



智能网联汽车 组合驾驶 辅助功能体系标准化需求 研究报告

汽标委智能网联汽车分标委
先进驾驶辅助系统（ADAS）标准工作组
2023年12月

前 言

智能网联汽车已成为全球汽车产业创新发展的重要方向，其中，搭载组合驾驶辅助功能的新车渗透率不断提升。在标准化层面，目前制定完成的相关国家标准已覆盖基础性的单车道行驶以及驾驶员“拨杆换道”功能，对于更为智能化的组合驾驶辅助系统，行业亟需通过标准来对产品进行规范，为组合驾驶辅助产品的发展、应用及管理提供安全保障。

本研究报告系统性梳理了组合驾驶辅助功能体系、应对场景体系等内容并提出标准化需求建议，为下一步相关国家标准制定提供参考。

在此衷心感谢参加研究报告编写的各单位、组织及个人。

本报告编制过程中参考了行业很多研究成果，在此一并感谢。

组织指导：全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分标委

牵头单位：中国汽车技术研究中心有限公司、华为技术有限公司

参与单位：北京百度智行科技有限公司、北京车和家汽车科技有限公司、广州汽车集团股份有限公司、大众汽车（中国）投资有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、中国第一汽车股份有限公司、小米汽车科技有限公司、蔚来汽车科技（安徽）有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、宝马（中国）服务有限公司、极氪汽车（宁波杭州湾新区）有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、华人运通（山东）科技有限公司、武汉路特斯科技有限公司、广州小鹏汽车科技有限公司、丰田汽车（中国）投资有限公司、东风汽车集团有限公司研发总

院、厦门金龙旅行车有限公司、上海临港绝影智能科技有限公司、襄阳达安汽车检测中心有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、梅赛德斯—奔驰（中国）投资有限公司、招商局检测车辆技术研究院有限公司、吉利汽车研究院（宁波）有限公司。

参与人员：陈振宇、刘楠、程周、朱帆、张春旺、帅一帆、温永发、王喆、杨凡、张胜根、黄俊富、孟俊峰、刘宇、贾元辉、黄富荣、刘珣、常超、张家彬、曹志伟、苗阳、陈林、王昊、聂琦、赖志艺、赵祥磊、裴健、谢业军、张伟、徐建勋、侯立升、吴羽熙。



目录

前	言	1
1	研究背景	3
1.1	研究对象	3
1.2	产业概述	4
1.2.1	供应商	5
1.2.2	车企	7
1.3	研究意义	17
2	组合驾驶辅助与部分驾驶辅助和有条件自动驾驶的差异性分析	19
2.1	L2 与 L3 的差异性分析	19
2.2	L1 与 L2 差异性分析	31
2.3	组合驾驶辅助系统的关键技术原则	32
3	组合驾驶辅助功能体系	34
3.1	行驶辅助	35
3.2	安全辅助	36
3.3	驾驶员在环检测	38
4	组合驾驶辅助应对场景体系	39
4.1	通用场景	40
4.2	高速公路/城市快速路场景	42
4.3	城区场景	44
5	组合驾驶辅助标准法规及测评现状	47

5.1	国内标准及测评现状	47
5.1.1	国内标准	47
5.1.2	国内测评体系	48
5.2	国外标准/法规及测评现状	53
5.2.1	国外标准/法规	53
5.2.2	国外测评体系	56
5.3	小结	57
6	组合驾驶辅助标准体系和标准化建议	60
6.1	标准体系规划	61
6.1.1	体系方案 1 – 基于 ODD	63
6.1.2	体系方案 2 – 通用要求	64
6.2	标准化建议	65
7	总结与展望	67
7.1	研究总结	67
7.2	后续展望	68
附录	参考文献	70

1 研究背景

1.1 研究对象

近年来,新一轮科技革命和产业变革蓬勃发展,电动化、智能化、网联化成为汽车产业的发展潮流和趋势,其中智能网联汽车更是成为全球汽车产业创新发展的重要方向。智能网联汽车融合了物联网、云计算、大数据、人工智能等多种创新技术,是全球新兴产业发展新的竞争焦点。其中,搭载组合驾驶辅助功能的新车渗透率持续提升。

根据工信部^[1]、中国智能网联汽车产业创新联盟^[2]等相关数据统计,2022年我国搭载组合驾驶辅助功能的智能网联乘用车新车销量达700万辆、同比增长45.6%,市场渗透率提升至34.9%、较2021年增加11.4个百分点,自2022年3月以来连续10个月超过30%。进入2023年^[3],1月至5月搭载组合驾驶辅助功能的乘用车市场渗透率达到42.2%,自1月以来连续5个月维持在40%左右,持续推升国内智能网联汽车市场规模的扩张。

从驾驶自动化分级角度,依据国家标准《GB/T 40429-2021 汽车驾驶自动化分级》,组合驾驶辅助功能(2级驾驶自动化,以下简称为L2)是指驾驶自动化系统在其设计运行条件下,持续地执行车辆横向和纵向运动控制,并具备相应的目标和事件探测与响应能力。在系统处于激活状态下,驾驶员仍应持续监测系统运行状态及车辆周围环境,并在需要时介入车辆控制以确保行车安全。

从业务场景角度,组合驾驶辅助功能主要分为行车辅助功能和泊车辅助功能。行车辅助功能的设计运行范围主要覆盖高速公路、城市

快速路以及相关城市道路等，辅助驾驶员控制车辆在相应区域内行驶。泊车辅助功能的设计运行范围主要覆盖停车场、停车楼等区域，辅助驾驶员进行泊入或泊出停车位等车辆控制。其中，对于泊车辅助功能，全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分技术委员会已于 2020 年 8 月发布了《智能泊车功能标准化需求研究》报告，将智能泊车技术分为泊车提醒，辅助泊车和自动泊车三大类别并提出了相应的标准体系规划。

因此，本研究报告重点聚焦行车辅助功能（在不引起混淆的情况下，本研究报告中的“行车辅助功能”简称为“L2 功能”），通过分析产业技术现状及发展趋势、国内外标准法规及测评体系等对行车辅助类功能进行全面系统性梳理，同时提出标准体系规划及标准化建议，为下一步国家标准制定和产品准入管理提供参考。

1.2 产业概述

通过对本研究项目组成员中供应商和车企已量产或研发中的组合驾驶辅助产品进行梳理，可以看到行车辅助功能已经从辅助驾驶员仅在选定的单一车道内行驶的单车道行驶功能进阶到可以按照导航路线规划辅助驾驶员向目的地方向行驶的领航辅助驾驶功能。设计运行范围从高速公路或城市快速路等结构化道路逐步扩展覆盖到城市主干路、次干路等相关城区道路，正在向实现“点到点”全场景驾驶辅助的目标演进。表 1 为本章节 L2 功能梳理所涉及到的供应商和车企总览。

表1 供应商和车企 L2 功能产品梳理

供应商	华为，百度，商汤绝影
车企	一汽红旗，比亚迪，广汽，长安，上汽通用五菱，厦门金旅，奔驰，宝马，丰田，路特斯，理想，小鹏，极氪，华人运通，小米，蔚来

1.2.1 供应商

1.2.1.1 华为

华为智能驾驶解决方案聚焦“高速、城区、泊车”三大场景，打通全场景智能驾驶，增强体验连续性。

车道巡航辅助（LCC）可以辅助驾驶员控制车辆的行驶方向和速度，支持自主巡航、道内避障、窄路通行、拨杆变道等功能。

智驾领航辅助（NCA）在 LCC 功能的基础上可以辅助驾驶员控制车辆在 NCA 路段上按照导航路线向目的地行驶。包括自主换道，上下匝道，道内/借道/换道避障（例如施工或事故场景），隧道通行，交叉路口通行（十、Y、T、异形路口），环岛，人车混行路段等安全应对能力。截至 2023 年 4 月，高速 NCA 已开放 30 万公里 259 城并拟在年底前开放全国高速、高架和城市快速路。截至 2023 年 8 月，城区 NCA 已在上海、深圳、广州、杭州、重庆和北京开放，未来将持续落地更多城市和区域。

1.2.1.2 百度

百度在 2020 年底推出 ANP（Apollo Navigation Pilot）领航辅助

驾驶系统，能够支持高速公路、快速路、城市普通道路以及停车库等场景的辅助驾驶解决方案。

百度 ANP 领航辅助驾驶系统分为 HANP（高速领航辅助驾驶）及 UANP（城市道路领航辅助驾驶）两个解决方案。HANP 高速自动驾驶解决方案覆盖高速路、快速路及城市环路的自动驾驶场景，可实现基于高精地图导航的、从出发地到目的地的“点到点”领航辅助驾驶功能，包括自主上下匝道、自主变道、智能避让等，在保证量产成本可控的同时可兼顾用户出行体验。UANP 作为面向城市复杂道路的领航辅助驾驶功能，具备识别检测红绿灯、环岛路口、非结构化道路等能力，灵活的驾驶策略可从容面对路口博弈、汇入汇出等场景，让驾驶更安全、更高效。

1.2.1.3 商汤绝影

商汤绝影智能领航系统功能覆盖高速领航、城市领航，并持续推进智能驾驶全场景打通和落地应用。

商汤绝影智能领航系统包含 7 个行车摄像头，4 个环视鱼眼摄像头，5 个毫米波雷达，3 个激光雷达，以及 12 个超声波传感器；充分结合智能行车与智能泊车的技术优势，复用行车域和泊车域的传感器，统一行车域与泊车域的软件架构以及在计算平台的部署，降低传感器及控制器等相关硬件成本，提升算力资源的整体利用效率。

目前，此系统已进入量产阶段，合作车企包含国内新势力和自主品牌在内的多个头部车企，已陆续投入量产应用。

1.2.2 车企

1.2.2.1 一汽红旗

一汽红旗车型搭载的组合驾驶辅助功能涵盖单车道巡航行驶、拨杆换道、自动换道等功能，场景覆盖高速场景、城市快速路及城区场景等。

已量产车型的组合驾驶辅助功能多采用 1V3R 的感知配置，通过前向融合感知实现前方及侧向目标的精准探测感知，从而实现单车道的巡航行驶功能以及前碰紧急制动、车道保持辅助、开门报警、盲区辅助等行车辅助功能。已量产的红旗 E-HS9 车型通过增加一颗后视摄像头、两颗前部角毫米波雷达以及高精地图及定位等，从单车道的巡航行驶扩展至高速和城市快速路下的拨杆换道、自动换道等功能。

红旗在研车型的高阶辅助驾驶系统采用 7 颗全车覆盖周视高清摄像头以及 5 颗毫米波雷达的感知配置，场景从高速场景、城市快速路场景延展至城区场景，覆盖高速、城市快速路上下匝道、路口通行等复杂场景。

1.2.2.2 比亚迪

从 2019 年开始量产 L2 级别行车类驾驶辅助功能，主要系统方案以 1R1V 为主。全速段自适应巡航，结合车道保持功能，实现单车道线场景下的 L2 级智能领航功能。采用脱手检测方式，保证驾驶员始终参与到动态驾驶任务当中。

到 2022 年开始量产 5R1V 方案的驾驶辅助功能，在原来 1R1V

基础上，增加了交互式变道巡航辅助功能，在用户确认变道后，可自主判断行车环境并完成变道，实现多车道线场景的高速公路辅助领航功能。受限于传感器感知局限性，路况复杂性，相关功能仍被限定在高速公路天气环境良好的场景下使用。

围绕多车道线场景的驾驶辅助功能，BYD 未来将引入激光雷达传感器及更多摄像头视觉感知冗余，逐步增强 L2 级组合驾驶辅助功能的场景适应性及安全性，由多车道线的高速公路场景，扩展到快速路，城区主干道等更多用车场景。

1.2.2.3 广汽

广汽已量产昊铂 GT、埃安 LX plus 等车型具备“激光雷达+毫米波雷达+智能摄像头”三重感知技术，支持高速 NDA 智能领航辅助驾驶，可实现在高速公路换道、超车、上下匝道、ICA 集成式巡航辅助、智能泊车等功能。

其中代表车型昊铂 GT 搭载了 3 个第二代可变焦激光雷达，12 个摄像头，6 个毫米波雷达，1 个红外夜视摄像头。除了配备高速 NDA 智能领航辅助系统，还计划配备城市道路智能驾驶辅助系统，可以实现城市道路自主变道超车、红绿灯路口通行、路口掉头等功能。

1.2.2.4 长安

2022 年自研量产的高阶驾驶辅助功能 NID1.0，采用 5R5V 的方案，在原 1R1V 基础上新增高速公路辅助(HWA)、交通拥堵辅助(TJA)、

驾驶员触发式换道 (UDLC)、智能推荐换道 (IRLC) 功能, 用户在高速或城市快速路封闭道路条件下驾驶辅助体验得到提升。在开启导航要下匝道或本车道车辆慢行时, 通过声音文字提示驾驶员换到目标车道, 驾驶员确认后辅助车辆变换车道。

长安第二代自研量产的更高阶智能驾驶辅助 NID3.0, 搭载了 5R10V+高精地图的方案, 在 NID1.0 基础上新增了匝道辅助(FIDA)、自动换道辅助(ALC)的功能, 在导航开启的模式下基本实现高速公路区域 A 点到 B 点的驾驶辅助功能。NID3.0 实现多车道场景的高速公路领航驾驶辅助, 同样受限于传感器感知局限与路况复杂性, 相关功能仍被限制在特定的高速等封闭区域且天气状况良好的场景下使用。

未来, 长安将沿着自己的技术路线由多车道的高速场景扩展到城区主干道、路口等更多的应用场景, 逐渐完善和丰富驾驶辅助场景、攻克更多复杂场景, 最终实现全场景的自动驾驶功能。

1.2.2.5 上汽通用五菱

上汽通用五菱从 2018 年开始量产 L2 级别行车类驾驶辅助功能, 主要系统方案以 1R1V 为主, 包括全速域自适应巡航、车道保持、智能限速等, 实现单车道线场景下的 L2 级辅助驾驶功能。2022 年在 2023 款宝骏 KIWI 上量产灵犀智驾系统, 搭载行泊一体的域控制器、1 个立体双目摄像头、1 个毫米波雷达、12 个超声波雷达、4 个高清环视摄像头, 可实现自适应巡航、交通拥堵辅助、智能加塞应对、拨杆变道等功能。

