的《GB/T 38186-2019 商用车自动紧急制动系统(AEBS)性能要求及试验方法》，以及正在制定的多项先进驾驶辅助系统标准，均对人机交互提出了要求，一般包含状态显示、报警提示、故障提示、自检等，暂时不涉及接管相关要求。另外，正在制定中的《驾驶员注意力监测系统性能要求及试验方法》对驾驶员注意力监测系统进行了明确的定义，并对其功能、性能、人机界面等方面提出要求。

在自动驾驶系统方面，2019年起，汽标委全面启动并推进相关国家标准制定工作。其中，《GB/T 汽车驾驶自动化分级》已经报批，标准中对“接管”等术语定义进行了明确规定，并且要求3级驾驶自动化（有条件自动驾驶）能识别动态驾驶任务后援用户的接管能力，并在用户的接管能力即将不满足要求时，发出接管请求；在发出接管请求后，继续执行动态驾驶任务一定的时间供动态驾驶任务后援用户接管，如果动态驾驶任务后援用户未响应，适时执行风险减缓策略。另外，以支撑“三支柱方法论”即模拟仿真、封闭场地、实际道路测试为主线开展相关标准化需求研究和标准制定工作，也在紧密地开展，相关封闭场地、实际道路测试标准均对接管及人机交互功能提出基本的要求。

但是对于自动驾驶系统接管和人机交互功能的分级及具体要求，尚无标准化定义，仍缺少对于全层级自动驾驶系统的接管和人机交互标准化要求。

## 第三章 自动驾驶系统接管及人机界面标准化研究方向

### 3.1 自动驾驶系统人机交互功能的分类

自动驾驶系统进化和发展的过程中，不同级别的自动驾驶系统，对驾驶员和系统的分工有所不同，驾驶员的疲劳强度可以得到不同程度的缓解。为了提高人机交互过程的顺畅度，合理地、有效地完成接管信息提示，提高自动驾驶系统运行安全性，按照驾驶员和系统分工的不同，即驾驶员在环状态的差异，对人机交互功能分为四级，其定义如下：

I类人机交互功能，仅提供必要的报警提示，驾驶员需要承担所有动态驾驶任务；

II类人机交互功能，需要增加提供必要的控制介入提示、警示信息等等，驾驶员承担大部分动态驾驶任务，自动驾驶系统提供部分动态驾驶辅助；

III类人机交互功能，需要增加对驾驶员的接管能力进行监测、对自动驾驶系统的设计范围进行监测，并对驾驶员无法有效接管车辆的状态，执行风险减缓策略，此时的驾驶员需要在必要时对动态驾驶任务进行接管，自动驾驶系统完成主要动态驾驶任务；

IV类人机交互功能，在有人驾驶模式下，需要提供III类人机交互功能所需的所有功能，此外，可选择实现远程控车功能，此时驾驶员可不承担动态驾驶任务，自动驾驶系统完成动态驾驶任务。

表2 自动驾驶系统接管及人机交互功能的分类

级别	I类	II类	III类	IV类
人机交互功能	1) 工作状态显示 2) 报警提示	1) 工作状态显示 2) 报警提示 3) 介入提示	1) 工作状态显示 2) 报警提示 3) 介入提示 4) 驾驶员状态监控 5) ODD 监测 6) 系统状态监测 7) 风险减缓	1) 工作状态显示 2) 报警提示 3) 介入提示（有人驾驶模式时适用） 4) 驾驶员状态监控（有人驾驶模式时适用） 5) ODD 监测 6) 系统状态监测 7) 最小风险策略

