

团体标准

T/ITS 0113.2—2019

营运车辆 合作式自动驾驶货车编队行驶

第2部分：驾驶场景和行驶行为要求

Cooperative autonomous truck platooning

Part 2: Cooperative driving scenarios and driving behavior requirements

2019-12-27 发布

2020-03-01 实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

目 次..... I

前 言..... II

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....1

4 缩略语.....2

5 驾驶场景分类.....2

6 驾驶场景及行驶行为要求.....3

附录 A 驾驶场景定义.....11

附录 B 常见的异常场景举例.....12

前 言

本部分按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

T/ITS 0013-2019《营运车辆 合作式自动驾驶货车编队行驶》分为5个部分：

- 第1部分：总体技术要求；
- 第2部分：驾驶场景和行驶行为要求；
- 第3部分：车辆通信应用层数据交互要求；
- 第4部分：车辆功能和性能要求；
- 第5部分：测试和认证要求。

本部分为T/ITS 0113-2019的第2部分。

本部分按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国智能交通产业联盟提出并归口。

本标准主要起草单位：阿里巴巴（中国）有限公司、菜鸟网络科技有限公司、北京图森智途科技有限公司、上海图森未来人工智能科技有限公司、交通运输部公路科学研究院、北京汽车研究总院有限公司、北京福田戴姆勒汽车有限公司、东风商用车有限公司、深圳市金溢科技股份有限公司、电信科学技术研究院有限公司、深圳成谷科技有限公司、重庆车辆检测研究院有限公司、山东省科学院自动化研究所。

本标准主要起草人：王琳、黄武陵、刘大鹏、朱红儒、李文锐、周亦威、吴楠、李茹、陈新、李彪、赵学岩、孙靓、赵光辉、李阳、何宁、唐光颖、房家奕、谭业辉、嵇家刚、王戡、张子辉、李研强。

中国智能交通产业联盟

第2部分：应用场景和行驶行为要求

1 范围

本部分规定了合作式自动驾驶货车编队行驶的场景,以及各类场景下的行驶行为要求。

本部分规定的各类场景及行驶行为仅限于高速公路自动驾驶货车编队行驶。

本标准适用于合作式自动驾驶货车编队行驶的设计、开发、运行和维护。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 31024.1 合作式智能运输系统专用短程通信 第1部分:总体技术要求

GB/T 31024.3 合作式智能运输系统专用短程通信 第3部分:网络层和应用层规范

JTG B01-2014 公路工程技术标准

T/ITS 0113.1-2019 营运车辆合作式自动驾驶货车编队行驶 第1部分:总体技术要求

T/CSAE 53-2017 合作式智能交通系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

货车编队 Truck Platooning

货车编队是指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形成一个具有相似驾驶行为的车队协同行驶。

3.2

编队行驶 Driving as a Platoon

两辆或者两辆以上的车辆以编队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、车辆加入编队、车辆离开编队等的编队行为过程。

3.3

领航车辆 Leading Vehicle, LV

编队行驶中最前方的车辆。

3.4

跟随车辆 Following Vehicle, FV

编队行驶中除了领航车辆之外的其他跟随的车辆。

3.5

云平台 Cloud Platform, CP

对编队进行监控和管理的平台，可实时接收呈现编队车辆速度、位置等状态信息并发出动作指令。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

FV: 跟随车辆 (Following Vehicle)

LV: 领航车辆 (Leading Vehicle)

PFV: 潜在跟随车辆 (Potential Following Vehicle)

PLV: 潜在领航车辆 (Potential Leading Vehicle)

ITS: 智能交通系统 (Intelligent Transportation System)

V2X: 车联网 (Vehicle-to-Everything)

5 驾驶场景分类

合作式自动驾驶货车编队行驶驾驶场景组成要素参见附录A。本标准规定的驾驶场景基于T/ITS 0113-2019《营运车辆 合作式自动驾驶货车编队行驶 第1部分：总体技术要求》第8章列出的场景。其中，编队行为类和编队行驶类的具体场景如表1所示，常见的异常情况场景参见附录B。

