

团 体 标 准

T/CSAE xx—20xx

智能网联汽车 货车编队行驶 领航驾驶员能力要求及评价方法

Intelligent and connected vehicle—Capability requirements for
leading vehicle driver of truck platoon

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

中国汽车工程学会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	2
5 领航驾驶员知识能力要求	2
5.1 基础交通知识	2
5.2 安全驾驶知识	2
5.3 故障诊断与应急处置知识	3
5.4 货运知识	3
5.5 智能网联汽车知识	3
5.6 卡车编队知识	3
5.7 测试示范运营知识	4
6 领航驾驶员技术能力要求	4
6.1 总体要求	4
6.2 编队行为要求	4
6.3 编队行驶要求	5
6.4 突发场景要求	5
7 能力培训	6
7.1 理论知识培训	6
7.2 技术操作能力培训	6
8 能力评价	6
8.1 评价内容	6
8.2 理论知识考核	6
8.3 技术操作考核	7
8.4 能力保持	8
参 考 文 献	9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国智能网联汽车产业创新联盟提出。

本文件由中国汽车工程学会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：鄂尔多斯市卡尔动力科技有限公司、国汽（北京）智能网联汽车研究院有限公司、河北科技工程职业技术大学、北京车网科技发展有限公司、重庆工业职业技术大学、小马智行、上海淞泓智能汽车科技有限公司、长城汽车股份有限公司、电子科技大学、公安部交通管理科学研究所、上海智能网联汽车技术中心有限公司、天津中德应用技术大学。

本文件主要起草人：张瑾、韦峻青、刘丹、张宇田、张雨萌、陈桂华、唐风敏、盛鹏程、于万海、岳红盼、贾轶春、钟银辉、张嘉浩、谢益林、李效松、党利冈、李曙光、孙颖豪、陆文杰、沈超、郭亚飞、黄云亮。

智能网联汽车 货车编队行驶领航驾驶员能力要求及评价方法

1 范围

本文件规定了智能网联汽车货车编队行驶中领航车辆驾驶员的能力要求，包括一般要求、知识能力要求及技能要求，描述了能力培训方法和能力评价方法。

本文件适用于智能网联汽车编队行驶货车领航车辆驾驶员能力培训及考核。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 1589	汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限制
GB 5768（所有部分）	道路交通标志和标线
T/CSAE 281	智能网联汽车测试驾驶员能力要求
T/ITS 0132（所有部分）	自动驾驶车辆道路测试与示范应用安全员技能素质要求和评价方法

3 术语和定义

T/CSAE 281、T/ITS 0132界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

编队行驶 driving as a platoon

基于无线通信技术和自动驾驶技术，两辆或者两辆以上的车辆以队列的形式在特定的场景下行驶，同时还包括创建编队、解散编队等编队行为过程。

3.2

领航车辆 leading vehicle

编队行驶（3.1）车队中最前方的有人驾驶的车辆。

3.3

跟随车辆 following vehicle

编队行驶（3.1）车队中除了领航车辆（3.2）之外，其他具备自动驾驶能力的车辆。

3.4

领航驾驶员 leading vehicle driver

领航车辆（3.2）中的驾驶员，是经道路测试、示范应用主体授权负责道路测试、示范应用安全运行，并在出现紧急情况时从车内采取应急措施的人员。

3.5

接管 take over

动态驾驶任务后援用户响应介入请求，从驾驶自动化系统获得车辆驾驶权的行为。

注：本文件中的接管是指领航驾驶员对跟随车辆的接管行为。

[来源：GB/T 40429-2021, 2.14]

3.6

干预 override

驾驶员通过车辆制造商规定的方式影响系统执行车辆横向或纵向运动控制的行为。

示例：驾驶员对转向盘、制动踏板、加速踏板的有效操作。

4 一般要求

编队行驶领航驾驶员应符合以下要求：

- a) 取得相应准驾车型驾驶证并具有 3 年以上安全驾驶经历，年龄不超过 60 周岁；
- b) 掌握相关道路货物运输规定、机动车维修和货物装载保管基本知识；
- c) 最近连续 3 个记分周期内没有被记满 12 分记录；
- d) 最近 1 年内无超速 50%以上、超员、超载、违反交通信号灯通行等严重交通违法行为记录；
- e) 无饮酒后驾驶或者醉酒驾驶机动车记录，无服用国家管制的精神药品或者麻醉药品记录；
- f) 无致人死亡或者重伤且负有责任的交通事故记录；
- g) 具有良好的职业道德和职业心理，具备与岗位相适应的注意力、反应能力和平稳准确操作能力等素质。