## 3.2 自动驾驶系统接管及人机交互功能场景定义

### 场景一：自车感知系统失效

自车感知系统失效，指自动驾驶系统的环境感知系统故障，如摄像头、雷达、地图等系统故障，无法有效获取环境信息。

表 3. 自车感知系统失效的接管及人机交互功能要求

级别	I 类	II 类	III 类	IV 类
触发条件	感知系统被遮挡、未标定、无效或通讯异常，以及影响车道线、目标输出等相关故障等，如前摄像头、前毫米波雷达、超声波传感器、角雷达等			
提示策略	提示故障并退出	系统立即发出介入提示信息并持续一定时间，同时可提示具体原因或引导驾驶员操作的信息。		
提示形式	/	至少通过视觉+听觉/触觉发出介入提示。		
系统退出策略	/	<p>无论驾驶员是否干预，系统提示一定时间后系统退出。</p> <p>系统退出后向驾驶员发出明确的“系统退出”的提示信息</p>	<p>系统发出介入提示后，继续执行动态驾驶任务一定的时间供驾驶员接管；</p> <p>当系统判断驾驶员接管时，系统退出，并向驾驶员发出明确的“系统退出”的提示信息；</p> <p>当系统判断驾驶员未接管，系统适时执行风险减缓策略（如本车道停车，停车可根据系统判定风险程度进行缓慢停车或紧急停车），并向驾驶员发出明显的提示信息且车辆外部灯光信号（如危险警示灯）需要进行相应的亮起或闪烁以警示周围环境车辆</p>	<p>在系统发出介入提示的同时，系统自动执行最小风险策略，并对周边交通参与者发出警示信息；驾驶员可随时干预系统。</p>

## 场景二：超出 ODD 范围

超出 ODD 范围，指当前车辆运行的外部环境超出了自动驾驶系统的设计运行范围，自动驾驶系统无法在当前场景下，继续完成动态驾驶任务。

表 4. 超出 ODD 范围的接管及人机交互功能要求

级别	I 类	II 类	III 类	IV 类
触发条件	/	环境条件不满足，如道路基础设施、交通、天气、光照等不满足要求；		
提示策略	/	系统立即发出介入提示，同时提示原因或引导操作的信息。	提前一定时间发出介入提示，以供驾驶员有足够时间接管。	
提示形式	/	至少通过视觉+听觉/触觉发出退出提示。	至少通过视觉+听觉/触觉发出介入提示。	
系统退出策略	/	无论接管成功与否，系统发出介入提示一定时间后系统退出，系统退出后向驾驶员发出明确的“系统退出”的提示信息	系统发出介入提示后，继续执行动态驾驶任务一定的时间；当系统判断驾驶员接管，系统退出，系统退出后向驾驶员发出明确的“系统退出”的提示信息； 当系统判断驾驶员未接管，系统适时执行风险减缓策略（如本车道停车，停车可根据系统判定风险程度进行缓慢停车或紧急停车），并向驾驶员发出明显的提示信息且车辆外部灯光信号（如危险警示灯）需要进行相应的点亮或闪烁以警示周围环境车辆。	在系统发出介入提示的同时，系统自动执行最小风险策略，并对周边交通参与者发出警示信息；驾驶员可随时干预系统。

### 场景三：驾驶员状态异常，无法正常驾驶

驾驶员状态异常，指驾驶员由于状态原因无法完成动态驾驶任务的场景。一般可以包括驾驶员注意力不集中、驾驶员疲劳、驾驶员视野不在线、驾驶员头脑不在线等等。

表 5. 驾驶员状态异常的接管及人机交互功能要求

级别	I 类	II 类	III 类	IV 类
触发条件	/	驾驶员疲劳、注意力不集中等；（可选）	驾驶员疲劳、注意力不集中等；	/
提示策略	/	系统立即发出介入提示并持续一定时间；	轻度疲劳提示恢复状态；中度或重度疲劳发出介入提示；	/
提示形式	/	至少通过视觉+听觉/触觉发出退出提示。	至少通过视觉+听觉/触觉发出介入提示。	/
系统退出策略	/	无论接管成功与否，系统发出介入提示一定时间后系统退出，系统退出后向驾驶员发出明确的“系统退出”的提示信息	系统发出介入提示后，继续执行动态驾驶任务一定的时间；当系统判断驾驶员接管，系统退出，系统退出后向驾驶员发出明确的“系统退出”的提示信息； 当系统判断驾驶员未接管，系统适时执行风险减缓策略（如本车道停车，停车可根据系统判定风险程度进行缓慢停车或紧急停车），并向驾驶员发出明显的提示信息且车辆外部灯光信号（如危险警示灯）需要进行相应的点亮或闪烁以警示周围环境车辆。	/

#### 场景四：规划或执行机构失效

规划或执行机构失效，是指由于自动驾驶系统的规划决策模块或执行控制决策的执行机构失效，导致的自动驾驶系统失效场景，系统将无法做出正确的控制决策或无法执行系统的控制决策。