本标准规定的驾驶场景的信息集和要求如表2所示。其中，气候环境信息、高速道路信息和路面状况信息的要求适用于本标准规定的所有驾驶场景，本车状态信息和交通参与者信息结合具体场景规定相应要求，参见第6章。

表1 货车编队的驾驶场景分类

场景类型	序号	场景名称
编队行为类	1	编队创建
	2	车辆加入
	3	车辆离开
	4	编队解散
编队行驶类	5	匀速行驶

表1 货车编队的驾驶场景分类（续）

场景类型	序号	场景名称
编队行驶类	6	加速行驶
	7	减速行驶
	8	紧急制动
	9	弯曲道路行驶
	10	变道行驶

表2 驾驶场景的信息集和要求

信息集	类别	要求
气候环境信息	天气	天气晴朗，能见度良好，无雨雪
高速道路信息	满足公路工程技术标准 JTG B01-2014 对于高速公路道路结构、道路曲率、道路坡度等方面的要求	
路面状况信息	路面干燥	
本车状态信息	行驶车道	结合场景
	速度	结合场景
	加速度	结合场景
交通参与者信息	数量	结合场景
	类型	结合场景
	行驶车道	结合场景
	速度	结合场景
	加速度	结合场景
	相对横向距离	结合场景
	相对纵向距离	结合场景
	相对运动方向	同向

6 驾驶场景及行驶行为要求

6.1 编队创建

6.1.1 场景定义

编队创建的场景是指车辆在没有开始编队模式的状态下，潜在领航车辆创建一个只包含自身的编队编队，并允许其他车辆随后加入的行为（如图1所示）。

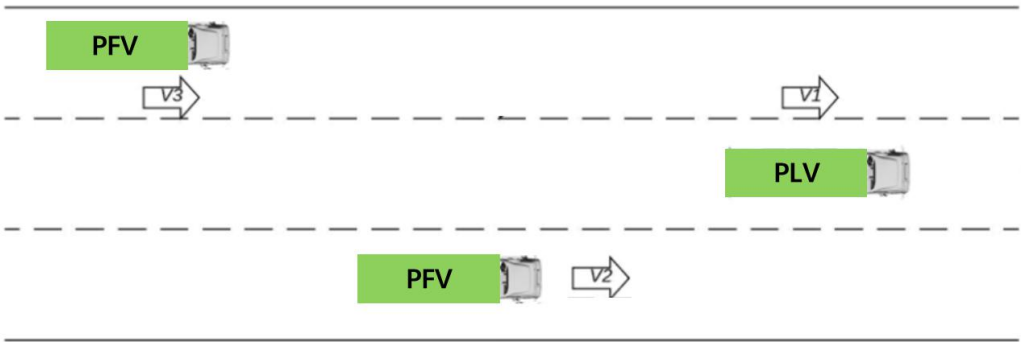


图1 编队创建场景示意图

6.1.2 行驶行为要求

- a) 潜在领航车辆应具有对自身车辆进行编队行驶基本功能检查的能力，只有满足全部条件的情况下才可以创建成功，否则创建失败；
- b) 领航车辆通过V2X设备向附近车辆播报编队信息，潜在跟随车辆收到编队信息之后可以申请加入。

6.2 车辆加入

6.2.1 场景定义

车辆加入的场景是指编队在停止或行驶过程中，潜在跟随车辆申请加入编队，在经过领航车辆或云平台允许之后从队尾加入编队逐渐缩短跟随距离，不允许别的车辆加入或者编队中的车辆离开（如图2所示）。当新加入的跟随车辆稳定保持编队行驶的目标间距之后，编队恢复正常行驶状态。