5 领航驾驶员知识能力要求

5.1 基础交通知识

5.1.1 应掌握 GB 5768 规定的道路交通标志和标线的种类、含义及其作用，以及交通警察手势的种类、含义及其作用。

5.1.2 应掌握 GB 1589 对于外廓尺寸、轴荷、载荷等的有关规定。

5.2 安全驾驶知识

5.2.1 应掌握车辆基础驾驶知识，包括车辆起步、转向、加减速、会车、超车、停车等基础驾驶操作知识，具备驾驶决策反应能力，了解 GB 7258 中对于机动车的整车及主要总成、安全防护装置等有关运行安全的基本技术要求。

5.2.2 应掌握在不同类型道路行驶的安全知识，包括城市快速路、一般城市道路、高速公路、不同等级公路、山区道路等。

5.2.3 应掌握车辆在不同环境状况下的安全行驶知识，包括晴天、雨天、夜间、雾（霾）天，以及泥泞道路、涉水、施工道路、隧道等复杂道路条件。

5.2.4 应了解交通安全心理学相关知识，包括酒精、毒品、药物以及睡眠不足、疲劳驾驶、分心驾驶等行为对运行安全的影响等。

5.3 故障诊断与应急处置知识

5.3.1 应掌握编队行驶系统中常见故障的识别方法，掌握由驾驶自动化系统故障、转向失灵、制动失效和爆胎等情况所引发风险的应急处理知识。

5.3.2 应了解车辆基本故障诊断流程，能够通过车载人机交互界面或远程诊断工具获取故障信息。

5.3.3 应掌握事故现场的应急处置和报告程序、自救与互救原则。

5.3.4 应掌握车辆发生事故后的脱困方法，及常见应急设施设备的使用知识。

5.3.5 应掌握防范次生事故及常用伤员救护知识。

5.3.6 应了解事故数据记录设备的激活条件、数据存储格式及提取流程。

5.3.7 应掌握突发事件管理机制，掌握突发事件上报要求，收集事故发生过程信息，包括：

- a) 事故发生前的状况：描述事故发生前车辆的运行状态、车内人员的活动情况，以及任何可能影响事故发生的外部因素，如天气、路况等；
- b) 事故发生的瞬间：详细叙述事故发生的具体过程，包括车辆的动作、碰撞的物体、产生的声响、车内人员的反应等；
- c) 事故后的处理：说明事故发生后驾驶员及车内其他人员的应对措施，如报警、救援、疏散等。

