

# T/SDZDH

## 团 体 标 准

T/SDZDH 00? —2022

---

### 高速公路车联网通信系统应用 总体技术要求

General technical requirements for the application of IoV  
communication system on highway

2021-??-??发布

2022-??-??实施

山东省自动化学会 发布

# 目 次

前言 .....	2
1 范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语、定义和缩略语 .....	3
3.1 术语和定义 .....	3
3.2 缩略语 .....	4
4 总体要求 .....	4
4.1 高速测试道路要求 .....	4
4.2 高速公路网联环境要求 .....	5
4.3 高速公路配套设施要求 .....	6
5 高速公路车联网应用场景 .....	7
5.1 前向碰撞预警（FCW） .....	7
5.2 盲区预警/变道预警（BSW/LCW） .....	9
5.3 紧急制动预警（EBW） .....	11
5.4 限速预警（SLW） .....	13
5.5 前方拥堵提醒（TJW） .....	13
5.6 道路危险状况预警（HLW） .....	15
5.7 协作式变道（CLC） .....	16
5.8 协作式车辆汇入（CVM） .....	18
5.9 协作式车辆编队管理（CPM） .....	21
5.10 道路收费服务（RTS） .....	28
6 车联网数据交互要求 .....	31
6.1 数据编码格式 .....	31
6.2 通用数据保护条例（GDPR） .....	32

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由山东自动化学会提出并归口。

本标准起草单位：山东高速建设管理集团有限公司、山东省科学院自动化研究所、清华大学、大连理工大学。

本标准主要起草人：周勇 俄广迅 陆由付 李涛 徐庆超 刘群 张子辉、于良杰、李研强、王勇、王建强、许庆、史彦军、姜红娜。

# 高速公路车联网通信系统应用总体技术要求

## 1 范围

本标准规定了高速公路环境下车联网通信系统的术语和定义、高速测试道路、网联环境和配套设施要求、应用场景以及数据交互要求等。

本标准中适用于高速公路环境下车联网通信系统的设计与应用。

## 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。凡是标注日期的引用文件，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 5768—2009 道路交通标志与标线

GB/T 20851.4-2019 电子收费 专用短程通信 第4部分：设备应用

T/CSAE 53—2020 合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准（第一阶段）

T/CSAE 157—2020 合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准（第二阶段）

T/CSAE 125—2020 智能网联汽车测试场设计技术要求

T/CTS 1-2020 车联网路侧设施设置指南

JTG D80 高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范

YD/T 709-2020 基于LTE的车联网无线通信技术 消息层技术要求

ETSI TS 102 637 智能交通系统 车辆通信系统 基本应用集

YD/T 3400-2018 基于LTE的车联网无线通信技术 总体技术要求

SAE J2945/1 V2V 车载安全通信系统性能需求

## 3 术语、定义和缩略语

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1 车联网 Internet of Vehicles

利用现代通信技术构建的车与人、车、路、云平台、环境、服务等之间的网络连接平台。

#### 3.1.2 专用短程通信 Dedicated short range communication

用于车辆、基础设施、行人等交通要素之间进行短程通信的无线通信方式。

#### 3.1.3 V2X

车载单元与其他设备通讯,包括但不限于车载单元之间通讯(V2V),车载单元与路侧单元通讯(V2I),车载单元与行人设备通讯(V2P),车载单元与网络之间通讯(V2N)。

### 3.1.4 系统延迟 System delay

从远车或路侧单元等设备发送通信数据后,到主车接收该数据并通过网络层进行信息处理后传递给应用层的时间,本文件中特指应用层端到端的延迟时间。

### 3.1.5 主车 host vehicle

装有车载单元且运行应用程序的目标车辆。

### 3.1.6 远车 Remote vehicle

与主车配合能定时广播V2X消息的背景车辆。

### 3.1.7 车载单元 On Board Unit

安装在自动驾驶车辆上,用于实现车辆与外界(即V2X,包括车-车、车-路、车-人、车-云端等之间)联网通讯的硬件单元。

### 3.1.8 路侧单元 Road Side Unit

安装在测试场地道路路侧,用于实现路侧设施与外界(即I2X,包括路-车、路-路、路-人、路-云端之间)联网通讯的硬件单元。

## 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件

IoV: 车联网(Internet of Vehicles)

V2X: 车联万物(Vehicle-to-Everything)

V2V: 车车通讯(Vehicle-to-Vehicle)

V2I: 车路通讯(Vehicle-to-Infrastructure)

HV: 主车(host vehicle)

RV: 远车(Remote vehicle)

OBU: 车载单元(On Board Unit)

RSU: 路侧单元(Road Side Unit)