潜在跟随车辆加入编队的前提条件：

- a) 领航车辆已经正常开启编队，并已经正常广播编队信息；
- b) 潜在跟随车辆应开启编队模式，并能够接收到附近编队信息。

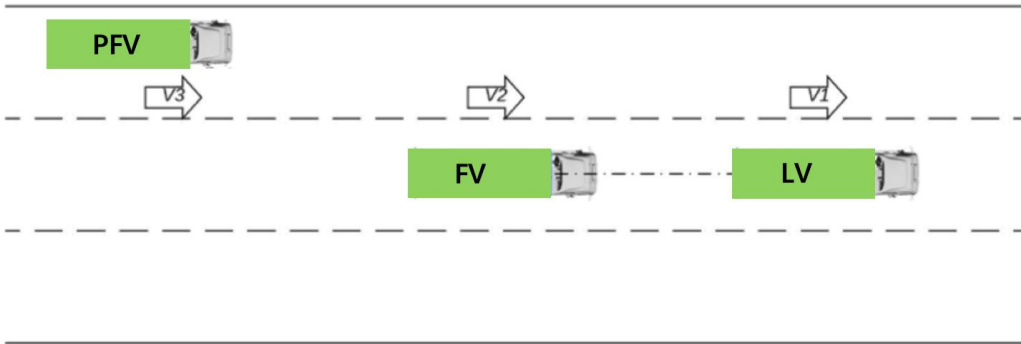


图2 车辆加入场景示意图

6.2.2 行驶行为要求

- a) 潜在跟随车辆应具有对自身车辆进行编队行驶基本功能检查的能力,只有满足全部条件的情况下才可以发起申请,否则不允许申请;
- b) 领航车辆或云平台应具有对发起申请的潜在跟随车辆进行审核的能力,只有满足编队整体功能的情况下才可以允许发起申请的潜在跟随车辆加入,否则不允许加入;
- c) 潜在跟随车辆入队应与前车保持合理的距离和速度;
- d) 跟随车辆前方无干扰车,且跟随车辆在车道线内;
- e) 编队此刻没有其它车辆加入。

6.3 车辆离开

6.3.1 场景定义

车辆离开的场景是指编队在行驶过程中,队尾的跟随车辆申请离开编队,在经过允许之后该跟随车逐渐增加与前车的跟随距离,不允许其它车辆加入或者编队中的车辆离开。当从申请离开的跟随车与前车的间隔达到安全距离且被接管之后,离开编队完成(如图3所示)。

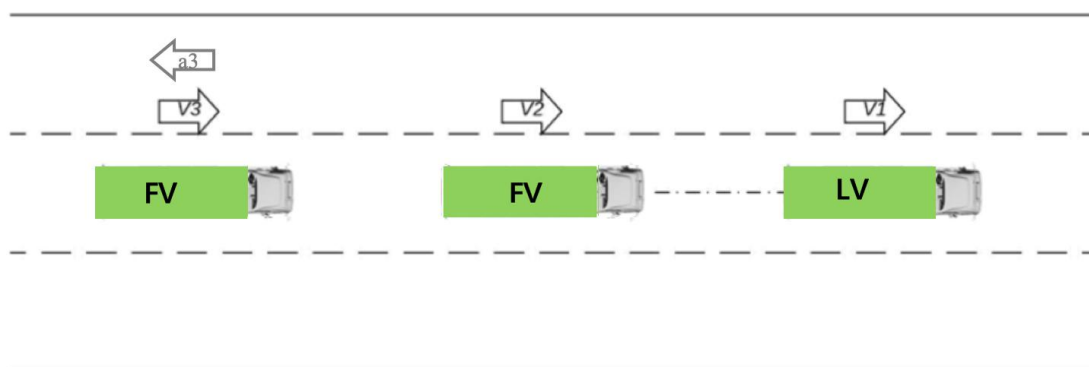


图3 车辆离开场景示意图

6.3.2 行驶行为要求

- a) 跟随车辆离队前应与前车保持合理的距离和速度;
- b) 跟随车辆申请离开的时候,领航车辆或云平台应具有对发起离队申请的跟随车辆进行审核的能力,只有满足安全和不影响编队整体功能的情况下才可以允许发起申请的跟随车辆离队,否则不允许离队;
- c) 跟随车辆在离队过程中无其他车辆加入;
- d) 跟随车辆在离队过程中应保持本车在车道线内行驶;
- e) 跟随车辆与前车的间隔达到安全距离且被接管之后,离开编队完成。