围绕多车道线场景的驾驶辅助功能，上汽通用五菱未来在新车型上将引入更多摄像头视觉感知冗余，多信息融合处理，扩大和增强感知范围，逐步增强 L2 级组合驾驶辅助功能的场景适应性及安全性，由多车道线的高速公路、快速路场景，扩展到城区道路等更多用车场景。

1.2.2.6 厦门金旅

金旅在商用车领域的辅助驾驶功能研究已深耕多年，L2 智能驾驶辅助系统基础感知配置采用摄像头+毫米波雷达融合方案，可实现全速自适应巡航、车道保持辅助系统、紧急制动系统、限速识别等功能，在 8 米段以上车型可实现高速场景下的单车道智能辅助驾驶。在此基础上扩展感知部件可实现基于盲点探测系统（BSIS）、行驶区域信息系统（MOIS）等系统的智能避障功能，实现中低车速如城区、园区路线等场景的智能辅助驾驶。在高精地图辅助下可开放自主超车、变道等功能，在复杂交叉路口、环形路口等也游刃有余。

1.2.2.7 梅赛德斯-奔驰

经过多年来的经验积累和创新探索，梅赛德斯-奔驰车型现已搭载了先进的 L2 级智能驾驶辅助系统，提供了超过 40 项功能，覆盖了 13 项日常使用场景，包括城市公路与高速路段的智能照明、标识辅助、盲点预警、变道辅助、智能跟车、停走辅助、转向辅助、车道保持、云端交互、预防辅助、主动制动、避让辅助、智能泊车等辅助，

以及事故后的紧急救援等辅助，打通客户用车全场景与路况。

2023 年 CES 国际消费电子展上，梅赛德斯-奔驰持续进阶，亮相新一代 L2 级智能驾驶辅助系统，实现了“点到点”高速公路 L2 级驾驶辅助。譬如，智能变道功能可使车辆在巡航驾驶状态下自动变道。优秀的导航辅助，还率先引入游戏引擎，带来酷炫的车技界面和人机交互，打造出沉浸式的导航交互与复杂路况下的精准引导，提升驾驶效率。

1.2.2.8 宝马

辅助驾驶模式 (L2 Hands-on) 可以帮助驾驶员在车道内辅助车辆行驶。变道辅助功能帮助驾驶员在多车道道路上的变换车道提供额外的辅助。速度匹配路线走向功能可以在激活车距控制功能时，根据路线走向自动调节车速。

高速辅助驾驶 (L2-Hands-free) 功能是在一定场景下的辅助驾驶模式的拓展，通过持续的横向和纵向运动控制，辅助驾驶员进行车辆控制。当驾驶员被检测为视觉 (眼部追踪) 专注于驾驶任务时，并且功能检测的其他条件也满足时，高速辅助驾驶功能可以被使用。驾驶员手部离开方向盘时，高速辅助驾驶功能激活。系统对驾驶员持续监测，保证其始终参与动态驾驶任务。驾驶员可以通过特定方式退出高速辅助驾驶功能或进行干预 (如按键，方向盘手动控制等)。如果至少一个激活条件未满足时，高速辅助驾驶功能会请求驾驶员直接控制转向 (hands-on)。当高速辅助驾驶功能激活时，驾驶员对全部动态

驾驶任务和避撞负责。

1.2.2.9 丰田

丰田 L2 驾驶辅助类功能有单车道、多车道、脱手监测以及紧急停车系统（Emergency Driving Stop System）。

紧急停车系统是一种在驾驶员由于突发疾病等情况无法继续驾驶车辆时自动减速并将车辆停在其车道内的系统。单车道控制期间，如果系统未监测到驾驶员操作（如驾驶员没有握住方向盘）并判定驾驶员未响应，则车辆将减速并在当前车道内停车以帮助避免碰撞或减小碰撞冲击。

该系统的工作情况分为 4 个控制状态。通过控制状态的“警告阶段 1”和“警告阶段 2”，系统在输出警告和控制车速的同时判定驾驶员是否有意识和响应。如果系统判定驾驶员未响应，则其将以控制状态“减速停止阶段”和“停止保持阶段”工作并减速停车。然后系统以停止保持阶段继续工作，在车辆停止后，将自动施加驻车制动。

1.2.2.10 路特斯

路特斯已经量产的 ELETRE 车型具备 L2 级别的高速公路辅助功能，可以在自适应巡航的能力基础上额外提供车道保持的能力，当车速过高，不能舒适通过目标弯道时，系统可以自动降速使车辆能够平稳通过弯道，并且在出弯后继续按照驾驶员设定车速进行跟车/巡航；该功能还可以支持单侧车道线激活，在没有车道线的情况下可以支持

纵向辅助，并在车道线条件重新满足后自动恢复横纵向控制。此外，该系统还搭载了主动式脱手检测功能，时刻提醒驾驶员注意安全驾驶，如系统监测到脱手，会通过若干级报警提醒驾驶员安全驾驶，若驾驶员长时间没有接管车辆会执行车道内安全停车，降低安全风险。

1.2.2.11 理想

理想汽车全部车系均标配全栈自研的导航驾驶辅助，车辆可根据高精地图导航路径自主行驶、自主出入匝道、推荐变道和主动变道。车辆在拥堵路段自动跟随前车，在道路标线缺失时也不会中断，驾驶员只需手握方向盘，监管车辆即可。

全新理想 AD MAX 采用了 6 颗 800 万像素摄像头和 5 颗 200 万像素摄像头，实现了对车身周围及远距离的 360° 全方位感知。前向的车规级激光雷达配备 128 个激光器，在暗光、强光这类摄像头受限的场景，可确保系统对环境感知的准确性，帮助车辆提升对静止及异形障碍物的识别。

此外，理想汽车将搭载不依赖高精地图的城市 NOA 功能，采用 BEV 大模型，可以在绝大多数的道路和路口，实时生成稳定的道路结构信息。

针对红绿灯等通行规则，理想汽车训练了一个端到端的信号灯意图网络（TrafficIntentionNet），简称为 TIN 网络。不需要人为设定任何规则，甚至不需要识别红绿灯的具体位置。只要将图像视频输入给 TIN 网络模型，网络就能直接给出车辆现在该怎么走的结果——左右

转、直行或停止等待。

1.2.2.12 小鹏

小鹏汽车在 2021 年 1 月通过 OTA 推出了高速领航辅助系统 NGP (Navigation Guided Pilot)。除此之外，小鹏汽车还同步研究开发适用于复杂城市路况的城市领航辅助系统 CNGP (City Navigation Guided Pilot)。

高速领航辅助系统 NGP 适用于高级驾驶辅助地图覆盖的部分高速公路及快速路，在驾驶员的有效监控及满足系统激活条件的情况下，按照导航路径辅助驾驶员实现智能巡航行驶，包括智能进出匝道、智能调节车速、智能变换车道等功能。

城市领航辅助系统 CNGP 适用于在高级驾驶辅助地图覆盖的部分城市道路，在驾驶员的有效监控及满足系统激活条件的情况下，根据驾驶员在城市驾驶场景中设置的导航路线，辅助驾驶员实现对车辆从 A 点到 B 点的智能巡航行驶，包括智能巡航跟车、智能变换车道、路口通行等功能。

1.2.2.13 极氪

极氪推出 12V1R 方案的 NZP 智能驾驶辅助系统，搭载高性能智能驾驶芯片，可实现高速、城市快速路、城市道路场景下的智能驾驶辅助行驶。

量产车型极氪 001 搭载鹰眼视觉融合感知系统，包含 7 个 800 万

像素高清摄像头、4 个 200 万像素环视摄像头、1 个驾驶员注意力监测摄像头、1 个前视毫米波雷达、12 个超声波传感器；以及车道级高精度地图。

NZP 系统可以敏捷地感知道路周边环境信息，支持在高速、城市快速路、城市道路场景下，实现智能巡航（在设计运行区域内完成跟车巡航、根据道路限速标牌信息及车流控制巡航速度）、车道居中辅助（辅助控制车辆保持在车道中心行驶）、邻车偏移避让、车道变换辅助（根据前方慢车、导航规划或驾驶员意图完成变道）、主动上下匝道等驾驶辅助功能。NZP 系统同时具备脱手检测、脱眼检测功能。

1.2.2.14 华人运通

高合 HiPhi Z 配备了 HiPhi Pilot 智能驾驶辅助系统，包括 PA 领航辅助等功能。可实现自适应巡航 ACC、车道居中保持 LCC、智能限速辅助 ISA、自动辅助变道 ALCA 等功能。支持系统在高速、城市快速路、城市道路场景使用。

另外 NOH 导航自动辅助驾驶后续将通过 OTA 逐步实现。可实现匝道导航驾驶、系统自主变道、智能避让、安全停车等功能。支持系统在高速、城市快速路场景使用。

整车共配备 32 个驾驶辅助传感器，包括 1 个激光雷达、13 个摄像头、5 个毫米波雷达、12 个超声波雷达、1 个三区脱手检测传感器。同时支持高精度地图与定位模块。此外整车配备驾驶员疲劳检测系统和驾驶员分心检测系统。

1.2.2.15 小米

小米首款量产的车型上将全系搭载 L2 级别的智能驾驶辅助功能。低配方案上结合毫米波雷达与高清摄像头实现单车道/多车道场景的 L2 级别智能驾功能，包含智能自适应巡航、车道居中辅助与拨杆变道辅助等功能。

高配方案上将在低配方案基础上不断提升感知能力，随着高清摄像头，激光雷达，高精地图与高精惯导的加入，小米智能驾驶能力将不断提升，未来将向高配用户提供 L2 级别的导航辅助驾驶功能，包含高速公路领航功能，并支持城市道路领航功能与点到点全场景领航功能。

1.2.2.16 蔚来



蔚来汽车主销车型已切换至 NT2 平台，该平台车型全系标配“**Aquila 超感系统**”+“**Adam 蔚来超算平台**”。其中，**Aquila 超感系统**由 33 个高性能感知硬件组成，包括超远距离高精度激光雷达、800 万像素高清摄像头、300 万像素高感光环视专用摄像头、毫米波雷达、超声波传感器和高精度定位单元；**Adam 蔚来超算平台**由 4 颗 **Orin** 芯片组成，总算力 1016Tops，具备热备份冗余设计。

基于 NT2 平台研发的 NOP+增强领航辅助驾驶功能已迭代多版本交付。NOP+是基于“**Banyan 智能系统**”专属打造的 L2 级辅助驾驶功能，可辅助驾驶员在高速公路和城市快速路场景下完成一系列驾驶任务，包含自动进出匝道、保持横向安全距离、自主合流分流、智

能限速调节、最优车道选择、弯道主动降速、主动超越慢车、巡航车速个性化、施工场景识别与安全提示等。面向城区道路使用的 L2 级辅助驾驶功能在各主要城市陆续上线交付中。

1.3 研究意义

综上，随着搭载组合驾驶辅助功能的新车渗透率不断提升，且 L2 功能已逐步向更为智能化的领航辅助驾驶演进，设计运行范围向更为复杂的城市道路等不断扩展，同时相关的标准法规也在不断完善中。

2021 年 8 月 12 日工信部发布《关于加强智能网联汽车生产企业及产品准入管理的意见》。针对驾驶辅助功能，要求应当明确告知车辆功能及性能限制、驾驶员职责、人机交互设备指示信息、功能激活及退出方法和条件等信息。针对组合驾驶辅助功能，要求应采取脱手检测等技术措施，保障驾驶员始终在执行相应的动态驾驶任务。

2022 年 12 月 21 日全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分技术委员会审查通过了《智能网联汽车 组合驾驶辅助系统技术要求及试验方法 第 1 部分：单车道行驶控制》和《智能网联汽车 组合驾驶辅助系统技术要求及试验方法 第 2 部分：多车道行驶控制》两项 L2 行车辅助的推荐性国家标准。此外，根据工信部 2023 年 7 月发布的《国家车联网产业标准体系建设指南(智能网联汽车)(2023 年版)》，计划将上述两项国标在未来变更为强制性国家标准。

但目前已完成制定的相关组合驾驶辅助系列标准仅覆盖了基础性的单车道行驶以及驾驶员“拨杆换道”（多车道行驶）功能，与已

量产商用的 L2 功能之间还存在较大的标准空白，行业亟需与功能相匹配的标准来对产品进行规范。

此外，从市场上相关的产品信息可以看到，对智能领航辅助、辅助自动驾驶、自动辅助驾驶等实际为组合驾驶辅助功能产品的宣传或介绍用语缺乏统一表述和明确定义，在应用推广时容易对用户造成误导，致使混淆驾驶辅助与自动驾驶概念。事实上，不仅是用词表述，目前行业内对于组合驾驶辅助、有条件自动驾驶（3 级驾驶自动化，以下简称为 L3），即 L2 和 L3 的实际功能特征表现也缺少界限上的划分。

因此，本研究报告将通过对比 L2 和 L3 功能之间的差异性进行全面分析，提炼和总结针对 L2 系统的关键技术原则。从技术发展现状、技术发展趋势以及功能开发角度系统性的对 L2 功能进行全面梳理，并在此基础上将 L2 功能整体上划分为若干彼此不重复、不重叠的多个具体功能，得出 L2 功能体系。此外，场景应对能力也是 L2 系统的关键特征，场景体系梳理也作为本报告的主要内容。同时，本报告对国内和国际上与 L2 功能相关的标准法规和测评项目现状进行了系统性梳理。上述各项研究内容将作为未来 L2 行车辅助标准制定的参考。

系统性梳理 L2 功能体系并提出标准化需求建议有助于填补目前针对各项功能在标准需求上的空缺，让 L2 功能有标可依，规范市场，引领技术发展。

2 组合驾驶辅助与部分驾驶辅助和有条件自动驾驶的差异性分析

组合驾驶辅助产品不断演进，逐步降低百公里平均人工干预次数，不断增强系统的安全辅助策略，部分产品已具备当驾驶员长时间未响应脱手警告时系统不直接退出导致车辆失控，而是继续控制车辆进行减速至停车并开启危险警告信号提示周边其他道路使用者的安全辅助功能，进一步提升了系统的安全响应能力。但因此也会引出新的疑问，如何通过实际表现特征来界定某功能是属于组合驾驶辅助（L2）还是有条件自动驾驶（L3）。