表 6. 规划活执行机构失效的接管及人机交互功能要求

级别	I 类	II 类	III 类	IV 类
触发条件	/	关联执行系统不可用，如制动、转向、动力传动等系统不可用； 驾驶自动化不可用，如认知、路径规划、路径选择、横纵向规划及控制不合理。		
提示策略	/	系统立即发出介入提示后退出；	提示系统故障信息； 立即提示驾驶员接管；	
提示形式	/	至少通过视觉+听觉/触觉发出介入提示。		
系统退出策略	/	无论接管成功与否，系统发出介入提示一定时间后系统退出，系统退出后向驾驶员发出明确的“系统退出”的提示信息	系统发出介入提示后，继续执行动态驾驶任务一定的时间；当系统判断驾驶员接管，系统退出，系统退出后向驾驶员发出明确的“系统退出”的提示信息； 当系统判断驾驶员未接管，系统适时执行风险减缓策略（如本车道停车，停车可根据系统判定风险程度进行缓慢停车或紧急停车），并向驾驶员发出明显的提示信息且车辆外部灯光信号（如危险警示灯）需要进行相应的点亮或闪烁以警示周围环境车辆。	在系统发出介入提示的同时，系统自动执行最小风险策略，并对周边交通参与者发出警示信息；驾驶员可随时干预系统。

#### 场景五：驾驶员主动干预

驾驶员主动干预，指驾驶员对车辆有主动控制意愿，主动对车辆进行了控制。对应不同的接管及人机界面分级，系统响应应做如下处理：

I类：提示系统工作状态信息，并按照驾驶员驾驶意图切换工作状态；

II类：提示系统工作状态信息，并按照驾驶员驾驶意图切换工作状态，移交车辆控制权给驾驶员；

III类：提示系统工作状态信息，在保证安全的前提下按照驾驶员驾驶意图切换工作状态，并给出控制权移交提示。

IV类：提示系统工作状态信息，在保证安全的前提下按照驾驶员驾驶意图切换工作状态，并给出控制权移交提示（同III类）。

#### 场景六：驾驶员误操作

有标准化的需求，但对于误操作行为的准确判断，存在较大分歧，是否能够实现合理的标准化有待商讨。

### 3.3 自动驾驶系统接管及人机交互功能标准化建议

#### 3.3.1 驾驶员状态监测要求

##### 3.3.1.1 驾驶员状态监测功能介绍

驾驶员状态监测（DSM）是一种监测预警技术，最早应用在飞机、高级辅助驾驶或者自动驾驶程度较高的领域。驾驶员状态监测旨在通过分析车内传感器的采集数据先于驾驶员察觉到危险，及时提醒，为驾驶员的安全驾驶保驾护航。

驾驶员状态监测系统一般可分为直接监测和间接监测两种。直接监测是指通过传感器获取驾驶员头部运动、面部运动、眼部运动信号、心电或者脑电信号等直接表征驾驶员状态的信号判断驾驶员的状态。间接监测是指使用驾驶员的驾驶行为信号并结合车身状态信号判断驾驶员状态。相比于直接监测，间接监测的精确度偏低，但是因为成本低廉，所以仍然存在于市场上。获取驾驶员的心电和脑电信号需要复杂的设备，不利于驾驶，所以目前市场上的驾驶员状态监测产品多以监测驾驶员头部、面部运动信号和眼部运动信号为主。

驾驶员状态监测系统中驾驶状态分为正常驾驶状态和非正常驾驶状态。非正

常驾驶状态再细分为疲劳驾驶状态、分心驾驶状态、极端异常驾驶状态。由于驾驶行为的个体差异性和行为归因的差异性，各厂商对疲劳驾驶、分心驾驶、极端异常驾驶场景的细分特征略有差异。

疲劳驾驶状态的判定和分级是驾驶员状态监测系统中具有挑战性的一个环节。疲劳等级的评价方法可以分为主观与客观评价两种方法。主观评价方法是基于驾驶员主观的感受、驾驶员反应时间以及面部特征将驾驶员主观感受进行分类量化。主观评价方法分为主观自评方法与主观他评方法，主观自评通常采用 KSS(Karolinska Sleepiness Scale)、SSS (Stanford Sleepiness Scale) 和 VAS (Visual Analog Scales) 的方法来测试被试验者的状态。主观他评法一般选取基于驾驶员面部、眼部信号根据 KSS 标准对驾驶员当前状态进行打分。客观评价法则通过驾驶员的生理信号(心电信号、脑电信号)判断驾驶员的疲劳程度。目前市场上存在的驾驶员状态监测的 ADAS 产品，通常是通过算法模拟出专家打分方式对驾驶员的疲劳监测信号分级，其本质是一种主观评价法。驾驶员状态监测产品一般通过驾驶员监测摄像头和舱内监测摄像头等设备获取驾驶员驾车过程的图像信号，各公司根据对问题场景的不同定义调整算法敏感度对驾驶员图像信号进行疲劳等级划分。