6.4 编队解散

6.4.1 场景定义

编队解散的场景是指在实际路况或编队内的车辆状态已经不具备车辆编队的条件时，不具备车辆编队条件的车辆应通知领航车辆，由领航车辆下达解散指令，队列进行解散，队内各车辆恢复自由行驶（如图4所示）。

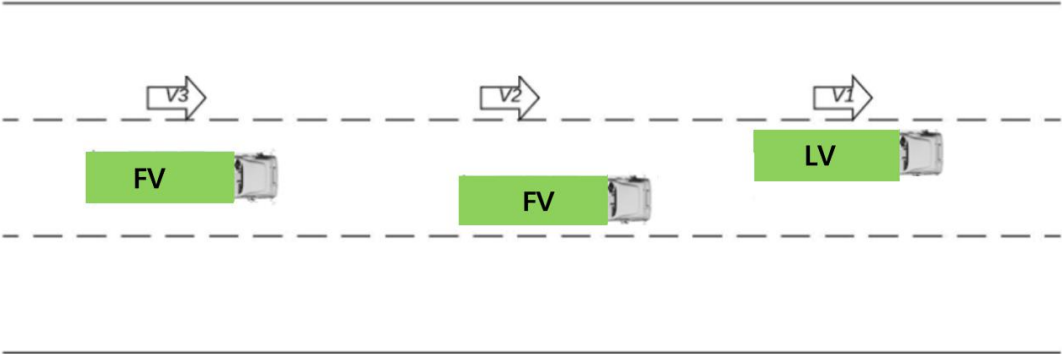


图4 编队解散场景示意图

6.4.2 行驶行为要求

- a) 领航车辆或云平台发起解散命令；
- b) 跟随车辆检查车辆状况并反馈给领航车辆；
- c) 当领航车辆确认所有车辆状况均无异常后编队解散；
- d) 跟随车辆离队前应与前车保持合理的距离和速度。

6.5 匀速行驶

6.5.1 场景定义

匀速行驶的场景是指编队由领航车辆带领跟随车匀速直线行驶（如图5所示）。编队所有车辆的速度范围为 $5 < V \leq 90$ km/h，加速度为 ± 0.3 m/s²。

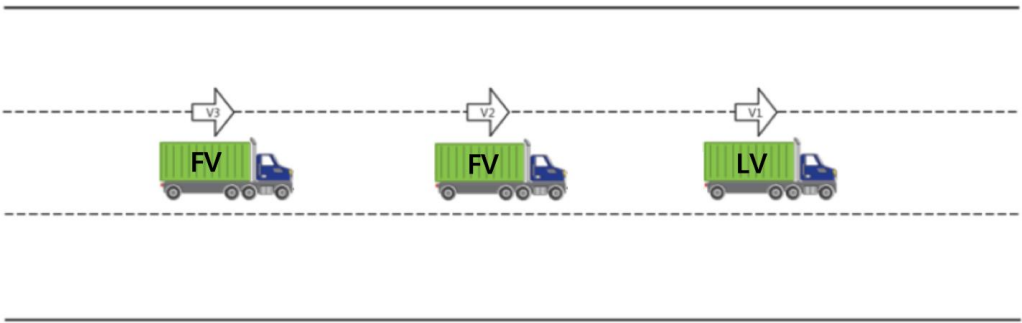


图5 匀速行驶场景示意图

6.5.2 行驶行为要求

- a) 队列行驶速度平稳，匀速行驶速度应不超过当前车道限速，车辆速度误差应控制在目标车速10%以内；
- b) 编队中所有车辆应在同一车道内；
- c) 编队车辆之间保持稳定的间隔距离，实际间隔距离与设定间隔距离误差应在10%以内。

6.6 加速行驶

6.6.1 场景定义

加速行驶的场景是指编队由领航车辆带领开始加速至目标速度的行驶过程（如图6所示）。编队所有车辆的速度 $\leq 90\text{ km/h}$ ，加速度 $\leq 2.5\text{ m/s}^2$ 。