此外，如果一个车型同时具有车道居中控制（LCC）和自适应巡航（ACC）两个部分驾驶辅助系统（1级驾驶自动化，以下简称为L1），且提供了两个功能可同时处于激活状态的方式，那么从整车行为上看，车辆在无需驾驶员介入任意方向的运动控制情况下做到了持续的横向和纵向运动控制，是否将这种车辆表现也视为组合驾驶辅助在运行。

区分清楚L2与L1和L3之间的功能差异，不仅可以有助于避免在终端用户界面上对系统能力边界产生误解及防止可能发生的误用，还可以进一步明确针对L2系统的原则性要求，作为未来相关标准及管理法规制定的参考。

2.1 L2与L3的差异性分析

2.1.1 L2与L3驾驶员与系统角色/分工的差异

《GB/T 40429-2021 汽车驾驶自动化分级》中对于L2与L3的分

级定义如下：

- 2 级驾驶自动化（组合驾驶辅助，**combined driver assistance**）

系统在其设计运行条件下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。

注：对于 2 级驾驶自动化，驾驶员和驾驶自动化系统共同执行全部动态驾驶任务，并监管驾驶自动化系统的行为和执行适当的响应或操作。

- 3 级驾驶自动化（有条件自动驾驶，**conditionally automated driving**）系统在其设计运行条件下持续地执行全部动态驾驶任务。

注：对于 3 级驾驶自动化，动态驾驶任务后援用户以适当的方式执行接管。

基于 GB/T 40429-2021 驾驶自动化分级国家标准中的定义可以进一步明确出驾驶员和系统在不同级别中所扮演的角色以及具体的驾驶任务分工。联合国欧洲经济委员会/世界车辆法规协调论坛（UNECE/WP.29）在 2018 年 4 月 23 日发布了《WP.29 自动驾驶定义及联合国法规制定通用原则参考文档》。该文档针对 SAE J3016 中 1 级至 5 级驾驶自动化系统的驾驶员与系统的分工、相关联合国法规制定需考虑的内容等方面提出指导性原则。其中，SAE J3016 Level 2 和 Level 3 的驾驶员任务及系统任务说明见表 2。

表2 WP.29 自动驾驶定义参考文档中驾驶员与系统的分工说明

	关于 SAE J3016 的 Level 2	关于 SAE J3016 的 Level 3
驾驶员的任务	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 决定何时激活或退出系统是适当的； ▪ 执行 OEDR(目标和事件探测与响应), 监测行车环境并在必要时作出响应 (例如紧急车辆驶来); ▪ 持续监督系统执行的动态驾驶任务。虽然驾驶员可能会脱离身体上的驾驶操纵, 但必须在精神上完全参与驾驶任务, 并应在环境条件或系统要求下立即进行干预 (系统没有介入请求, 仅在误用或故障时发出警告); ▪ 驾驶员不应执行会妨碍其在必要时立即进行驾驶干预的非驾驶任务。 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 决定何时激活或退出自动驾驶系统是适当的； ▪ 无需在 ODD(设计运行范围)内执行纵向运动和横向运动控制以及环境监测； ▪ 应保持足够的警觉性以获知介入请求及相关的车辆警告、机械故障或紧急车辆； ▪ 在 ODD 内可将注意力从动态驾驶任务中移开, 但只能执行依然会留有适当响应时间的非驾驶任务。
系统的任务	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 激活后执行纵向 (加速, 制动) 和横向 (转向) 的动态驾驶任务。系统无法探测 ODD 内的所有情况； ▪ 立即响应驾驶员的退出请求； ▪ 没有介入请求, 仅发出警告； ▪ 通过驾驶员在环检测功能评估驾驶员参与系统和环境状态监测任务的情况和立即干预车辆行驶的能力。 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 激活后执行纵向 (加速, 制动) 和横向 (转向) 的动态驾驶任务, 应对行车环境进行监测以进行运行决策； ▪ 仅允许在其所设计的条件下激活。立即响应驾驶员的退出请求。当人工接管可能会危及安全时, 系统可暂缓退出； ▪ 只有在提供给驾驶员足够的接管时间后系统才自动退出。在某些受限的情况下, 如果驾驶员不执行接管, 系统可以过渡到 (至少触发措施到) 最小风险状态； ▪ 应通过驾驶员接管能力识别来确保在系统请求时驾驶员处于可接管状态； ▪ 紧急制动措施应由系统完成而不是期待驾驶员执行。

于 2021 年 8 月 20 日发布的 GB/T 40429-2021 驾驶自动化分级国标中也对 0 级 (应急辅助) 至 5 级 (完全自动驾驶) 用户与系统的角

色进行了说明。其中,关于组合驾驶辅助(L2)和有条件自动驾驶(L3)的相关说明见表3。

表3 GB/T 40429-2021 驾驶自动化分级国标中驾驶员与系统的角色说明

	Level 2 - 组合驾驶辅助	Level 3 - 有条件自动驾驶
驾驶员的角色	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 执行驾驶自动化系统没有执行的其余动态驾驶任务; ▪ 监管驾驶自动化系统,并在需要时介入动态驾驶任务以确保车辆安全; ▪ 决定是否及何时启动或关闭驾驶自动化系统; ▪ 在任何时候,可以立即执行全部动态驾驶任务。 	<p>驾驶员(系统未激活):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 系统激活前,确认装备驾驶自动化系统的车辆状态是否可以使用; ▪ 决定何时开启驾驶自动化系统; ▪ 在驾驶自动化系统激活后成为动态驾驶任务后援用户。 <p>动态驾驶任务后援用户(系统激活):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 当收到介入请求时,及时执行接管; ▪ 发生车辆其他系统失效时,及时执行接管; ▪ 可将视线转移至非驾驶相关的活动,但保持一定的警觉性,对明显的外部刺激(如:救护车警笛等)进行适当的响应; ▪ 决定是否以及如何实现最小风险状态,并判断是否达到最小风险状态; ▪ 在请求驾驶自动化系统退出后成为驾驶员。
系统的角色	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 持续执行动态驾驶任务中的车辆横向和纵向运动控制; ▪ 具备与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; ▪ 当驾驶员请求驾驶自动化系统退出时,立即解除系统控制权。 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 仅允许在其设计运行条件下激活; ▪ 激活后在其设计运行条件下执行全部动态驾驶任务; ▪ 识别是否即将不满足设计运行范围,并在即将不满足设计运行范围时,及时向动态驾驶任务后援用户发出介入请求; ▪ 识别驾驶自动化系统失效,并在发生驾驶自动化系统失效时,及时向动态驾驶任务

		<p>后援用户发出介入请求；</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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，发出介入请求； ▪ 在发出介入请求后，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； ▪ 在发出介入请求后，如果动态驾驶任务后援用户未响应，适时采取风险减缓车辆风险的措施； ▪ 当用户请求驾驶自动化系统退出时，立即解除系统控制权。
--	--	---

综上，在《WP.29 自动驾驶定义及联合国法规制定通用原则参考文档》和《GB/T 40429-2021 汽车驾驶自动化分级》中，对于组合驾驶辅助（L2），驾驶员仍应持续驾驶任务在环且负责部分动态驾驶任务，尤其是目标和事件探测与响应（OEDR）部分，并在必要时立即干预车辆控制。系统辅助驾驶员执行持续的横向和纵向运动控制以及相应的 OEDR，对驾驶员驾驶任务在环状态进行监测，并立即响应驾驶员的退出请求。

对于有条件自动驾驶（L3），驾驶员在保持警觉性的前提下可以执行一定的非驾驶任务（满足相关法律法规的前提下），在系统的设计运行条件（ODC）内无需执行动态驾驶任务但应立即响应系统的介入请求。系统在其 ODC 内执行全部动态驾驶任务并对驾驶员接管能力状态进行持续监测，在即将超出 ODD 或发生失效等情况下向驾驶员发出介入请求。

2.1.2 L2 与 L3 功能的差异性

2021 年 2 月世界车辆法规协调论坛/自动驾驶和网联车辆常设工作组（WP.29/GRVA）在其工作框架下正式成立先进驾驶辅助系统（ADAS）法规专项组（TF ADAS），其中一项工作内容是澄清 ADAS 与自动驾驶的差异，该项工作成果也会作为针对 L2 系统所制定的新联合国法规，即驾驶员控制辅助系统（Driver Control Assistance Systems, DCAS）的原则性参考。在 2022 年 1 月的 TF ADAS 第 10 次会议上，国际汽车制造商组织（OICA）和欧洲汽车供应商协会（CLEPA）针对驾驶辅助系统（以 DCAS 为例）与自动驾驶系统（以自动车道保持系统, ALKS 为例），从动态控制、OEDR、驾驶员角色、非驾驶任务及驾驶员监测目的几个方面进行了相关差异性或共同性说明，见表 4。

表4 OICA/CLEPA 驾驶辅助与自动驾驶系统的差异性/共同性说明

	驾驶辅助系统（例如 DCAS）	自动驾驶系统（例如 ALKS）
系统提供的动态控制	持续的横向和纵向运动控制	持续的横向和纵向运动控制
目标和事件探测与响应（OEDR）	为驾驶员提供辅助，但不足以允许驾驶员执行非驾驶任务（例如，系统无法总是识别其自身边界）	足以允许驾驶员执行非驾驶任务（不需要驾驶员在环的情况下依然确保安全）。识别其自身边界（当接近其自身边界时发出介入请求）
驾驶员角色	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 持续参与/监督动态驾驶任务 ▪ 能够在必要时随时干预 	能够在需要的时候响应介入请求
非驾驶任务	与对传统驾驶员的要求保持一致	可被允许
驾驶员监测目的	评估驾驶员对动态驾驶任务的参与/监督程度	评估驾驶员可响应系统发出的介入请求的能力

通过对上述国际和国内标准法规的梳理，可以得出一定的 L2 与

L3 差异性对比，但还没有进行全面的层面差异性分析，本报告将从动态驾驶任务（DDT）执行主体、驾驶员在环机制、目标和事件探测与响应（OEDR）、驾驶决策等四个方面详细论述和总结 L2 与 L3 两者在功能层面的差异性，并在后文中明确针对 L2 系统/功能的原则性要求。

1) 动态驾驶任务（DDT）执行主体

- 对于组合驾驶辅助（L2）：系统在激活状态下，DDT 由驾驶员和系统共同承担，但 DDT 执行主体依然是驾驶员，系统辅助驾驶员执行车辆横向和纵向运动控制以及行车环境的探测与响应。因此，作为 DDT 执行主体，驾驶员可在任意时刻通过转动方向盘、踩下加速踏板等操纵方式介入车辆的横向运动、纵向运动控制。在驾驶员相应的控制输入被执行过程中，系统可以不退出，待驾驶员控制输入结束后，系统自动恢复到激活状态。

例如，单车道行驶控制系统在激活状态下，当驾驶员转动方向盘后，车辆的横向控制输入来源由系统转换到驾驶员，由驾驶员来临时控制车辆的行驶方向，但系统依然持续控制车辆纵向运动。当驾驶员结束对方向盘的操纵后，车辆的横向控制输入来源自动恢复到系统。

- 对于有条件自动驾驶（L3）：系统在激活状态下，系统是唯一的 DDT 执行主体，由系统来承担全部 DDT。若驾驶员已介入车辆的横向运动或纵向运动控制后，应最终导致系统退出，而不应在驾驶员控制输入结束后系统自动恢复到激活状态。

例如，自动车道保持系统（ALKS）在激活状态下，当驾驶员转

动方向盘（超过为防止驾驶员误用而设定的阈值后），车辆的横向控制输入来源由系统转换到驾驶员，并且系统自动退出，而不应该继续控制车辆纵向运动。

2) 驾驶员在环机制

- 对于组合驾驶辅助（L2）：系统在激活状态下，驾驶员应始终不脱离驾驶任务。系统应对驾驶员是否在环进行持续检测，并在必要时向驾驶员发出提示信号。

例如脱手检测技术措施的一种表现为，单车道行驶控制系统在激活状态下，当行车速度超过 10 km/h 后，系统应对驾驶员是否手握方向盘进行持续检测，当检测到驾驶员脱手达到一定时长后发出脱手提示信号，提醒驾驶员应立即重新手握方向盘。

- 对于有条件自动驾驶（L3）：系统在激活状态下，驾驶员可以有条件的脱离驾驶任务，将注意力从驾驶任务中移开，从事被允许的非驾驶任务（满足相关法律法规的前提下），但仍应保持足够的警觉性以及及时响应系统所发出的介入请求。因此系统应具有驾驶员接管能力监测功能，可以通过驾驶员状态监测等技术措施对驾驶员是否具备接管能力进行持续监测，并在必要时向驾驶员发出提示信号。

例如，自动车道保持系统（ALKS）在激活状态下，驾驶员可以通过车机设备进行娱乐或处理工作等活动，但系统会对驾驶员的视觉注意力、困倦状态等进行持续监测，当系统判定驾驶员不具备接管能力时发出接管能力不足提示信号，提醒驾驶员保持必要的接管能力。

3) 目标和事件探测与响应（OEDR）

- 对于组合驾驶辅助（L2）：系统在激活状态下，DDT 执行主体是驾驶员，因此对于车外天气及环境情况、道路结构拓扑情况、其他道路使用者与自车行为交互情况、交通事故及临时施工等可能会对自车行驶造成安全影响的，受限于系统感知和决策规划能力，系统会辅助驾驶员执行部分 OEDR，但驾驶员仍需作为 OEDR 的执行主体，在行车环境或系统运行状态发生异常时，立即介入车辆的控制。

例如，根据中汽中心汽车测评管理中心发布的 C-ICAP 专项测评研究报告^[4]，第一批针对基础行车辅助规程测试的 6 款车型中仅有 2 款车型通过了道路施工场景的测试，其余车型无法对施工区域所摆放的锥桶进行识别和响应。