5.4 货运知识

5.4.1 应掌握不同类型货物的安全运输要求、运输时效要求。

5.4.2 应掌握不同类型货物出现异常、危险时的紧急处理知识。

5.4.3 应掌握车辆运营安全管理制度，包括但不限于车辆技术管理制度、动态监控管理制度、从业人员安全管理制度等。

5.5 智能网联汽车知识

5.5.1 应掌握智能网联汽车驾驶自动化分级知识，掌握驾驶车型自动化等级及含义。

5.5.2 应了解车辆整体架构，以及重点硬件组件安装固定方式、日常检查与维护要求。

5.5.3 应掌握测试应用车型的基本功能，包括车辆设计运行范围、运行条件、自动驾驶系统操作方法、系统预警提醒信号方式等。

5.5.4 应了解智能网联汽车的感知、无线通信、网络、高精地图与导航定位等关键技术的基础知识。

5.5.5 应掌握驾驶车辆设定最小风险策略触发场景及应对机制。

5.5.6 应掌握驾驶车型人机交互界面各类提示信息及其对应含义，包括编队状态、故障告警及接管请求的提示方式。

5.5.7 应了解 V2X 通信在编队中的基础功能及通信中断后的应急流程。

5.6 卡车编队知识

5.6.1 应了解卡车编队行驶原理、组织调度知识。

5.6.2 应掌握卡车编队速度、间距的调整方式，掌握常见编队场景下合适编队间距。

5.6.3 应了解路径规划与优化相关知识。优先选择车辆稀少的高速公路路段行驶，减少社会车辆干扰，在复杂路况（如坡道或拥堵区）提前规划绕行或解散编队。

5.6.4 应掌握编队行驶中特有风险的应对方法，如前车紧急制动导致的连锁反应、通信延迟或中断时的车距调整策略。

5.6.5 应了解编队解列与重组的条件和流程，包括手动接管后的车辆协同操作。

5.6.6 应掌握极端恶劣天气下编队行驶的稳定性控制要求，以及系统限速或解列的触发条件。

5.6.7 应了解编队中多车协同避障的原则与操作流程。

5.7 测试示范运营知识

5.7.1 应掌握测试示范、商业化运营区域开放详细要求，包括范围、时间等。

5.7.2 应了解测试示范、商业化运营道路基本情况，包括道路结构、交通设施、风险等级、路侧设备等。

5.7.3 应掌握测试示范、商业化运营主体相关的道路测试、示范应用运行管理要求、安全管理制度和测试流程。

5.7.4 应了解专用于测试示范、商业化运营的车载监管终端、数据终端等的相关功能、性能信息。

6 领航驾驶员技术能力要求

6.1 总体要求

6.1.1 应熟练掌握自动驾驶车辆在人工驾驶与自动驾驶状态之间切换的基本操作流程，熟悉车辆自动驾驶能力边界，以判断车辆是否在相应场景具备自动驾驶通行能力，决策领航车驾驶通行策略。

6.1.2 应具备对编队车辆行驶行为的实时观察能力，能够密切关注车辆之间的相对位置、速度、间距等关键参数，确保编队行驶的有序性。

6.1.3 应具备对道路环境的实时观察能力，及时发现道路状况、交通信号、周边车辆及行人等异常情况，并采取相应措施，确保编队行驶的安全性与稳定性。

6.1.4 组队前和组队中，应严格约束自身行为，非必要不主动人工介入。

6.2 编队行为要求

6.2.1 编队创建

6.2.1.1 编队创建前，应确认当前道路环境满足运行 ODD，满足编队创建的安全条件。

6.2.1.2 编队创建前，应能对驾驶领航车辆及其编队行为功能相关的车载设备、车辆网络接收和传输设备等进行检查与调试，确保设备正常运行。

6.2.1.3 编队创建前，应检查跟随车辆的基础车况：外观、轮胎、驾驶室的基础设置（假如涉及）、传感器结构及其外观等是否正常。

6.2.1.4 编队创建前，应设置队列参数：领航车辆、跟随车辆的挂车型号配置、载重等信息，确保编队车辆配置（如动力、载重）与实际状态高度一致。

6.2.1.5 编队创建前，应确认系统监控状态，确保系统运行正常。

6.2.1.6 编队创建后，正式上路前，应进行系统基础功能与安全自检，针对无人化相关的基础安全功能设计，包括可能的系统降级功能、紧急制动功能、安全靠边停车功能等。