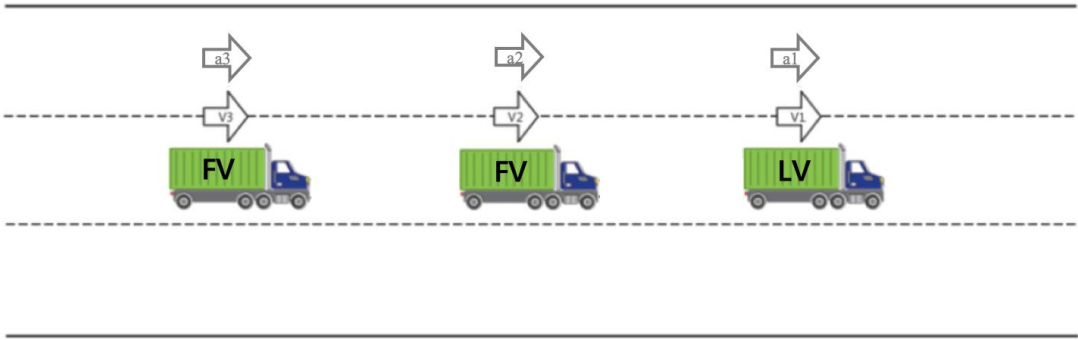


图 6 加速行驶场景示意图

6.6.2 行驶行为要求

- d) 编队中所有车辆速度应不超过当前车道限速；
- e) 编队中所有车辆应在同一车道内；
- f) 编队车辆之间保持稳定的间隔距离，实际间隔距离与设定间隔距离误差应在20%以内。

6.7 减速行驶

6.7.1 场景定义

减速行驶的场景是指编队由领航车辆带领开始减速至目标速度的行驶过程（如图7所示）。编队所有车辆的速度 $\leq 90\text{ km/h}$ ，加速度 $> -2.5\text{ m/s}^2$ 。

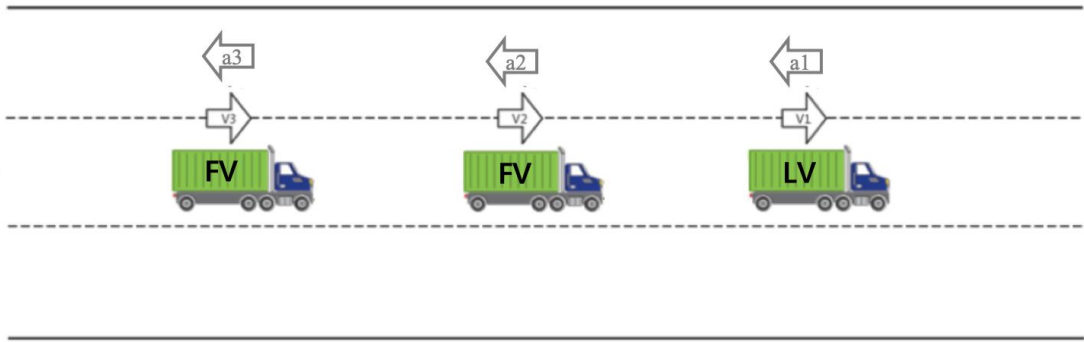


图 7 减速行驶场景示意图

6.7.2 行驶行为要求

- a) 编队中所有车辆应在同一车道线内；
- a) 编队车辆之间保持稳定的间隔距离，实际间隔距离与设定间隔距离误差应在 20%以内。

6.8 紧急制动

6.8.1 场景定义

紧急制动的场景是指本车道领航车辆或编队中间车辆紧急制动（如图8所示）。紧急制动车辆的加速度 $-6\leq a\leq -2.5\text{m/s}^2$ ，相邻车辆的相对纵向距离 $\leq 100\text{m}$ 。