驾驶员状态的监测主要采集驾驶员面部、面部周边和驾驶员上半身图像信号进行。面部图像信号主要反映驾驶员的疲劳状况，面部周边和驾驶员上半身图像信号特征主要反映驾驶员对车辆驾驶的专注程度。不同的检测信号特征的组合反应不同的驾驶员状态。

当驾驶员处于疲劳状态时，会表现出眼睛从闭上到张开的变长，眼睛不能达到正常睁眼的开度，或者眨眼的频率升高。这三种眼部的疲劳表现都可以通过 PERCLOS 表征。另外，华盛顿机动车运输办公室对于 PERCLOS 的研究说明 PERCLOS80 (P80) 是疲劳的最直接的表征量。其他通识的疲劳特征还包括：哈欠，点头，闭眼。

当驾驶员处于分心驾驶状态时，会表现出驾驶注意力不集中在前方路面、左顾右盼，视线在非路面区域长时间停留，出现非驾驶行为（抽烟、喝水、打电话、吃东西、双手脱离方向盘等）。驾驶员的分心驾驶状态一般通过监测驾驶员的视线落点和头部姿态信号特征进行判定。非驾驶行为的判定则通过对驾驶员面部周

边的图像特征和行为特征实现。

当驾驶员处于极端异常驾驶状态时，会出现车辆无法被安全驾驶控制的情况，如酒驾、生命指征异常、路怒崩溃等。对于极端异常状态的监测指标可以参考：视线落点，头部姿态，驾驶员面部（包括驾驶员身份和驾驶员情绪）或面部周边区域的图像特征。

### 3.3.1.2 驾驶员状态监测在自动驾驶的应用

驾驶员状态监测对于自动驾驶系统异常重要，不仅在驾驶员驾驶时可进行驾驶员状态异常监测，同时可为驾驶系统评估驾驶员接管能力提供参考。因此建议驾驶员状态监测的标准化设计从以下方面考虑：

- 1) 驾驶员状态监测的标准化设计中，应至少包括以下异常状态：
  - 疲劳监测的功能要求；
  - 分心监测的功能要求；
  - 极端异常状态监测的功能要求；
- 2) 将驾驶员状态监测功能作为 L3 级自动驾驶系统的必要条件，应用主体可根据应用场景不同进行差异化设置。具体的异常状态监控级别要求：
  - 识别不同的异常状态，至少应具备疲劳监测、分心监测功能、极端异常状态监测功能要求
  - 特别地，考虑到驾驶员极端异常状态严重威胁公共交通领域的驾驶安全。对于营运车辆，应提高其对极端异常状态监测的要求。

### 3.3.1.3 驾驶员状态监测标准化建议

- 1) 标准应结合人机交互功能分级，明确驾驶员状态监测功能的适用范围；
- 2) 标准应明确不同自动驾驶等级的车辆对驾驶员状态监测系统的功能性要求；
- 3) 标准应明确驾驶员状态监测的典型测试方法。

### 3.3.2 接管功能

#### 3.3.2.1 接管功能介绍

接管应包含被激活的自动驾驶系统识别到它需要将控制权转回驾驶员的所有情况。通常，接管指的是驾驶员被动接管，接管请求的启动应保证有足够的时间安全过渡到手动驾驶。

如果出现了可预期事件，导致自动驾驶系统无法继续运行，则应尽早发出接管请求，给驾驶员足够的时间去接管车辆。如果驾驶员未及时恢复对车辆的控制，系统应能保证进入最小风险策略，最小风险策略在驾驶员无法恢复控制的情况下，应使车辆在可预期事件发生前停止；在发生非预期事件时，应在检测到时发出接管请求。