6.2.2 编队解散

领航员主动解散全部队列时，应确保整体队列处于安全环境，并通过编队行驶系统司机操作端确认队列成员均已经进入驻车模式。

6.2.3 车辆加入

6.2.3.1 编队行驶过程中，遇车辆申请加入队列，应根据周围环境、当前交通状况判断是否满足编队行驶条件。

6.2.3.2 新增跟随车辆后，应考虑队列长度变化带来的相关操作变化：如超车、变道、路口通行等。

6.2.4 车辆离队

6.2.4.1 跟随车辆申请正常主动离队，应及时确认。

6.2.4.2 跟随车辆因系统异常申请主动离队停车，应上报异常信息，并确认离队成员是否处于安全位置，否则应在条件具备情况下进行应急处置确保异常车辆相对安全。

6.3 编队行驶要求

6.3.1 恶劣天气应对

6.3.1.1 编队行驶过程中，遇雨雪、大风等恶劣天气影响编队行驶时，应采取应对措施：增加队列成员之间的车距、减速慢行、打开相关警示灯等。

6.3.1.2 极端恶劣天气超出设计 ODD 时，应及时干预或接管车辆，带领队列在安全路段靠边停车等待。

6.3.2 换道行为

6.3.2.1 应能够准确判断是否满足变道避让条件、是否适合执行超车动作。

6.3.2.2 换道时，应注意目标车道是否有影响后车换道的并行车辆及后方来车。

6.3.2.3 换道时，应实时关注后车纵向距离、横向是否跟随、合理鸣笛。

6.3.3 超车行为

6.3.3.1 超车前，应能确认对向车道无来车影响超车。

6.3.3.2 超车时，应平稳提升车速，并防止与后车的车距过大。

6.3.3.3 超车后，应确保前后车全部完成超车后，方可变回原道。

6.3.3.4 超车后准备变为原车道，应能够预判后车是否具备变回原车道的能力。

6.3.3.5 弯道、缓弯等视线不佳路线不应超车。

6.3.4 社会车插队

6.3.4.1 当队列通过拥堵路段、狭窄路段，遇社会车插队时，应让出超车位，并实时关注纵向差距、防止与后车的车距过大。

6.3.4.2 当社会车辆插入队列中间行驶时，应缓慢减速等待后车行驶至正常车距。

6.3.4.3 当路口被多辆车插队，且自车停在道路中间影响其他车辆正常行驶时，应能接管车辆。

6.3.5 编队中断

受路口、社会车辆等影响导致编队中断，应缓慢行驶或就近选择安全区域停车等待跟随车辆。

6.3.6 临时停车

6.3.6.1 应选择合适停车位置，确定车辆开启驻车模式。

6.3.6.2 执行停车操作时，应注意后车跟车距离，避免后车丢车过远。

6.3.7 收费站/超限检查站

6.3.7.1 进入收费站，应判断收费站缴费方式是否与系统设定通行方式一致。

6.3.7.2 进入超限检查站，应确定车辆超限检查结果。

6.3.7.3 通过收费站/超限检查站后，应缓慢行驶至确定所有车辆全部通过后，恢复编队行驶。

6.4 突发场景要求

6.4.1 人工干预接管能力

应能监视队列车辆安全运行状态及周边交通环境情况,在以下情形自动驾驶系统发出介入请求或发现车辆处于不适合自动驾驶的状态时,应能在10s内安全接管跟随车辆或干预领航车辆并采取相应措施:

- a) 车辆发出人工接管提醒时;
- b) 车辆驶出设计运行范围时;
- c) 车辆面临碰撞事故风险时;
- d) 车辆违反道路交通规则时;
- e) 自动驾驶系统出现故障或功能失效时;
- f) 前方路段出现事故、拥堵、避让执行任务的特种车等复杂道路交通情况;
- g) 出现 6.3 中其他需要人工干预或接管的情形时。

6.4.2 紧急情况处置能力

应具备以下紧急情况处置能力:

- a) 车辆发生爆胎、制动失效、侧滑等紧急情况处置能力;
- b) 车辆发生侧翻、落水、起火后的应急处置和逃生能力;
- c) 车辆发生交通事故后事故现场的应急处置、报告程序、自救与互救等能力;
- d) 车辆进入最小风险状态后的处置能力;
- e) 车辆通信中断时的应急处置能力;
- f) 发生事故后按照要求采集上报事故信息的能力。