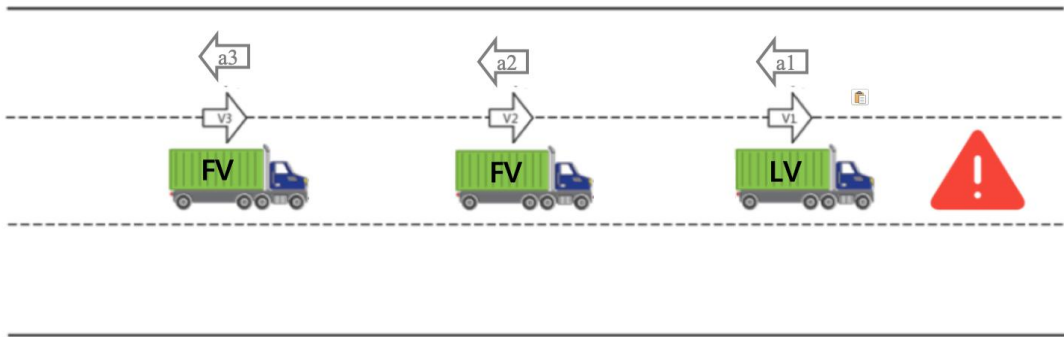


图8 紧急制动场景示意图

6.8.2 行驶行为要求

- a) 车辆不发生碰撞；
- b) 编队中所有车辆应在同一车道内。

6.9 弯曲道路行驶

6.9.1 场景定义

弯曲道路行驶的场景是指编队由领航车辆带领跟随车进行弯道行驶（如图9所示）。编队所有车辆的速度范围为 $5\text{km/h}\leq V\leq 90\text{km/h}$ ，加速度为 $-2.5\leq a\leq 2.5\text{m/s}^2$ 。

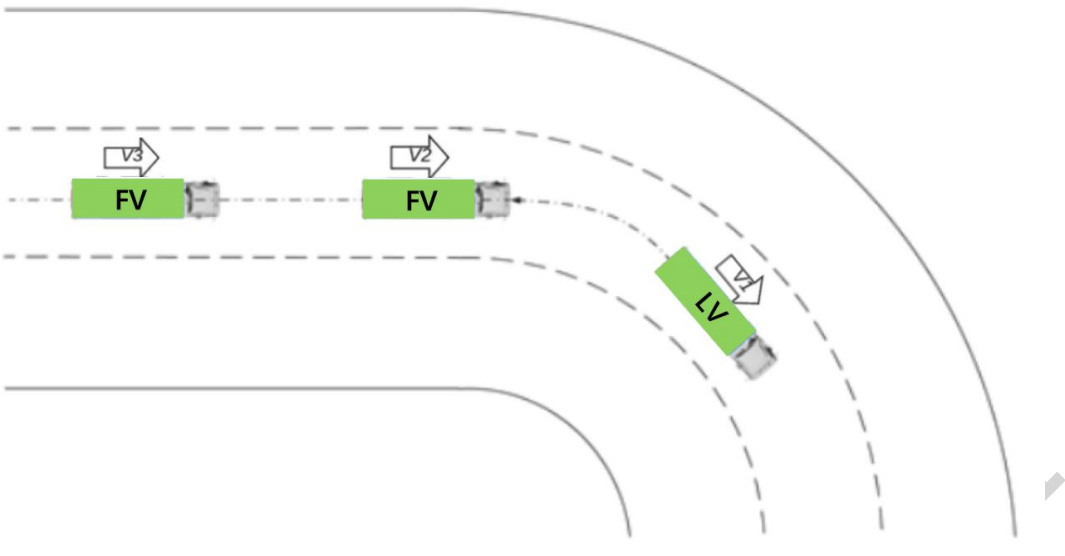


图9 弯曲道路行驶场景示意图

6.9.2 行驶行为要求

- a) 弯道行驶速度应不超过当前车道限速，车辆速度误差应控制在目标车速 20%以内；
- b) 编队中所有车辆应稳定保持在同一车道内，禁止压线；
- b) 编队车辆之间保持稳定的间隔距离，实际间隔距离与设定间隔距离误差应在 20%以内。