当出现影响系统运行的故障时，系统应在检测到故障后立即启动接管请求，对故障需要分级，故障可按照严重程度进行分级，结合不同的危险程度进行差异化处理，标准化内容可就典型故障进行试验测试。

另外，驾驶员主动干预也属于接管的一部分，它是由驾驶员触发，强调驾驶员的主观性。主动干预包含可逆和不可逆两种：

- 1) 不可逆：驾驶员操控车辆后系统完全退出；
- 2) 可逆：部分干预，驾驶员可只干预一部分动态驾驶任务，驾驶系统仍执行剩余一部分动态驾驶任务；部分干预撤销后，自动驾驶系统继续执行动态驾驶任务。

#### 3.3.2.2 接管功能在自动驾驶系统的应用

对于 L2 及以下车型，驾驶员需要时刻保持对车辆的控制权，无论驾驶员接管成功与否，自动驾驶系统都会退出，应重点关注标准化介入提示的发出方式、时机、有效性等方面；L3 及以上车型的接管过程相对复杂，后面重点论述 L3 及以上车型的接管功能要求。

接管过程的时序图主要如图 1、图 2 所示。本节技术要求主要根据图 1、图 2 中涉及环节开展技术要求描述。

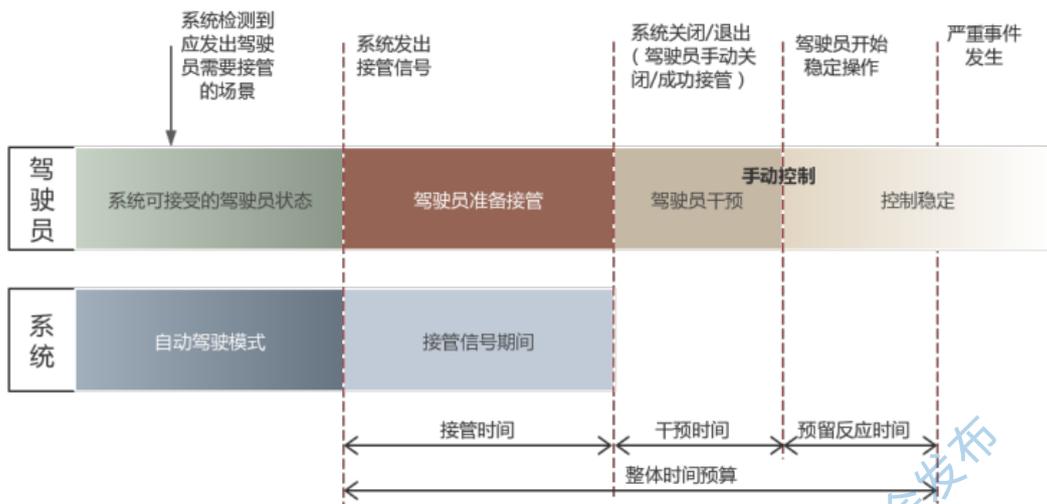


图 1 接管时序图—驾驶员成功接管情况

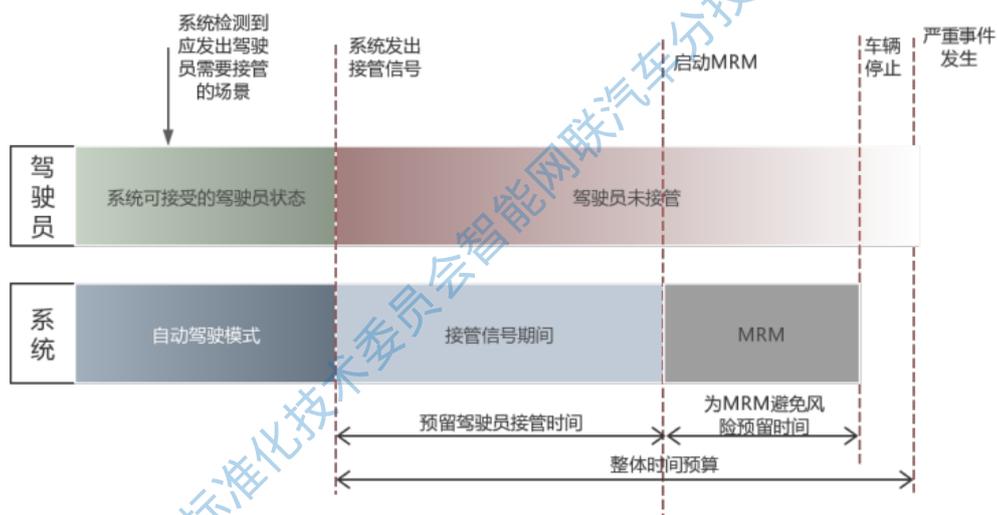


图 2 接管时序图—系统自启动 MRM 情况

接管阶段对系统的要求如下：

1) 在接管阶段，系统应继续运行。如驾驶员在系统发出介入提示一段时间后，仍不有效接管车辆，系统可以降低车辆的速度，以确保其安全运行，在必须停车的情况下启动车辆停止控制进程，车辆开始停车控制时，需要点亮危险警报灯等外界交互信息，以提醒周边交通参与者。

2) 从发出接管请求时刻起，标准应明确接管请求首次升级时间，持续或间歇地发出警告（标准应明确警告的体现形式），并保持升级直至接管请求结束。

3) 接管请求终止：超出设定的接管时长（如 L3 及以下）、驾驶员成功接管、

最小风险策略开始，接管请求才会终止。

4) 标准应明确系统为驾驶员预留的接管时间，若超出时间驾驶员仍未接管，则启动最小风险策略。但一旦发生严重的自动驾驶功能失效或严重的车辆故障，系统可立即启动最小风险策略。

5) 制造商应能明确声明可能导致系统可能启动最小风险策略的自动驾驶功能失效或车辆故障类型。

### 3.3.2.3 接管功能的标准化建议

- 1) 标准应针对不同自动驾驶等级，明确需要发出介入提示的标准化场景；