- 对于有条件自动驾驶（L3）：系统在激活状态下，由系统来承担全部 DDT，OEDR 也因此由系统全部承担，包括识别全部已明确的设计运行条件（ODC）元素、计划接管事件和非计划接管事件等，并执行合理的控制策略。

例如，自动车道保持系统（ALKS）在激活状态下，如果在车辆行驶前方出现临时施工区域（道路上临时摆放锥桶），系统应进行安全响应不与施工区域设施等发生碰撞，安全响应策略取决于系统能力及车流情况，可包括自动换道至相邻可通行车道、提前发出介入请求、执行避撞控制等措施。

4) 驾驶决策

驾驶决策作为动态驾驶任务（DDT）的组成部分，根据当前处于报批阶段的国家标准《GB/T 智能网联汽车 术语和定义》中的相关定

义，即“决策”是指驾驶自动化系统确定车辆驾驶行为的技术。驾驶决策作为运动规划的上游，从顶层上指导车辆下一步应该如何行驶方可作为全局最优解。例如，驾驶决策会明确自车是抢行还是让行，是超车还是跟随，是继续车道保持还是发起换道，是向左避障还是向右避障等。

- 对于组合驾驶辅助（L2）：系统在激活状态下，DDT 由驾驶员和系统共同承担，因此也是由驾驶员和系统共同承担驾驶决策。

例如，单车道行驶控制系统提供给驾驶员跟车时距、巡航车速等调节方式，系统在激活状态下会对驾驶员的相关调节输入（例如缩小跟车时距或增加巡航车速等）进行响应。对于具备驾驶员“拨杆换道”功能的系统，会响应来自于驾驶员的换道意图并视情况发起换道过程等。对于具备自主换道功能的系统，可提供给驾驶员不同的设置选项，即每次发起换道过程前需进行确认，或者每次发起换道过程前不需要进行确认。对于前者，每次换道的驾驶决策都由驾驶员通过特定的操作方式进行。对于后者，驾驶员可通过特定的干预方式取消换道过程。

- 对于有条件自动驾驶（L3）：系统在激活状态下，由系统来承担全部 DDT，驾驶决策也因此由系统全部承担。

例如，自动车道保持系统（ALKS）在激活状态下，当驾驶员通过特定的操作方式（如转向信号灯操纵件）尝试发起换道时，系统不应触发本次换道过程，因为换道决策不是来自于 ALKS 系统本身。

上述有关 L2 与 L3 实际功能差异性梳理汇总见表 5。

表5 本研究项目对 L2 与 L3 实际功能划分界限的梳理总结

	Level 2	Level 3	解释说明
--	---------	---------	------

	组合驾驶辅助	有条件自动驾驶	
DDT 执行主体	驾驶员 (在激活状态下, 由驾驶员和系统 共同承担 DDT)	系统 (在激活状态下, 由系统承担 DDT)	<ul style="list-style-type: none"> 对于 L2, 驾驶员可在任意时刻干预横向(转向)或纵向(加速)控制, 系统可不退出; 对于 L3, 系统是唯一的驾驶主体执行全部 DDT, 若驾驶员已干预了任意方向的车辆运动控制, 应最终导致系统退出。
驾驶员在环	驾驶员应始终不脱离驾驶任务	技术角度: 驾驶员可脱离驾驶任务, 但应具备接管能力	<ul style="list-style-type: none"> 对于 L2, 系统应对驾驶员是否在环进行持续检测(评估驾驶员是否处于驾驶任务中); 对于 L3, 系统应对驾驶员是否具备接管能力进行持续检测(评估驾驶员是否有能力响应介入请求)。
动态驾驶任务			
OEDR 部分	以驾驶员为主体, 系统辅助执行对目标和事件的探测与响应	系统承担全部的目标和事件探测与响应	<ul style="list-style-type: none"> 对于 L2, 受限于感知和规划决策能力, 驾驶员依然需要全程监测车外环境及系统运行状态, 若发生异常应立即介入车辆控制。驾驶员应在 OEM 声明的 ODD 范围内使用系统; 对于 L3, 技术实现层面可以做到无需驾驶员全程监测车外环境及系统运行状态, 维持接管能力即可。系统应仅在满足 ODC 下激活。
驾驶决策部分	驾驶员和系统共同承担驾驶决策	系统承担全部的驾驶决策	<ul style="list-style-type: none"> 对于 L2, 驾驶员参与相应的驾驶决策,

			<p>例如系统提供跟车时距、巡航车速等设置方式,驾驶员通过拨杆等方式确认换道意图;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 对于 L3, 系统是唯一的驾驶主体,应执行全部的动态驾驶任务,包括全部的驾驶决策。
--	--	--	---

2.1.3 L2 与 L3 功能差异性小结

通过上述对动态驾驶任务 (DDT) 执行主体、驾驶员在环机制、目标和事件探测与响应 (OEDR) 以及驾驶决策四个方面的梳理和分析,从功能表现上,对于有条件自动驾驶 (L3) 来说,系统在激活状态下至少应满足以下四项。对从功能表现上有任意一项不满足的系统则不是有条件自动驾驶 (L3), 应属于驾驶辅助范畴:

- 如果驾驶员已干预了任意方向上的车辆运动控制,应最终导致 L3 系统退出,不应在驾驶员控制输入结束后系统依然持续保持激活状态;
- 如果驾驶员具备接管能力,应允许其有条件的脱离驾驶任务;
- 系统应承担全部的 OEDR,包括识别全部已明确的设计运行条件 (ODC) 元素、计划接管事件和非计划接管事件等,并执行合理的控制策略;
- 系统应承担全部的驾驶决策,无需驾驶员给予驾驶决策输入。

2.2 L1 与 L2 差异性分析

《GB/T 40429-2021 汽车驾驶自动化分级》中对 L1 的分级定义如下：

- 1 级驾驶自动化（部分辅助驾驶，**partial driver assistance**）系统在其设计运行条件下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。

注：对于 1 级驾驶自动化，驾驶员和驾驶自动化系统共同执行全部动态驾驶任务，并监管驾驶自动化系统的行为和执行适当的响应或操作（如车道居中控制、自适应巡航控制等功能）。

针对在分级标准中作为示例的车道居中控制和自适应巡航控制等功能，根据《GB/T 39263-2020 道路车辆 先进驾驶辅助系统(ADAS) 术语及定义》的相关定义：

- 车道居中控制（**lane centering control; LCC**）：实时监测车辆与车道边线的相对位置，持续自动控制车辆横向运动，使车辆始终在车道中央区域行驶。
- 全速自适应巡航控制（**full speed range adaptive cruise control; FSRA**）：实时监测车辆前方行驶环境，在设定的速度范围内自动调整行驶速度并具有减速至停止及从停止状态自动起步的功能，以适应前方车辆和/或道路条件等引起的驾驶环境变化。

通过上述驾驶自动化分级和功能定义可以看到，如果一个车型同时具有 LCC 和 FSRA 两个 L1 系统，且提供了两个功能可同时处于激

活状态的方式（例如通过一个共用的操纵件或者两个操纵件），那么从整车行为上看，虽然是两个 L1 系统独立激活，但车辆在无需驾驶员介入任意方向的运动控制情况下做到了持续的横向和纵向运动控制，且两个系统同时也在辅助驾驶员执行相适应部分的目标和事件探测与响应，例如 LCC 持续执行车道线检测，FSRA 持续执行前方目标物探测等，因此从系统对车辆的运动控制表现上，已经可以视同为组合驾驶辅助。

因此，从安全管理角度，如果车辆所配备的辅助驾驶员分别执行横向运动和纵向运动控制的两个 L1 系统可以同时处于激活状态，则建议在两个系统同时处于激活状态下也应满足对应的 L2 系统标准要求（例如《GB/T 智能网联汽车 组合驾驶辅助系统技术要求及试验方法 第 1 部分：单车道行驶控制》）。若不能同时处于激活状态则视为完全独立的 L1 系统，无需满足对应的 L2 系统标准要求。

2.3 组合驾驶辅助系统的关键技术原则

通过本章节对 L2 与 L3、L1 与 L2 的差异性分析，一方面识别出了可被视为有条件自动驾驶(L3)的系统至少要满足的四项功能特征，以及两个 L1 若能够同时处于激活状态则应视同为 L2。另一方面基于动态驾驶任务（DDT）执行主体、驾驶员在环机制、目标和事件探测与响应（OEDR）以及驾驶决策，也可以总结出对于组合驾驶辅助系统在激活状态下的关键技术原则：

- 从 DDT 执行主体和驾驶决策角度：当驾驶员对车辆横向或纵

向运动控制的输入超过为防止误用为目的的阈值时，以及驾驶员对跟车时距、巡航车速等的调节请求、驾驶员对触发换道过程的请求（若系统具备换道功能），系统应立即响应驾驶员的干预（包括对驾驶员进行必要的提示）；

- 从驾驶员在环机制角度：系统应对驾驶员是否在环进行持续检测，以识别驾驶员是否在执行相应的动态驾驶任务，并在必要时向驾驶员发出提示信号。系统不应向驾驶员提供与驾驶任务不相关且易分散注意力的内容；

- 从 OEDR 角度：系统应向驾驶员提供充分的系统运行状态信息。对于具备单车道行驶、多车道行驶以及其他 L2 功能的系统，还应提供相应功能必要的行车环境信息。



3 组合驾驶辅助功能体系

本研究报告 1.2 章节产业概述中共分析了 19 家供应商和车企的组合驾驶辅助产品，包括传感器等硬件配置、可支持的设计运行范围（ODD）以及相关 L2 功能的介绍。其中，对于目前已量产或研发/规划中的 L2 功能，从技术发展现状、趋势以及功能开发等角度通过清晰的逻辑关系全面梳理并划分了若干彼此不重复、不重叠的多个具体功能，除驾驶员在环检测外，每一项功能侧重于表征自车特定的行为动作，例如，自车辅助驾驶员控制车辆，保持在当前车道中央区域行驶的行为。或者当系统确认驾驶员换道意图后，控制车辆从当前车道驶入目标车道的行为。基于此，形成以行驶辅助、安全辅助和驾驶员在环检测三大类别的 L2 功能体系，见图 1。



图1 L2 功能体系分类

此外，随着 L2 系统的持续演进，其应对高速公路上临时施工区域、城区内的路口通行（直行、左转、右转、掉头）等复杂交通场景的能力也在不断增强。因此，除针对 L2 功能体系进行全面梳理外，对于特定交通标志标线、交通信号灯、道路基础设施、复杂道路结构拓扑等的识别和响应，以及涉及与其他道路使用者的复杂行为交互，通过梳理 L2 应对场景进行覆盖。L2 应对场景体系在本报告第 4 章进行说明。

3.1 行驶辅助

行驶辅助是指系统在激活状态下，执行车速控制、转向控制等驾驶任务，辅助驾驶员控制车辆行驶的功能。可分为巡航辅助和换道控制辅助两类。

3.1.1 巡航辅助

巡航辅助是指辅助驾驶员保持在当前车道行驶，行驶过程中控制车辆的行驶速度和方向，支持巡航车速、跟车时距调节的功能，包括单车道行驶、车道巡航行驶等。

3.1.1.1 单车道行驶

单车道行驶是指根据车辆周边行驶环境，对车辆持续进行横向和纵向运动控制，辅助驾驶员控制车辆仅在选定的单一车道内行驶的功能。

3.1.1.2 车道巡航行驶

车道巡航行驶相比于单车道行驶功能为驾驶员提供额外的辅助

驾驶能力，例如车道内偏移行驶、限速调节、更高的过弯能力等。

3.1.2 换道控制辅助

换道控制辅助是指辅助驾驶员在车道间执行换道过程的功能，包括驾驶员触发的换道控制、系统触发的换道控制等。

3.1.2.1 驾驶员触发的换道控制

驾驶员触发的换道控制是指系统在确认驾驶员换道意图后，辅助驾驶员在车道间执行换道过程的功能，包括多车道行驶、推荐换道等。

3.1.2.1.1 多车道行驶

多车道行驶是指仅在驾驶员通过转向信号灯操纵件触发换道过程后，根据车辆周边行驶环境，对车辆持续进行横向和纵向运动控制，辅助驾驶员在相同行驶方向的车道间执行换道过程的功能。

3.1.2.1.2 推荐换道

推荐换道是指在驾驶员对系统每次发出的换道意图进行确认后，根据车辆周边行驶环境，对车辆持续进行横向和纵向运动控制，辅助驾驶员在车道间执行换道过程的功能。

3.1.2.2 系统触发的换道控制

系统触发的换道控制是指在系统发出换道意图后，若驾驶员没有取消，则根据车辆周边行驶环境，对车辆持续进行横向和纵向运动控制，辅助驾驶员在车道间执行换道过程的功能。

3.2 安全辅助

安全辅助是指系统在激活状态下，当出现安全风险的情况下由系

统辅助驾驶员执行以避免碰撞为目标的车辆控制或安全停车的功能，可分为碰撞风险控制辅助和安全停车辅助两类。

3.2.1 碰撞风险控制辅助

碰撞风险控制辅助是指当存在阻碍自车正常向前行驶的目标物时，系统通过采取较大的制动力控制或绕行等措施辅助驾驶员避免碰撞或减轻碰撞后果的功能，可分为本车道内碰撞风险控制和跨车道线碰撞风险控制两类。

3.2.1.1 本车道内碰撞风险控制

本车道内碰撞风险控制是指当前车道内存在阻碍自车向前行驶的目标物时，系统采取较大的制动力控制或者通过偏向车道内远离目标物的一侧行驶等措施，辅助驾驶员避免碰撞或减轻碰撞后果的功能，包括制动避撞、绕行避撞等。