6.10 变道行驶

6.10.1 场景定义

变道行驶的场景是指由领航车辆确定是否需要变道行驶（如图10所示），若需变道行驶，编队在领航车辆的带领下完成从当前车道到相邻车道的变道的行驶过程。

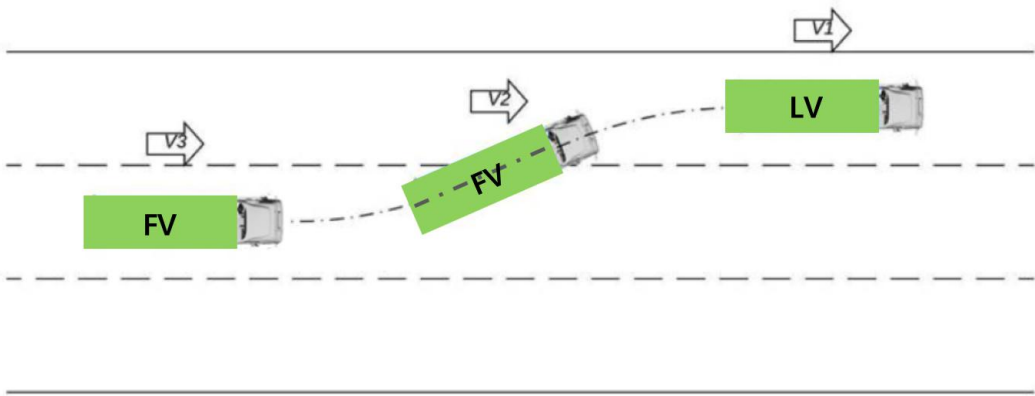


图10 变道行驶场景示意图

6.10.2 行驶行为要求

- a) 编队在变道行驶过程中,领航车辆应根据自车车速、相邻车道上行进车辆的车速、距本编队的距离以及编队的长度来提前提速(不超过车道规定的限速值)或降速,以保证编队中所有车辆安全变道;
- b) 变道行驶速度应不超过当前车道限速,车辆速度误差应控制在目标车速20%以内;
- c) 编队中所有车辆在变道前和变道完成后应稳定保持在同一车道线内,禁止压线;
- d) 编队车辆之间在变道前和变道完成后保持稳定的间隔距离,间隔距离误差应在20%以内;
- e) 变道过程中编队应开启转向灯。

附录 A 驾驶场景定义

合作式自动驾驶货车编队驾驶场景可从气候环境信息、高速道路信息、路面状况信息、本车状态信息、交通参与者信息几个维度进行定义，每个维度可包含多个信息。具体信息参见表A.1。

表A.1 合作式自动驾驶货车编队驾驶场景组成要素

信息集	要素
气候环境信息	晴天、多云、阴天、白天、夜间、雾、横风等
高速道路信息	直道、弯道、上坡、下坡、高架桥（桥上、桥下）、隧道、高速公路衔接的匝道等
路面状况信息	有标线道路、磨损道路、不同材质干燥道路、施工场景、道路变窄、道路遗撒、限速、其它异常情况（如：动物出没等）
本车状态信息	直行、换道、加速、减速、急停、并入车流等
交通参与者状态信息	直线行驶、加速、减速（慢车）、换道、并线、超车、急停、故障、连续变道、大型车辆视野遮挡、交通拥堵等

附录 B 常见的异常场景举例

编队在行驶过程中，应可以处理各种异常问题，保证编队的行车安全。常见的异常场景如下：

- 1) 其它车辆驶入：编队正常行驶时，邻近车道的其他车辆在驶入和驶离匝道的过程中，需穿过编队所在车道的行驶过程。
- 2) 变道行驶异常：编队在变道行驶过程中，周围环境发生改变导致部分车辆无法完成变道。
- 3) 车辆状态异常：编队正常行驶时，编队内任意车辆状态发生异常。
- 4) 天气环境状态异常：雨天、道路湿滑等场景。

中国智能交通产业联盟
营运车辆 合作式自动驾驶货车编队行驶
第2部分：驾驶场景和行驶行为要求

T/ITS 0113.2-2019

北京市海淀区西土城路8号（100088）

中国智能交通产业联盟印刷

网址：<http://www.c-its.org>

2019年12月第一版 2019年12月第一次印刷