- 2) 标准应明确不同场景下的介入提示信息的发出时机、延时要求、结束终止条件、接管方式等要求；
- 3) 标准应明确接管请求提示信息的形式，可根据分级进行细化；
- 4) 针对有分级警示需求的场景，如驾驶员状态异常、超出可行驶区域等，标准应明确最小分级数量、升级时机要求等等；
- 5) 标准应明确测试场景及试验方法。

### 3.3.3 最小风险策略技术

#### 3.3.3.1 最小风险策略介绍

最小风险策略是在自动驾驶系统或驾驶员无法执行驾驶任务或者无法接管动态驾驶任务时，系统所采取的降低风险的措施（如车道内停车）（参考《汽车驾驶自动化分级》报批稿 20200108）

此处动态驾驶任务包括所有实时操作和决策功能，由驾驶员或自动驾驶系统单独完成，或由两者共同完成。

最小风险策略，需要对风险环境进行有效识别、判断，结合驾驶员对车辆的控制状态，采取必要的控制措施，所需的感知、决策和执行等行为，包括但不限于：

- 车辆横向运动控制
- 车辆纵向运动控制
- 目标与事件探测

- 控制决策
- 车辆照明及信号装置控制
- 远程信息交互

在明确最小风险策略要求前，有必要对潜在的风险行为进行识别，并根据其不同的危害严重度等级进行分类【参考 AIAG(即 Automotive Industry Action Group, 由美国三大汽车巨头福特、通用和克莱斯勒创建)的 FMEA 手册】，根据不同的风险等级确定不同的风险减缓措施，降低风险伤害。

表 7 自动驾驶系统安全风险分级

后果	判定准则：后果严重度	级别
未能符合安全或法规要求	潜在失效后影响车辆安全行驶/或涉及不符合政府法规，失效发生时无预警	紧急
	潜在失效后影响车辆安全行驶/或涉及不符合政府法规，失效发生时有预警	
基本功能的损失或降级	基本功能损失（车辆不能运转，但不影响安全操作）	严重
	基本功能降级（车辆不能运转，但功能等级降低）	
次要功能的损失或降低	次要功能损失（车辆可行驶，但舒适性/便利性功能丧失）	中等
	次要功能减弱（车辆可行驶，但舒适性/便利性能等级降低）	
其他功能不良	外观或噪音不符合要求，汽车可行驶，大多数顾客（>75%）抱怨不舒适	一般
	外观或噪音不符合要求，汽车可行驶，很多顾客（>50%）抱怨不舒适	
	外观或噪音不符合要求，汽车可行驶，被有识别能力的顾客（<25%）抱怨不舒适	
没有影响	没有可辨识的影响	无