3.2.1.1.1 制动避撞

制动避撞是指当前车道内存在阻碍自车向前行驶的目标物时，辅助驾驶员采取较大的制动力控制以避免碰撞或减轻碰撞后果的功能。

3.2.1.1.2 绕行避撞

绕行避撞是指当前车道内存在阻碍自车向前行驶的目标物时，辅助驾驶员通过偏向车道内远离目标物的一侧行驶以避免碰撞的功能。

3.2.1.2 跨车道线碰撞风险控制

跨车道线碰撞风险控制是指当前车道内存在阻碍自车向前行驶的目标物时，辅助驾驶员控制车辆跨越车道线行驶以避免碰撞的功能。

3.2.2 安全停车辅助

安全停车辅助是指当系统判定驾驶员无法继续执行动态驾驶任务后，辅助驾驶员将车辆停在目标停车区域的功能，包括本车道内停车、本车道外停车等。

3.2.2.1 本车道内停车

本车道内停车是指当系统判定驾驶员无法继续执行动态驾驶任务后，辅助驾驶员将车辆停在当前行驶车道内的功能。

3.2.2.2 本车道外停车

本车道外停车是指当系统判定驾驶员无法继续执行动态驾驶任务后，辅助驾驶员将车辆停在当前行驶车道外安全区域的功能，包括但不限于最右侧车道、硬路肩等。

3.3 驾驶员在环检测

驾驶员在环检测是指对驾驶员能否及时介入车辆控制的状态进行检测并在必要时发出提示信号的功能，包括脱手检测、视觉注意力检测等。

3.3.1 脱手检测

脱手检测是指对驾驶员是否手握方向盘进行持续检测并在必要时发出脱手提示信号的功能。

3.3.2 视觉注意力检测

视觉注意力检测是指对驾驶员是否保持动态驾驶任务相关的注意力进行持续检测并在必要时发出注意力分散提示信号的功能。

4 组合驾驶辅助应对场景体系

对于组合驾驶辅助，除通过单个的功能来实现特定的驾驶行为外，例如系统辅助驾驶员控制车辆稳定的在当前车道内跟随前方车辆行驶，或者从当前车道驶入到相邻车道的行为等。系统也需要通过多个特定的行为组合来合理的处理和应对所遇到的复杂交通场景。基于系统自身的能力和设计运行范围（ODD），相关场景可包括交叉路口、收费站、施工路段等。

应对场景体系的梳理是对 L2 功能体系的有效补充。第 3 章所梳理出的相关 L2 功能，在标准化中会侧重于对系统控制能力提出一定的性能要求，例如弯道行驶过程中的最大横向加速度要求、实现完全避撞的最大车速差要求、完成换道过程的最长时间要求等。本章节所梳理出的相关应对场景，则会侧重于对系统控制结果提出要求，例如系统辅助驾驶员控制车辆安全地通过了有交通信号灯设置的交叉路口并驶入了对应车道、从匝道安全地汇入到高速公路主线车道继续行驶等。综上，通过对本研究项目组内企业的量产或规划产品的研究以及结合业界产品现状，形成包含通用场景、高速公路/城市快速路场景和城区场景三大类别的 L2 应对场景体系，见图 2。



图2 L2 应对场景体系分类

4.1 通用场景

通用场景是指在高速公路、城市快速路以及城区等不同的设计运行范围（ODD）内均存在的场景。可分为施工/事故路段通行、隧道通行、车道分流/合流、进出加油站/充换电站等。

4.1.1 施工/事故路段通行

施工/事故路段通行场景是指系统通过识别前方路段中临时或长期等施工区的标志及相关障碍物、或者事故现场相关障碍物占用本车道或相邻车道的情况，根据周围行驶环境对车辆持续进行横向和纵向运动控制，辅助驾驶员安全通过该路段的能力来进行应对的场景。图3为场景示意图。

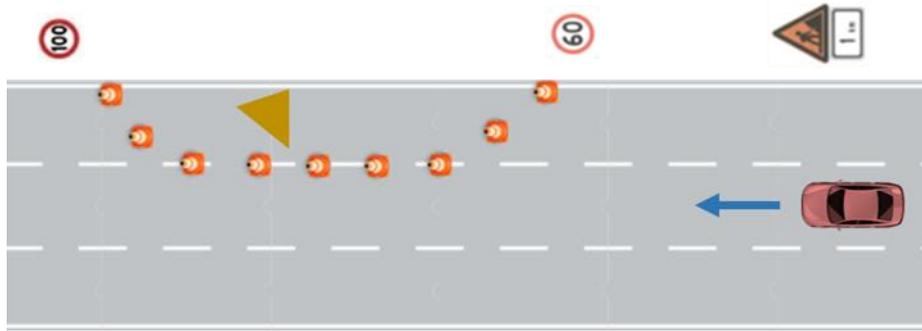


图3 施工/事故路段通行应对场景示意图

4.1.2 隧道通行

隧道通行场景是指系统通过在进出隧道时以及在隧道内通行过程中有效处理光线明暗变化对感知所带来的影响，辅助驾驶员安全通过该路段的能力来进行应对的场景。图4为场景示意图。

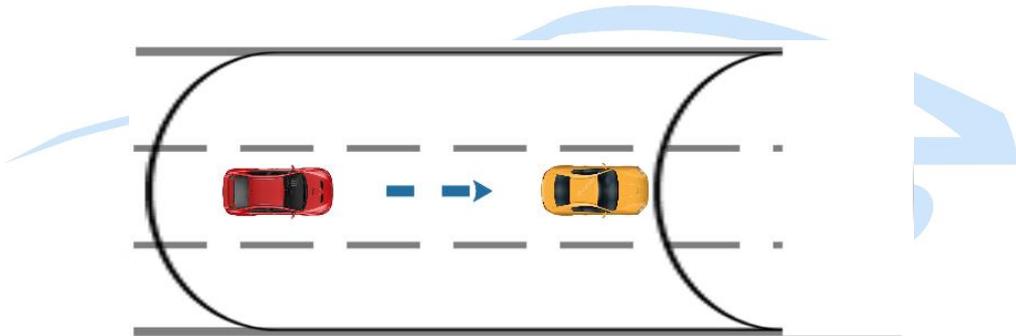


图4 隧道通行应对场景示意图

4.1.3 车道分流/合流

车道分流/合流场景是指系统通过识别前方路段车道数量增加或减少的情况，根据周围行驶环境对车辆持续进行横向和纵向运动控制，辅助驾驶员安全通过该路段的能力来进行应对的场景。图5为场景示意图。

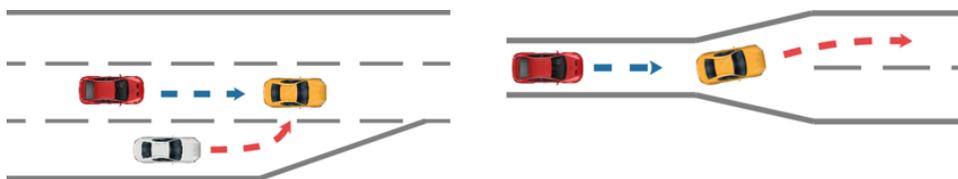


图5 车道分流/合流应对场景示意图

4.1.4 进出加油站/充换电站

进出加油站/充换电站场景是指系统通过根据周围行驶环境，对车辆持续进行横向和纵向运动控制，按照驾驶员意图或导航路径信息辅助驾驶员安全驶入或/和驶出加油站、充电站或换电站的能力来进行应对的场景。图6为场景示意图。

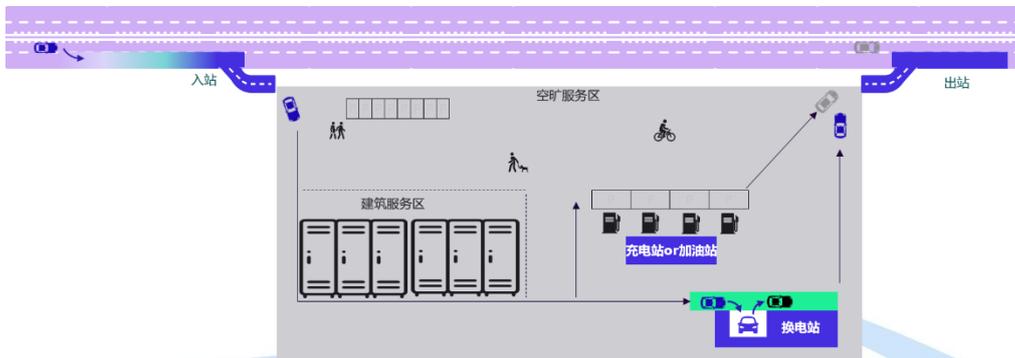


图6 进出加油站/充换电站应对场景示意图

4.2 高速公路/城市快速路场景

高速公路/城市快速路场景是指仅在具备中央物理分隔，供汽车分方向、分车道行驶并全部控制出入的道路条件下存在的场景。可分为上下匝道、ETC 收费站通行和进出服务区等。

4.2.1 上下匝道

上下匝道场景是指系统通过按照驾驶员意图或导航路径信息，结合周围行驶环境，在不影响行驶安全的前提下辅助驾驶员控制车辆从主路进入或离开匝道的能力来进行应对的场景。图7为场景示意图。

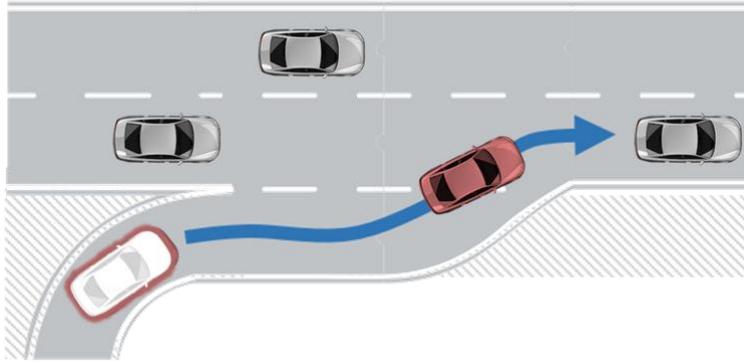


图7 上下匝道应对场景示意图（下匝道）

4.2.2 ETC 收费站通行

ETC 收费站通行场景是指系统通过根据周围行驶环境,对车辆持续进行横向和纵向运动控制,并按系统规划路线从主路或匝道通过收费站前无车道线区域,进入允许通行的 ETC 收费通道,在收费站闸机自动抬杆后安全通过收费站区域并进入后续目标车道的能力来进行应对的场景。图 8 为场景示意图。

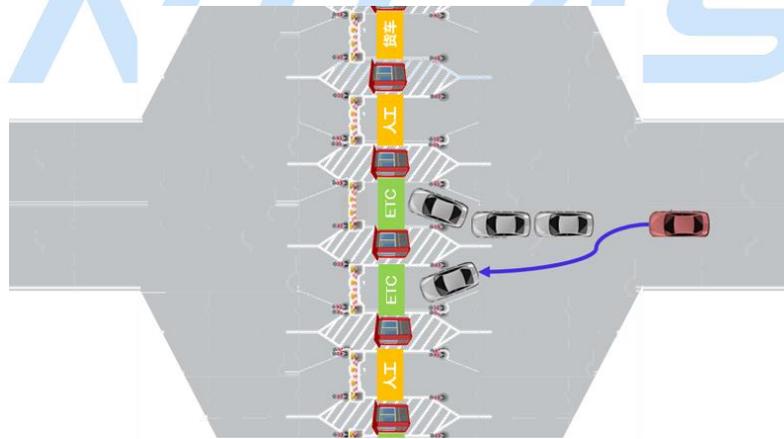


图8 ETC 收费站通行应对场景示意图

4.2.3 进出服务区

进出服务区场景是指系统通过根据驾驶员意图或导航路径信息辅助驾驶员从高速公路主路安全的驶入服务区、或从服务区安全的汇入高速公路主路的能力来进行应对的场景。图 9 为场景示意图。

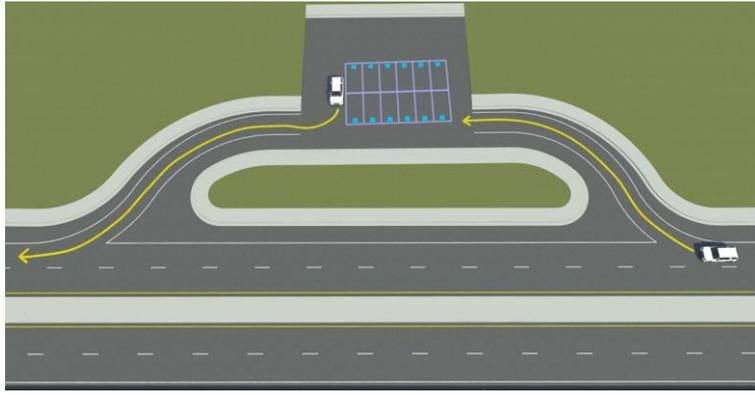


图9 进出服务区应对场景示意图

4.3 城区场景

城区场景是指主要在城市主干路、次干路或支路等道路条件下存在的场景。可分为有信号灯路口通行、无信号灯路口通行、无车道线路段通行和环岛通行等。

4.3.1 有信号灯路口通行

有信号灯路口通行场景是指系统通过按照驾驶员意图或导航路径信息，根据交通信号灯状态信息及周围行驶环境，对车辆持续进行横向和纵向运动控制辅助驾驶员安全通过路口（包括直行、左转、右转、掉头等）的能力来进行应对的场景。图 10 为场景示意图。

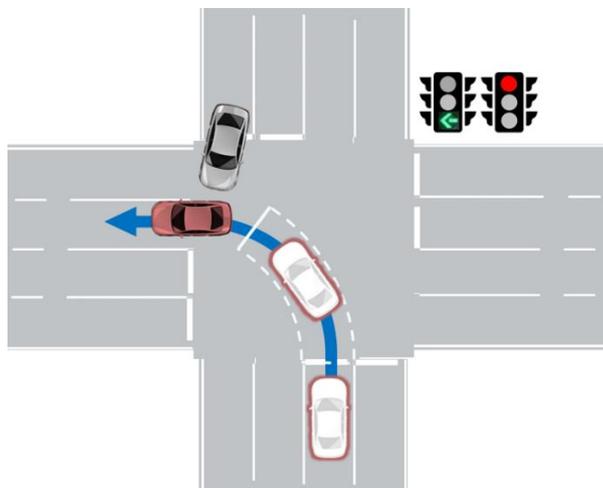


图10 有信号灯路口通行应对场景示意图

4.3.2 无信号灯路口通行

无信号灯路口通行场景是指系统通过无交通信号灯的路口，按照驾驶员意图或导航路径信息及周围行驶环境，对车辆持续进行横向和纵向运动控制辅助驾驶员安全通过路口（包括直行、左转、右转、掉头等）的能力来进行应对的场景。图 11 为场景示意图。