7 能力培训

7.1 理论知识培训

7.1.1 理论知识培训可采用多媒体教学、纸质教材等线上线下相结合的方式。

7.1.2 理论知识培训时长应不少于 50 学时,每学时为 60 分钟,对领航驾驶员理论培训时间每天不得超过 6 学时。

7.2 技术操作能力培训

7.2.1 技术操作能力培训应以实车场地培训为主,针对复杂场景下的编队行驶功能可采用仿真模拟方式进行培训。

7.2.2 技术操作能力培训时长应不少于 50 学时,每学时为 60 分钟。

8 能力评价

8.1 评价内容

编队驾驶领航驾驶员能力考核包括理论知识与技术操作能力两部分。

8.2 理论知识考核

8.2.1 考核方法

理论知识考核可采用上机考试或线下笔试等方式开展。

8.2.2 试题类型

考核试题可设置选择题、判断题或文字题等不同类型组合方式。

8.2.3 考核时间

考核时间为45分钟。

8.2.4 评价标准

按照每题1分，满分100分，90分以上为合格。

8.2.5 考核内容及比例

考核内容、内容说明、分值比例各项内容见表1。

表1 领航驾驶员理论知识考核内容表

考核内容	内容说明	分值比例
基础交通常识	1. GB 5768规定的道路交通信号灯、标志、标线、交通警察手势等内容； 2. GB 1589规定的外廓尺寸、轴荷、载荷等内容。	5%
安全驾驶知识	基础驾驶知识： 1. 车辆起步、转向、加减速、会车、超车、停车等内容； 2. 机动车整车技术知识、车内外装置使用等内容。 安全行驶知识： 1. 城市快速路、一般城市道路、高速公路、不同等级公路、山区道路等不同类型道路安全行驶方法； 2. 晴天、雨天、夜间、雾（霾）天，以及泥泞道路、涉水、施工道路、隧道等不同环境状况下的安全行驶方法。 安全驾驶心理学知识：酒精、毒品、药物以及睡眠不足、疲劳驾驶、分心驾驶等行为对运行安全的影响等。	15%
故障诊断与应急处置知识	1. 车辆故障诊断识别与诊断流程等知识； 2. 车辆事故、突发事件的脱困、应急处置与报告、自救与互救以及应急设备使用等知识。	20%
货运知识	货运运输要求、货物紧急处理要求等知识。	5%
智能网联汽车知识	自动化分级、软硬件配置、智能网联关键技术、设计运行范围、自动驾驶系统操作方法、人机交互、V2X通信等知识。	20%
卡车编队知识	编队行驶原理、编队规划调度、间距调整、编队行为功能、编队行驶功能等知识。	20%
测试示范运营知识	各地示范区针对上路通行的管理要求，以及车载终端功能使用要求等知识。	15%

8.3 技术操作考核

8.3.1 考核要求

领航驾驶员应在理论知识考核合格后开展技术实操考核。

8.3.2 考核方法

在封闭道路利用加装考核监控系统的智能网联卡车开展考核。

8.3.3 评价标准

根据操作规范性、反应时间、完成时间、安全稳定性给予评分，满分100分，90分以上为合格。

8.3.4 考核内容及合格标准

技术操作能力考核内容、内容说明、评判标准见表2。

表2 领航驾驶员技术操作能力考核内容表

测试内容	内容说明	合格标准
总体要求	1. 自动驾驶功能启动、关闭，以及与人工驾驶模式的双向切换； 2. 道路环境实时观察能力。	1. 熟练掌握自动驾驶和编队功能操作； 2. 正确识别行驶过程中的异常情况。
编队行为要求	编队创建、车辆加入、车辆离队、编队解散等行为	正确并熟练完成编队行为操作。
编队行驶要求	恶劣天气应对、换道、超车、社会车辆插队、编队中断、临时停车、收费站/超限检查站等场景应对能力	正确并熟练完成编队行驶过程中的功能操作。
突发场景要求	1. 系统出现介入请求或车辆处于不适合自动驾驶状态时的人工干预接管操作； 2. 爆胎、制动失效、侧翻、起火、通信中断、最小风险状态等紧急情况下的处置能力。	在各类突然场景下的及时作出正确的处置操作。

8.4 能力保持

8.4.1 领航驾驶员驾驶车辆系统更新时，应对准驾领航驾驶员进行系统更新培训。

8.4.2 应对领航驾驶员进行能力保持培训考核，至少月度一次。

8.4.3 领航驾驶员超过7天未上岗，应进行复工培训。

参 考 文 献

- [1] GB 7258 机动车运行安全技术条件
 - [2] T/CMAA 21005 自动驾驶车辆编队行驶能力测试内容及方法
 - [3] 交通运输部. 自动驾驶汽车运输安全服务指南(试行): 交办运〔2023〕66号, 2023-11-21
 - [4] 工业和信息化部 公安部 交通运输部. 智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范(试行): 工信部联通装〔2021〕97号, 2021-07-27
-