针对危害严重度等级中等以上的故障，人机交互界面应给出相应的提醒并根据系统的反馈及时做出相应的风险减缓策略或是风险措施升级（如报警升级为控制干预）。

这里需要特别指出的是，低等级预警在一定时间内（如 5 秒钟之内，可设定为变量）得不到反馈时，系统应自动进入高级别预警（如绿色闪烁变成红灯闪

烁,同时伴有警报声或座椅震动,警告方式可以根据驾驶员的在环状态进行区分),下一个周期时间内,系统仍未检测到任何干预(如10秒钟内,驾驶者仍然没有将手放到方向盘上),则进入更高级别预警,直至功能被停止使用,系统会判定车辆已经处于失控状态并通知云端(若有)。

对于可能造成不符合安全或法规要求的危险,应尽可能的打开危险提醒(如双闪灯,警告喇叭声(若有)),并在合理的区间段紧急停车。原则上停车应停在应急车道。但若此时车辆已经无法执行横向控制,则车辆应缓慢减速并在本车道停下。

### 3.3.3.2 最小风险策略在自动驾驶中的应用

最小风险策略,是提高自动驾驶系统安全性的重要措施。能否自动执行最小风险策略,是自动驾驶分级的重要参考原则之一。由于4级以上驾驶自动化系统,在系统发出介入请求时,用于可以不做出任何响应,系统需要具备自动达到最小风险状态的能力。

最小风险策略,一般发生在自动驾驶系统发出介入请求,且驾驶员未及时有效做出响应的情况下,其主要应用场景包括:

- 1) 自车感知系统失效;
- 2) 超出ODD范围;
- 3) 驾驶员状态异常,无法正常驾驶;
- 4) 规划或执行机构失效。

最小风险策略,一般在自动驾驶系统无法完全正常执行动态驾驶任务时触发,其具体策略随着自动驾驶系统的自动化分级目标、设计运行范围、整体架构方案等因素的不同而有所差异。例如,在仅满足单车道运行的自动驾驶系统中,系统可能未匹配侧向环境感知系统或侧向感知能力较弱时,在自动驾驶出现异常、且驾驶员未能有效介入动态驾驶任务的控制时,系统在其能力范围内,最多只能做到单车道内的减速或者停车控制,无法实现跨越车道级的靠路边停车或应急车道停车的安全需求。

最小风险策略的合理性,极大地影响着广大交通参与者的安全性,因此,在自动驾驶系统设计过程中,需要针对不同的失效场景、结合自动驾驶系统设计方

案，“量身定制”最小风险策略的具体内容，过激的策略和过于保守的策略，都将对自动驾驶系统的营运风险系数造成较大影响。

### 3.3.3.3 最小风险策略的标准化建议

- 1) 标准应明确必须要有风险减缓策略的车辆范围，如 L3 及以上车辆；
- 2) 标准应明确风险减缓策略的启动时机、分级要求、控制目标、终止条件等等；
- 3) 标准应明确不同减缓策略实施阶段的车辆安全性要求，如对车辆的横、纵向加速度限制要求。
- 4) 标准应明确测试场景及试验方法。

### 3.3.4 车辆与周边交通参与者间的交互要求

#### 3.3.4.1 车辆与周边交通参与者间的交互功能介绍

周边交通参与者可以包含车辆、行人、非机动车等。

车辆与周边交通参与者之间的交互形式可以包括灯光类，如制动灯、转向灯、危险警报灯等等；声音类，如倒车蜂鸣器、行人警示器、外置高音喇叭等等；信息类，如 V2X 的交互信息；随着物联网技术的发展，车辆与周边交通参与者间的交互形式、信息会逐步增加，实现更加精准、节能、高效的智能控制。

结合周边交通参与者情况，针对不同级别的自动驾驶系统，明确交互技术要求。

#### 3.3.4.2 车辆与周边交通参与者间的交互功能在自动驾驶中的应用

随着车辆智能化水平的提高，对于车辆与周边参与者的交互信息和需求就越来越多。自动驾驶系统在控制车辆进行减速、变道、停车等过程中，需要给与周边车辆足够的警示，以保证交通环境的安全、顺畅。按照对周边交通参与者影响程度的大小，可以分为必须项和选装项，详细描述信息如下：