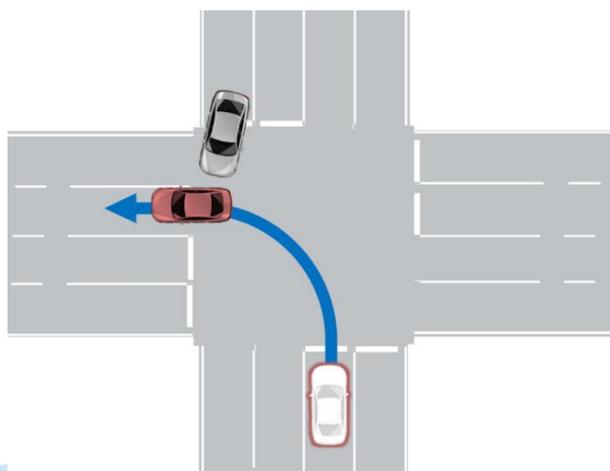


图11 无信号灯路口通行应对场景示意图

4.3.3 无车道线路段通行

无车道线路段通行场景是指系统通过根据周围行驶环境，在没有车道标线的路段内对车辆持续进行横向和纵向运动控制，辅助驾驶员安全通过该路段的能力来进行应对的场景。图 12 为场景示意图。

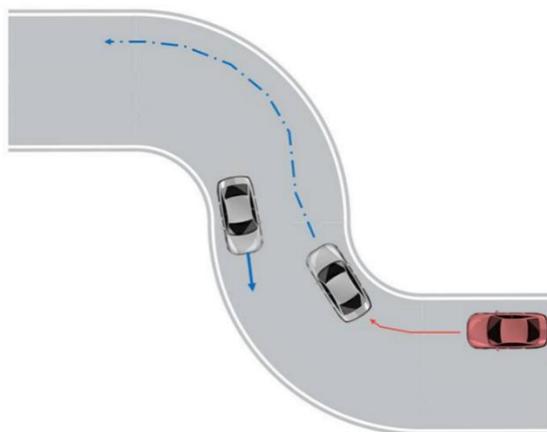


图12 无车道线路段通行应对场景示意图

4.3.4 环岛通行

环岛通行场景是指系统通过按照驾驶员意图或导航路径信息，根据交通信号灯状态信息（如有）、周围行驶环境以及环岛结构，对车辆持续进行横向和纵向运动控制，辅助驾驶员安全的驶入、环岛内通行并正确驶出环岛的能力来进行应对的场景。图 13 为场景示意图。



图13 环岛通行应对场景示意图

5 组合驾驶辅助标准法规及测评现状

当前针对组合驾驶辅助系统，国内和国际上多项相关标准及法规已制定完成。同时，根据工信部 2023 年 7 月发布的《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023 年版）》，第一阶段到 2025 年，系统形成能够支撑组合驾驶辅助和自动驾驶通用功能的智能网联汽车标准体系。第二阶段到 2030 年，满足组合驾驶辅助、自动驾驶和网联功能全场景应用需求，给出了顶层标准体系规划。在 UNECE/WP.29 层面，正在制定针对 L2 系统的联合国法规，对不同的 L2 功能提出上位的通用性要求，以满足企业对新技术产品销售以及主管部门对产品准入管理的需求。

此外，国内和国际上也已开展了针对已销售的具备基础行车辅助、领航行车辅助等 L2 功能车型的测试评价，为消费者买车用车提供权威参考。

5.1 国内标准及测评现状

5.1.1 国内标准

截止目前，国内 L2 功能相关的国家标准有 2 项，均已完成制定工作现处于报批阶段，见表 6。

表6 国内 L2 功能标准列表（已制定完成）

序号	标准名称	制定状态
1	GB/T 智能网联汽车 组合驾驶辅助系统技术要求及试验方法 第 1 部分：单车道行驶控制	报批阶段
2	GB/T 智能网联汽车 组合驾驶辅助系统技术要求及试验方法 第 2 部分：多车道行驶控制	报批阶段

GB/T 单车道行驶控制：标准化对象为根据车辆周边行驶环境，对车辆持续进行横向和纵向运动控制，辅助驾驶员控制车辆仅在选定的单一车道内行驶的组合驾驶辅助系统。标准内容概述见表 7。

表7 GB/T 单车道行驶控制 内容概述

技术要求	功能要求，自检，状态转换，提示信号，驾驶员监测（脱手检测），横向运动控制限值，纵向运动控制限值，驾驶员干预等
验证方法	<ul style="list-style-type: none"> • 封闭场地试验：无目标车辆，目标车辆干扰，最大横向加速度，脱手报警，驾驶员干预等 • 功能安全审核

GB/T 多车道行驶控制：标准化对象为仅在驾驶员触发换道过程后，根据车辆周边行驶环境，对车辆持续进行横向和纵向运动控制，辅助驾驶员在相同行驶方向的车道间执行换道过程的组合驾驶辅助系统。标准内容概述见表 8。

表8 GB/T 多车道行驶控制 内容概述

技术要求	功能要求，自检，驾驶员操作，换道过程取消，提示信号，驾驶员监测（脱手检测），换道过程安全响应策略，横向运动控制限值，纵向运动控制限值（包括安全距离），换道时间，其他道路条件换道要求等
验证方法	<ul style="list-style-type: none"> • 封闭场地试验：未激活单车道行驶控制的车辆换道，激活单车道行驶控制的车辆换道，系统发出脱手提示信号后的换道，最大横向加速度，脱手提示信号，驾驶员干预，相邻车道有乘用车的换道安全响应，安全响应策略，电动两轮车安全响应，行人安全响应等 • 功能安全审核

5.1.2 国内测评体系

除聚焦产品安全基线的标准制定外，为了引导企业生产更智能、更安全的汽车产品，为了方便消费者在众多车型中挑选适合自己需求

的具备组合驾驶辅助功能的汽车产品，国内目前已构建出了面向基础性和高阶性的 L2 功能测评体系，见表 9。

表9 国内 L2 测评规程列表

序号	测评规程	发布时间	实施时间
1	中国智能网联汽车技术规程（C-ICAP）（1.1 版） - 基础行车辅助测评规则	2022.12	2023.1
2	中国智能网联汽车技术规程（C-ICAP）（1.1 版） - 领航行车辅助测评规则	2022.12	2023.1
3	中国智能汽车指数(IVISTA)- 智能行车辅助试验 /评价规程（2020 版）	2020.11	2021.4
4	中国智能汽车指数(IVISTA) (2020 版修订版)- 导 航智能驾驶测评规程	2022.9	2022.9

C-ICAP（1.1 版）基础行驶辅助测评：测试对象包括自适应巡航系统、车道居中控制系统、组合驾驶辅助系统。下设指标如表 10 所示。

表10 基础行车辅助指标体系

	一级指标	二级指标
基础行车辅助	跟车能力	前车静止识别与响应
		前车低速识别与响应
		前车减速识别与响应
		前车切入识别与响应
		前车切出识别与响应
		跟随前车启停
		组合控制能力
	低速组合控制	
	高速组合控制	
	拨杆换道能力（加分项）	
	紧急避险能力	行人及二轮车横穿
		交通事故

		道路施工
		模拟危险场景（加分项）
	驾驶员交互	系统提示
		驾驶员监测

C-ICAP（1.1版）领航行车辅助测评：领航行车辅助系统适用于高速路和快速路，可以基于导航路线实现点到点通行的组合驾驶辅助系统。当基础行驶辅助测评规程中的系统提示和脱手检测为满分时，可进行本规程测试。下设指标如表 11 所示。

表11 领航行车辅助指标体系

	一级指标	二级指标	三级指标
领航行车辅助	主动换道能力	车道占用换道	前方遇静止障碍物
			前方遇缓行车辆
			前方遇切入车辆
		突发情况换道	前方遇道路施工
			前方遇事故区域
			导航路线换道
	连续运行能力	通行成功率	主路汇入匝道
			匝道汇入主路
			变道成功率
		系统接管频次	汇入匝道成功率
汇入主路成功率			
车辆行驶舒适度		系统提醒接管频次	
		主动介入接管频次	
		纵向舒适度	
		横向舒适度	

IVISTA 智能行车辅助评价（2020 版）：本规程所述智能行车辅助（ICA）指通过控制车辆动力系统、传动系统、制动器及转向机构，实现对车辆进行横纵向（或纵向）的控制，用以辅助驾驶员驾驶的車輛控制系统。包括自适应巡航系统（ACC）、交通拥堵辅助系统（TJA）、高速公路辅助（HWA）等 L1/L2 级驾驶辅助系统。评价细则如表 12 所示。此外，2023 版行车辅助规程已于 2023 年 8 月 17 日完成审定且已发布。

表12 智能行车辅助评价细则

评价项目	试验场景	评价指标
单车道纵向控制能力	目标车静止	刹停并避免碰撞、减速度及减速度变化率
	目标车低速	制动并跟车行驶、减速度及减速度变化率
	目标车减速	制动并跟停、减速度及减速度变化率
	前车切入	制动并跟车行驶、减速度及减速度变化率
单车道横向控制能力	直道居中行驶	居中行驶
单车道纵横向组合控制能力	直道驶入弯道	车道内行驶 侧向加速度
换道辅助能力	盲区无车	正确换道
	盲区有车	抑制换道
关联功能评价	抬头显示	将智能行车辅助相关信息显示在驾驶员正常驾驶时的视野范围内，使驾驶员不必低头就可以看到
	驾驶员监控	实现对驾驶员状态的实时监控，并在驾驶员处于疲劳驾驶、驾驶分心、危险动作等状态时实时提醒
	V2X	实现车车通信或车与基础设施之间通信功能
用户手册审核		内容明确，完整，无歧义

IVISTA（2020版修订版）导航智能驾驶测评规程：导航智能驾驶是指具有导航地图和/或高精地图支持，可在高速公路、快速路、城市道路范围内实现包括主干路、匝道、路口等区域点对点通行的一类组合驾驶辅助系统。测评包括车辆安全性测试和功能完成度测试。其中，车辆安全性测试考察被测车辆在典型场景下的避撞能力，即被测车辆的安全底线；功能完成度测试考察被测车辆在实际道路上行驶，能否顺利完成不同场景下的驾驶任务，并给驾驶员及乘客带来好的体验。车辆安全性测试和功能完成度测试如表 13 和表 14 所示。此外，2023 版导航智能驾驶系统（高速公路）测评规程已公开征求意见，待后续发布实施。

表13 车辆安全性测试场景列表

类型	测试场景
基本场景	前车静止（直道）
	前车静止（直道） — 目标车偏置
	前车静止（直道） — 目标车斜置
	前车静止（弯道）
	前车切入
挑战场景	前车切出
	交通锥避让
创新场景 注：在执行过程中，仅针对基本场景和挑战场景进行测评。	前车减速
	邻车加塞
	水马避让
	路口通行
	中国特色目标物场景
	特殊天气场景

表14 功能完成度测试场景列表

类型	场景		
基本场景	高速公路	路段内	拥堵走停
			隧道通行
			车道尽头导航变道
		匝道口	高速汇出匝道 (有 0/1 辆环境车)
			匝道口内路线选择 (有 0/1 辆环境车)
			匝道汇入高速 (有 0/1 辆环境车)
挑战场景	高速公路	匝道口	高速汇出匝道 (有 2/3 辆环境车)
			匝道汇入高速 (有 2/3 辆环境车)
创新场景 注：在执行过程中，仅针对基本场景和挑战场景进行测评。	高速公路	—	导航通过收费站
			导航进入服务区
	城市道路	路段内	车道尽头导航变道
			导航掉头
		路口处	路口前导航至正确车道
			路口直行
			路口左转
			路口右转
			导航通过环岛
后备场景	高速公路、城市道路	—	特殊天气场景

5.2 国外标准/法规及测评现状

5.2.1 国外标准/法规

截止目前，国际上 L2 功能相关的主要联合国法规和国际标准共计 5 项，见表 15。其中，新起草的驾驶员控制辅助系统（DCAS）联合国法规计划在 2024 年内完成制定工作。

表15 国外 L2 功能标准/法规列表

序号	标准/法规	状态
1	UN R79 关于批准车辆转向装置的统一规定	04 系已生效
2	UN RXXX 关于批准车辆驾驶员控制辅助系统 (DCAS) 的统一规定	制定中
3	ISO 21717:2018 智能运输系统 部分自动车道驾驶系统 (PADS) — 性能要求和试验方法	已发布
4	ISO 21202:2020 智能运输系统 部分自动换道系统 (PALS) — 功能/运行要求和试验方法	已发布
5	ISO/PAS 11585:2023 道路车辆 部分驾驶自动化 有条件脱手驾驶系统的技术特性	已发布

UN R79 关于批准车辆转向装置的统一规定：在该项联合国法规中，涉及车道保持 (ACSF B1 类功能)、驾驶员拨杆换道 (ACSF C 类功能) 以及安全停车辅助 (RMF 功能) 等与 L2 功能相关的技术要求和验证方法。法规内容概述见表 16。

表16 UN R79 法规中涉及 L2 功能的内容概述

ACSF B1 类功能	技术要求	功能要求，提示信号，驾驶员监测（脱手检测），横向运动控制限值，驾驶员干预等
	验证方法	<ul style="list-style-type: none"> • 封闭场地试验：车道保持功能，最大横向加速度，脱手报警，驾驶员干预等 • 功能安全审核
ACSF C 类功能	技术要求	<ul style="list-style-type: none"> • 功能要求，提示信号，驾驶员监测（脱手检测），横向运动控制限值，换道过程要求，驾驶员干预等
	验证方法	<ul style="list-style-type: none"> • 封闭场地试验：换道功能，最小激活车速，换道过程抑制，感知性能，感知局限，脱手报警，驾驶员干预等 • 功能安全审核
RMF 功能	技术要求	<ul style="list-style-type: none"> • RMF 触发条件，人机交互，本车道内停车要求，换道过程要求（若具备本车道外停车能力）等
	验证方法	<ul style="list-style-type: none"> • 封闭场地试验：本车道内停车，本车道外停车（可执行换道过程场景，被他车阻碍换道过程场景）等 • 功能安全审核

UN R (制定中) 关于批准车辆驾驶员控制辅助系统的统一规定：

相比于 UN R79 针对每一项功能都规定了细化的技术要求和性能指标，驾驶员控制辅助系统（DCAS）联合国法规的制定原则是对功能范围更广的 L2 系统提出上位的通用性要求，以提供更为灵活的认证方式。该项法规还在制定中，截止 2023 年 9 月的法规草案内容框架见图 14。

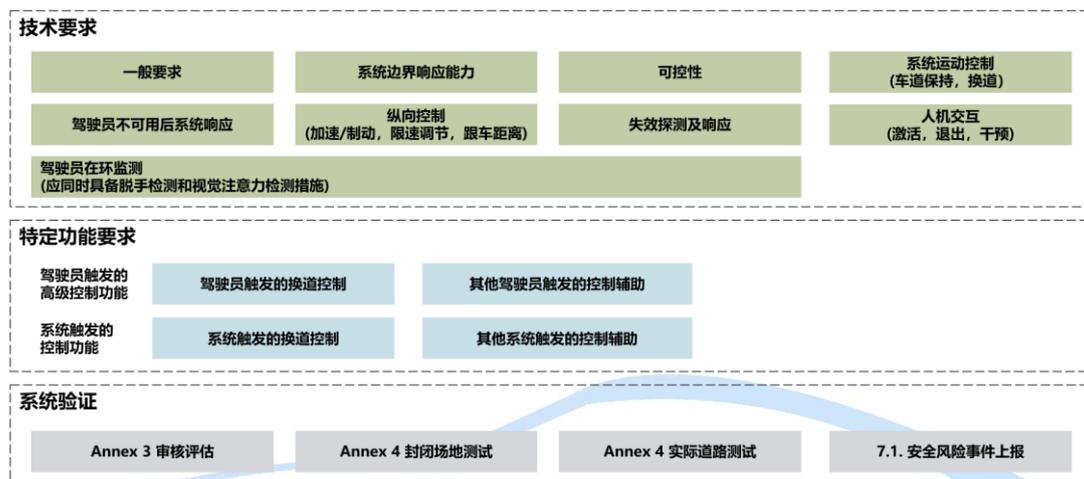


图14 DCAS 联合国法规草案内容框架

ISO 21717:2018 智能运输系统 部分自动车道驾驶系统 (PADS)

— 性能要求和试验方法：标准化对象为在禁止非机动车和行人通行的道路上，以及在自由交通流和拥堵条件下，通过持续对横向和纵向运动控制来辅助驾驶员在本车道内行驶的系统。标准内容概述见表 17。

表17 ISO 21717:2018 PADS 内容概述

技术要求	功能要求，状态转换，提示信号，驾驶员监测，驾驶员干预，横向运动控制限值，纵向运动控制限值等
验证方法	• 封闭场地试验：直道车道保持，弯道车道保持等

ISO 21202:2020 智能运输系统 部分自动换道系统 (PALS)

— 功能/运行要求和试验方法：标准化对象为在禁止非机动车和行人通

行的道路上，仅在驾驶员触发换道过程后，辅助驾驶员在相同行驶方向的车道间执行换道过程的系统。标准内容概述见表 18。

表18 ISO 21202:2020 PALS 内容概述

技术要求	根据系统与驾驶员之间不同驾驶任务的分配分为两类系统，功能要求，状态转换，提示信号，驾驶员干预，横向运动控制限值，纵向运动控制限值，换道过程要求等
验证方法	封闭场地试验：目标车道无干扰换道试验，目标车道有干扰换道试验，换道空间搜索试验等

ISO/PAS 11585:2023 道路车辆 部分驾驶自动化 有条件脱手驾驶系统的技术特性：本 ISO/PAS（可公开的技术文件）的标准化对象为在限定的设计运行范围内以及满足其他相关条件下可允许驾驶员双手持续离开方向盘的 L2 系统。本可公开的技术文件，规定了基础的控制策略、人机交互策略以及功能要求最小集，不包括针对系统的性能要求以及验证方法。

5.2.2 国外测评体系

为了让消费者更真实的了解到市场上已销售的 L2 系统能力，Euro NCAP 于 2020 年 9 月正式发布了高速公路驾驶辅助系统测试与评价规程（1.0 版本），并在 2022 年发布修订版（1.1 版本）并于 2023 年 1 月起实施。该项测评由两大板块构成，即行车辅助能力（Assistance Competence）和后备安全能力（Safety Backup）。其中对于行车辅助能力，不仅考察系统的基础行车能力（车辆辅助能力），同时采取平衡得分机制，增强对驾驶员在环机制的考核，如图 15 所示。

行车辅助能力评估	得分取值
驾驶员在环测评得分 \geq 车辆辅助测评得分	车辆辅助测评得分
驾驶员在环测评得分 $<$ 车辆辅助测评得分	驾驶员在环测评得分



图15 Euro NCAP L2 测评 系统辅助能力平衡机制

由于欧盟准入法规对组合驾驶辅助系统产品的限制，当前版本（1.1 版本）Euro NCAP 高速公路驾驶辅助系统测评对象主要是基础行车功能，测评细则见表 19。随着未来驾驶员控制辅助系统（DCAS）联合国法规的制定完成以及实施，具备更为智能化 L2 系统的汽车产品有望上市销售，该项测评规程也将持续更新迭代。

表19 Euro NCAP L2 高速公路驾驶辅助系统测评细则

	一级指标	二级指标	三级指标
高速公路驾驶辅助系统	行车辅助能力	车辆辅助能力	车速辅助
			自适应巡航控制能力
			转向辅助
		驾驶员在环	消费者界面系统说明
			系统状态（提示信号）
			驾驶员在环检测
			人机共驾策略
	后备安全能力	—	系统失效响应
			安全停车辅助能力
			避撞能力

5.3 小结

本研究报告第 3 章和第 4 章分别对组合驾驶辅助的功能体系和应对场景体系进行了全面梳理，结合本章节对国内和国际上相关标准、法规及测评现状的分析，可以看到在标准和法规方面，针对 L2 功能

体系，已制定完成的国家标准和国际标准主要覆盖了较为基础性的 L2 功能，而正在制定的驾驶员控制辅助系统（DCAS）联合国法规，同时还覆盖了如系统触发的换道控制、跨车道线碰撞风险控制等更为高阶的 L2 功能。在测评方面，由于中国智能网联汽车技术规程（C-ICAP）和中国智能汽车指数（I-VISTA）已经开始对高速公路 ODD 下基于导航路线实现点到点通行的 L2 系统进行测评，因此在其测试项目中也基本覆盖了第 3 章梳理出的功能体系。而 Euro NCAP 由于其测评对象至少需要满足 UN R79 等产品准入的法规要求，因此没有覆盖系统触发的换道控制等 UN R79 还未允许的相关功能。L2 功能体系与标准、法规及测评的映射关系见表 20。

表20 功能与标准/法规及测评的映射（■ 关联功能要求 ■ 关联测试项目）

功能体系	标准/法规			测评	
	国家标准	联合国法规	国际标准	国内测评	国际测评
单车道行驶					
车道巡航行驶					
多车道行驶					
推荐换道					
系统触发的换道控制					
制动避撞					
绕行避撞					
跨车道线碰撞风险控制					
本车道内停车					
本车道外停车					
脱手检测					
视觉注意力检测					

针对 L2 应对场景体系，由于正在制定的 DCAS 联合国法规覆盖了高速公路、城区等 ODD，因此对于封闭场地测试以及实际道路测

试要求中也设置了较为全面的测试场景。国内 C-ICAP 和 I-VISTA 针对高速公路 ODD 的领航行车辅助/导航智能驾驶测评规程中也覆盖了相应的主要测试场景。L2 应对场景体系与标准、法规及测评的映射关系见表 21。

表21 场景与标准/法规及测评的映射（■ 法规关联场景 ■ 测评关联场景）

应对场景体系	标准/法规			测评	
	国家标准	联合国法规	国际标准	国内测评	国际测评
施工/事故路段通行					
隧道通行					
车道分流/合流					
进出加油站/充换电站					
上下匝道					
ETC 收费站通行					
进出服务区					
有信号灯路口通行					
无信号灯路口通行					
无车道线路段通行					
环岛通行					

6 组合驾驶辅助标准体系和标准化建议

通过本研究报告第3章对组合驾驶辅助的功能体系梳理和第4章应对场景体系的梳理,对目前已商用交付和面向未来3-5年量产的L2功能产品进行了相应覆盖。通过第5章对国内和国际上标准、法规及测评的梳理,可以看到相比于以UNR79和DCAS为主的联合国法规体系,已制定完成的两项国家标准所适用的主要对象为单车道行驶、多车道行驶两个基础性L2功能,与所梳理出来的功能体系和应对场景体系覆盖度较低。

为了填补标准空缺,让更多的L2功能有标可依,规范市场,从标准制定周期和产品技术发展方向两个角度,在已有的两项国家标准基础上,针对需要新制定的国家标准,收敛出了两个标准体系方案,以满足行业对标准的迫切需求。标准体系整体规划思路如图16所示。

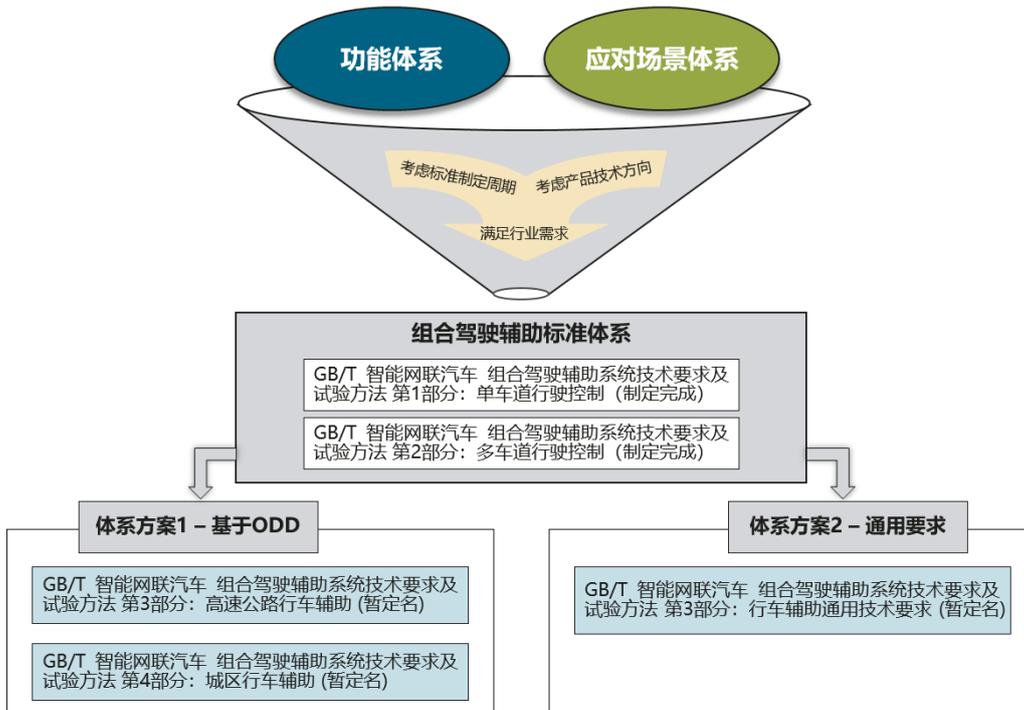


图16 组合驾驶辅助系统标准体系规划整体思路

从国际技术法规制定趋势上看，对于当前在 UN R79 联合国法规版本中预留的三个功能（仅有功能定义，没有具体技术要求和试验方法），即 ACSF B2（无需驾驶员持续介入的车道保持功能）、ACSF D（系统推荐并由驾驶员确认的换道功能）以及 ACSF E（无需驾驶员触发的自主换道功能），经世界车辆法规协调论坛/自动驾驶和网联车辆常设工作组（WP.29/GRVA）讨论已基本确定不会在 UN R79 中对上述三个功能进行后续技术要求的制定，相关的功能要求会在驾驶员控制辅助系统（DCAS）联合国法规中体现。这预示着在 WP.29/GRVA 层面，已经从以单一功能作为法规主体对象（例如 UN R79 中的 ACSF B1，ACSF C 和 RMF 等功能）的制定思路转换为以集成式的组合驾驶辅助系统作为法规主体对象，各单一功能用 DCAS 进行整合及覆盖的制定思路。

从组合驾驶辅助功能产品技术趋势上看，如在本研究报告 1.2 章节产业概述中所呈现的，已经有越来越多的车辆制造商和智能驾驶解决方案提供商交付了具备“点到点”通行能力的 L2 产品，即一个集成式的 L2 系统包含多个功能项。因此，对于组合驾驶辅助系统标准体系规划来说，类似于单车道行驶控制和多车道行驶控制，将单项功能作为标准化对象的制定思路已无法与产业发展趋势进行有效的匹配，因此如图 16 所示，最终收敛出了两个标准体系方案。

6.1 标准体系规划

通过本研究报告第 5 章对国内和国际上标准、法规的梳理分析不难看出，无论是国内的《GB/T 智能网联汽车 组合驾驶辅助系统技术

要求及试验方法 第 1 部分：单车道行驶控制》、《GB/T 智能网联汽车 组合驾驶辅助系统技术要求及试验方法 第 2 部分：多车道行驶控制》，还是《UN R79 关于批准车辆转向装置的统一规定》联合国法规中各项与 L2 功能相关的技术要求，对于各项功能均规定了细化的技术要求，尤其是性能要求，例如横向加速度限值、脱手报警时间序列、换道的后向安全距离等。审核评估中仅涉及功能安全相关的内容。总体来说就是标准要求相对较明确，审核评估环节占比相对较低。