必须项：

- 1) 自动驾驶系统或驾驶员触发制动系统，并导致车辆有制动动作时，需点亮制动灯；

- 2) 自动驾驶系统或驾驶员触发转向系统, 并导致车辆有转弯或变道动作时, 需点亮对应侧转向灯;
- 3) 自动驾驶系统或驾驶员触发驻车制动系统, 并导致车辆保持驻车状态时, 需点亮驻车制动灯;
- 4) 自动驾驶系统或驾驶员触发紧急制动系统, 并导致车辆有紧急制动动作时, 需倍频点亮制动灯和危险警报灯。

建议项:

- 1) 对本车造成威胁的目标车辆需使用远近光交替示意;
- 2) 本车处于急弯影响视野时, 需使用远近光交替示意或鸣喇叭示意;
- 3) 本车处于无交通信号灯控制的路口时, 需使用远近光交替示意;
- 4) 本车处于坡道影响安全视距时, 需使用远近光交替示意或鸣喇叭示意;
- 5) 必要时提供外置语音播报;
- 6) 必要时可通过 V2X 进行信息交互或远程控车。

### 3.3.4.3 车辆与周边交通参与者间的交互功能标准化建议

- 1) 标准应明确车辆与周边交通环境交互功能的定义、适用范围、分级标准等;
- 2) 标准应明确车辆与周边交通环境交互功能的启动时机、交互形式、终止条件等等;
- 3) 标准应明确测试场景及试验方法。

### 3.3.5 主动干预功能技术要求

#### 3.3.5.1 主动干预功能介绍

主动干预功能强调驾驶员对车辆控制的主动性, 一般通过车辆的控制开关对车辆进行输入, 如制动踏板、加速踏板、驻车制动开关、转向灯开关、危险警报灯开关等等, 表达驾驶员对车辆的控制意愿。与被动接管的主要差异在于, 主动干预不一定是由于自动驾驶系统的异常控制或车辆的异常状态触发的, 而是驾驶员的主观意愿的体现。

主动干预包含可逆和不可逆两种:

- a) 不可逆: 驾驶员操控车辆后系统退出;

b) 可逆：部分干预，驾驶员可只干预一部分动态驾驶任务，自动驾驶系统仍执行剩余一部分动态驾驶任务；部分干预撤销后，自动驾驶系统继续执行动态驾驶任务。

### 3.3.5.2 主动干预功能在自动驾驶中的应用

一般而言，对于报警类的辅助驾驶系统而言，主动干预可作为系统报警的抑制策略，如制动操作对于碰撞预警、转向灯开关对于车道偏离预警等等；对于车辆控制类功能，驾驶员的主动干预，可能影响整车的行为响应，按照不同的自动驾驶系统定义，车辆对驾驶员的主动干预将有不同的响应。

对于III类及以下接管及人机界面要求，当驾驶员请求与系统请求意图相悖时，应优先响应驾驶员请求；

对于III类以上接管及人机界面要求，系统应在保证车辆运行安全的前提下，响应驾驶员的干预请求。

### 3.3.5.3 主动干预功能标准化建议

- 1) 标准应明确主动干预功能的定义、干预方式；
- 2) 标准应明确不同等级的自动驾驶系统对驾驶主动干预行为的响应要求、人机交互信息要求等；
- 3) 标准应明确测试场景及方法。

## 第四章 总结与展望

随着我国汽车工业和智能化水平的飞速发展，自动驾驶已成为当下汽车行业的重要发展方向。国家政策的推动、市场需求的催化，更加速了自动驾驶技术的产业落地。在我们骄傲于我国技术水平提升的同时，更迫切地希望为自动驾驶安全、平稳、高效地运营，做出我们应有的贡献。

在汽标委智能网联汽车分标委组织下，本项目组成员对自动驾驶系统接管及人机交互功能标准化的重要意义进行了探讨和研究，也对该功能可能的标准化内容及方向给出了建议。当下国内具备量产和推广应用的自动驾驶技术，大多处于

L3 级别，而上述级别的自动驾驶系统，正是驾驶员和自动驾驶系统角色切换最频繁、责任分工最复杂的阶段，因此，我们必须加速自动驾驶系统接管和人机交互功能标准化的深入研究、快速落地，对自动驾驶系统的人机交互语言标准化，降低沟通障碍、提高沟通效率，以推自动驾驶系统安全、高效、平稳运行。

全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分技术委员会发布