而对于正在制定的《UN R 关于批准车辆驾驶员控制辅助系统的统一规定》联合国法规则采用了另一种制定思路，即对集成式组合驾驶辅助系统规定整体性技术要求，对所包含的各项 L2 功能提出上位的通用性要求，在产品认证过程中，需要车辆制造商递交产品能力说明，例如每项 L2 功能的 ODD、OEDR 能力等，在审核评估环节除了功能安全外，还增加了预期功能安全和产品能力说明等内容。总体来说就是标准要求相对较不明确，审核评估环节占比相对较高。

综上所述，基于标准要求的明确性和审核评估的比重这两个考量要素（如图 17 所示），对后续国内组合驾驶辅助系统标准制定思路给出了两个方案。

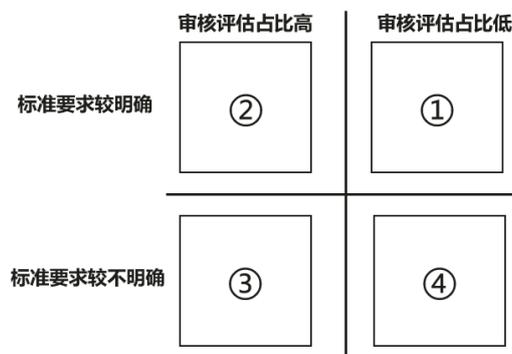


图17 标准制定思路的考量要素

6.1.1 体系方案 1 – 基于 ODD

组合驾驶辅助系统标准体系方案 1 如表 22 所示。

表22 组合驾驶辅助系统标准体系方案 1

标准名称	标准化对象	适用范围说明
GB/T 智能网联汽车 组合驾驶辅助系统技术要求及试验方法 第 1 部分：单车道行驶控制	单车道行驶功能	适用于仅具有单车道行驶、多车道行驶相关功能的车型
GB/T 智能网联汽车 组合驾驶辅助系统技术要求及试验方法 第 2 部分：多车道行驶控制	多车道行驶功能	
GB/T 智能网联汽车 组合驾驶辅助系统技术要求及试验方法 第 3 部分：高速公路行车辅助（暂定名）	ODD 包括高速公路/城市快速路的系统	上述第 1、2 部分适用范围外的具有 L2 功能的车型（ODD 不同）
GB/T 智能网联汽车 组合驾驶辅助系统技术要求及试验方法 第 4 部分：城区行车辅助（暂定名）	ODD 包括城区的系统	

结合目前已商用交付的 L2 功能产品形态以及未来 3-5 年的产品发展方向，按照大颗粒度的 ODD 元素，即高速公路/城市快速路，以及城区来明确主要的标准化对象。相比于方案 2，通过进一步明确 L2 系统的 ODD，将高速公路等结构化道路与城区解耦，同时也与当前大部分车辆制造商和智能驾驶解决方案提供商先高速后城区的产品商用规划一致，从而可以基于已量产的 L2 功能产品更为聚焦的进行标准制定，包括针对部分关键技术要求提出具体的参数指标和具体试验场景的设置。对于其他无法提出具体参数指标，需要通过更为上位的功能要求覆盖的部分，考虑通过审核评估以及关联的测试验证方法来对产品的技术符合性进行确认。

体系方案 1 整体思路如图 18 所示，以提升标准要求明确性并降低审核评估占比为目标的方式对标准进行制定（图中①区域面积扩大）。同时也与已制定完成的其他先进驾驶辅助系统（ADAS）标准制

定思路相近。

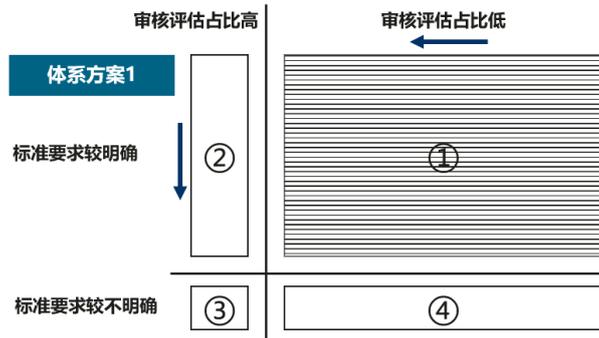


图18 体系方案 1 思路示意图

6.1.2 体系方案 2 – 通用要求

组合驾驶辅助系统标准体系方案 2 如表 23 所示。

表23 组合驾驶辅助系统标准体系方案 2

标准名称	标准化对象	适用范围说明
GB/T 智能网联汽车 组合驾驶辅助系统技术要求及试验方法 第 1 部分：单车道行驶控制	单车道行驶功能	适用于仅具有单车道行驶、
GB/T 智能网联汽车 组合驾驶辅助系统技术要求及试验方法 第 2 部分：多车道行驶控制	多车道行驶功能	多车道行驶相关功能的车型
GB/T 智能网联汽车 组合驾驶辅助系统技术要求及试验方法 第 3 部分：行车辅助通用技术要求（暂定名）	具有多个 L2 功能的系统	上述第 1、2 部分适用范围外的具有 L2 功能的车型，ODD 需声明

方案 2 重点参考正在制定的《UNR 关于批准车辆驾驶员控制辅助系统的统一规定》联合国法规思路，整体上对不同的 L2 功能提出上位的通用性要求，弱化参数指标的限制，对于车辆制造商的 L2 产品提供了更为灵活的认证方式，由认证机构通过审核来评估所申报认证产品的设计合理性和安全性，在通过审核后由第三方检测机构以实车测试的方式对产品真实性表现进行验证，DCAS 联合国法规产品测试验证框架如图 19 所示。

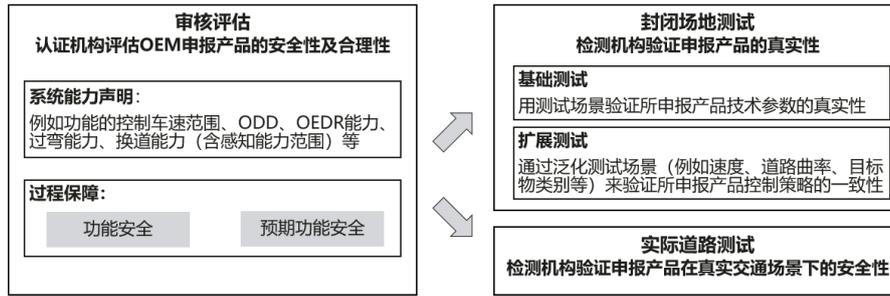


图19 DCAS 联合国法规产品测试验证框架

相比于体系方案 1，作为针对组合驾驶辅助系统的通用性技术要求，由于与具体的系统或功能 ODD 解耦，标准中所规定的技术要求将主要以上位的原则性要求为主。体系方案 2 整体思路如图 20 所示，与 DCAS 联合国法规相似，即标准要求明确性相对较低，因此需要增加审核评估环节的比重来对所申报认证产品的设计合理性及安全性进行确认（图中③区域面积扩大）。方案 2 相比于已制定完成的其他先进驾驶辅助系统（ADAS）标准，采用了新的制定思路。

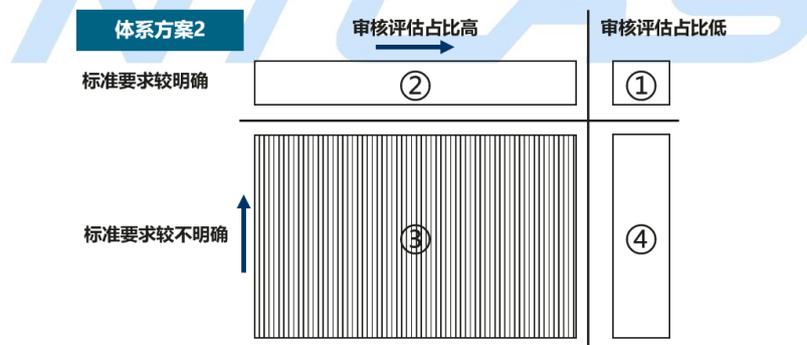


图20 体系方案 2 思路示意图

6.2 标准化建议

对于 6.1 章节中所给出的两种组合驾驶辅助系统标准体系方案，由于涉及较多的行业相关方，需要进一步对每种方案的可实施性进行深入讨论，因此，本研究报告不做出选用结论。

对于标准化对象，无论未来新的国家标准按照哪种方案思路进行制定，其主要的标准化对象均为 L2 系统/功能，且不仅适用于“基于导航目的地的领航辅助”（即必须先由驾驶员输入目的地才可使能的组合驾驶辅助），新标准关注的是对所涉及功能的技术要求和场景应对能力的要求。例如对于系统触发的换道控制功能，该功能的使能条件可以多样（例如导航换道、超车换道、脱困换道等），但标准要对该功能本身提出相应的要求。

针对未来新的国家标准，当前建议以下制定原则：

- 考虑到标准化周期，新国标的适用对象是面向未来 3-5 年的新产品；
- 进一步强化驾驶员在环检测要求，以区分 L2 与 L3 在使用中的差异性。脱手检测为必选措施，视觉注意力检测视后续标准化情况作为补充措施；
- 进一步增强系统的安全基线，在 ODD 内具备足够的 OEDR 能力，为驾驶员的使用提供安全保障；
- 对于所要求 ODD 内的场景，原则上系统应能够进行处理，不限制系统的处理策略。例如考核收费站通行场景，底线要求是系统可以提前对驾驶员进行提示（不要求系统可以控制车辆通过收费站）；
- 考虑到不同产品的差异性，设立必选和可选机制。例如，XX 等功能必须具备且符合标准要求；XX 等功能可选，即若具备则应符合标准要求。

7 总结与展望

7.1 研究总结

本研究报告从组合驾驶辅助技术发展现状及趋势、与部分驾驶辅助和有条件自动驾驶差异性、国内和国际标准法规及测评现状等方面进行研究，对组合驾驶辅助功能体系和应对场景体系进行全面分析和梳理，提出组合驾驶辅助系统的关键技术原则、标准体系思路以及标准制定原则，为下一步国家标准制定和产品准入管理提供参考。本报告重点完成了以下几个方面的工作和基本成果：

(1) 识别组合驾驶辅助与部分驾驶辅助和有条件自动驾驶的功能差异性：提出如果两个 L1 系统可同时处于激活状态则建议视同为 L2 系统并满足对应的标准要求；分析出了从功能表现上，可被视为 L3 系统至少要满足的四项功能特征；

(2) 总结组合驾驶辅助系统的关键技术原则：从 DDT 执行主体和驾驶决策、OEDR、驾驶员在环机制等不同角度提出 L2 系统的相关技术原则，例如系统在激活状态下，应立即响应驾驶员的干预；应对驾驶员是否在环进行持续检测；不应向驾驶员提供与驾驶任务不相关且易分散注意力的内容等；

(3) 梳理组合驾驶辅助系统的功能体系和应对场景体系：通过清晰的逻辑关系将 L2 功能体系划分为行驶辅助、安全辅助和驾驶员在环检测三大功能类别；形成包含通用场景、高速公路/城市快速路场景和城区场景三大类别的 L2 应对场景体系；

(4) 提出组合驾驶辅助标准体系：基于标准要求明确性和审核

评估比重两个考量要素并结合国际法规制定趋势，规划出两种具备充分可行性的标准体系建设方案，为后续的标准制定提供参考；

(5) 给出未来新国标的制定建议：标准化对象是面向未来 3-5 年的新产品；进一步强化驾驶员在环检测要求；进一步增强系统的安全基线等，为驾驶员的使用提供安全保障。

7.2 后续展望

本研究报告中各项研究成果可为后续组合驾驶辅助的标准化工作提供基础性支撑。此外，在本研究项目组工作过程中面临的一些问题仍然需要在未来的标准化中进一步研究和解决，主要包括以下几个方面：

(1) L2 与 L1/L0 技术要求符合性问题：目前相关标准中 L1/L0 等功能的定义和适用范围比较上位，例如智能限速、自动紧急制动、车道居中控制等，对于具有多种能力的 L2 系统，在满足对应 L2 标准前提下，其特定能力（例如限速调节、制动避撞等）是否还需要满足相对应的其他驾驶辅助类标准要求；

(2) L2 的测试验证方法：在本报告相关章节中多次提及的驾驶员控制辅助系统（DCAS）联合国法规已明确采用更为全面的测试验证方法对系统能力更强的 L2 系统进行安全性评估和验证，主要包括审核评估、封闭场地试验、实际道路试验以及在用监测和上报。相比于以封闭场地试验为主的其他驾驶辅助标准/法规，对于新增的测试验证方法如何在未来的国标中呈现以及在产品认证过程中实施，仍需

就以下几个方面进行专项研究：

- 审核评估：如果未来新国标按照本报告第 6 章中体系方案 2 思路进行制定，则审核评估的比重将明显提高。审核评估将考虑包括系统能力声明、功能安全和预期功能安全等要求；
- 实际道路试验：除单车道行驶、多车道行驶两项国标的标准化对象外的 L2 系统，仅基于封闭场地试验将无法对系统能力进行全面的安全验证，需考虑增加实际道路试验来对系统在真实交通场景下的安全性进行验证。

(3) 允许驾驶员脱手的 L2 系统 (hands-free)：在 WP.29/GRVA 层面，针对该种产品形态已开展相关讨论。未来是否或者如何纳入到驾驶员控制辅助系统 (DCAS) 联合国法规中，需要持续跟进。同时，也要统筹考虑我国相关法律法规约束情况。

后续组合驾驶辅助系统标准体系建设工作将以本研究报告相关结论为指引，重点考虑研究过程中仍未形成明确结论的研究议题，统筹考虑行业发展的最新状态与趋势，开展标准制定工作，引领智能网联汽车行业健康发展。

附录 参考文献

- [1] 工信微报，工信部：统筹推进智能网联汽车高质量发展
- [2] 中国智能网联汽车产业创新联盟，2022 年 1-12 月中国智能网联乘用车市场分析报告
- [3] 中国智能网联汽车产业创新联盟，2023 年 1-5 月中国智能网联乘用车市场分析报告
- [4] 中汽中心测评管理中心，中国智能网联汽车技术规程 C-ICAP 专项测评研究报告