## 4 总体要求

### 4.1 高速测试道路要求

结合高速公路实际建设情况,高速测试道路宜选择建设以下类型的高速道路:

(1) 高速直道，可选择单向两车道、单向三车道、双向四车道、双向六车道等，同时可选择有坡度和无坡度两种情况；

(2) 高速弯道，可选择单向两车道、单向三车道、双向四车道、双向六车道等，同时可选择有坡度和无坡度两种情况；

(3) 高速上下匝道，可选择单向单车道、单向两车道；

(4) 高速测试道路建设选择的原则为：尽可能丰富高速测试道路类型，通过不同高速测试道路类型的选择，提供丰富的高速公路测试场景。高速测试道路设计与施工应满足 JTG B01 和 JTG D80等相关标准。

## 4.2 高速公路网联环境要求

### 4.2.1 网联通信设备要求

高速公路测试道路宜部署C-V2X网联通信方式，且部署的C-V2X网联通信设备应支持蜂窝通信（Uu）和直连通信（PC5）两种工作模式。

C-V2X通信系统建设包括C-V2X基站部署和基于路侧单元（RSU）通信环境的搭建，应满足YD/T 3400-2018、YD/T 3340-2018标准要求。

#### (1) 发射功率限值

对于路侧单元（RSU）， $EIRP \leq 29 \text{ dBm}$ 。

#### (2) 移动速度

C-V2X通信系统应能够支持最高相对速度为500 km/h的车辆间发送消息，以及最高绝对速度为250 km/h的车辆与车辆、车辆与路侧单元和行人发送消息。

#### (3) 通信时延

对于支持车车和车人通信的终端，无论直接发送还是由路侧单元转发，C-V2X通信系统应保证最大空口通信时延不超过100 ms。

对于车路通信，车与路边单元的最大空口通信时延不超过100 ms。

对于经过C-V2X通信系统网络实体的车与应用服务器之间的V2N通信，最大端到端时延不超过1000 ms。

仅对于特殊用例（如碰撞感知），车与车之间、车与路侧单元之间发送消息的最大空口通信时延宜不超过20 ms。

#### (4) 传输可靠性

C-V2X通信网络应不依赖应用层重传即可提供高可靠传输。

#### (5) 覆盖要求

V2X业务在有运营商网络和无运营商网络覆盖的情况下均须支持。

#### (6) 消息发送频率

对于周期性消息，C-V2X通信网络应能够支持路侧单元和车辆最大10 Hz的消息发送频率。

#### (7) 消息大小要求

不包括安全相关的消息单元，周期性消息的大小在50-300 byte之间，事件触发的消息最大为1200 byte。

#### 4.2.2 高精度定位设备要求

高速公路测试道路应能够提供高精度定位差分信号，差分信号应满足下列要求：

- (1) 北斗和 GPS 等多种制式多频点差分增强信号；
- (2) 支持 RTD 和 RTK 差分信息。实时 RTK 定位精度：水平优于 3 cm；事后静态解算精度：水平优于 5 mm；实时网络 RTD 定位精度：优于 1 m。兼容性要求：能够接入国内外主流厂家生产的移动终端。

#### 4.3 高速公路配套设施要求

##### 4.3.1 基础设施要求

高速公路测试道路应设有路侧单元、数据中心、云控平台等用于保障车联网通信系统应用的基本服务。

##### 4.3.2 RSU设施要求

高速公路测试道路应实现RSU 的主体业务场景需求，分为交通信息收发、交通设备接入、交通场景分析和定位授时等业务模块，并可以进行RSU日常运行时候的维护管理、安全管理、配置管理和升级管理。

##### 4.3.3 数据中心

数据中心是测试场运营产生的数据的存储、管理和应用的中心，应包括高速公路车联网应用的测试数据、虚拟仿真数据、网联通信数据等。

- (1) 数据中心应满足相关的数据保密要求，切实保护数据所有者的相关权益；
- (2) 数据格式应符合通用性相关要求；
- (3) 相关数据应至少存储90d；
- (4) 需满足国家标准《数据中心设计规范》GB50174-2017的B级要求。

##### 4.3.4 云控平台

高速公路测试道路通过云控平台可为智能网联汽车和智能路侧设备数据交互提供标准认证、车辆与路侧系统数据分析及存储、测试场环境与测试过程监控、以及提供车路协同感知、决策与控制辅助与增强等能力。

云控平台应满足以下要求：

- (1) 支持智能网联测试车辆、智能路侧设备数据交互的标准化 CA 认证服务；
- (2) 支持与第三方云平台的数据对接，数据接收时延低于 100 ms；
- (3) 对所测试车辆、路侧设备进行标准化数据采集、存储和分析，并按照管理要求实时动态监控测试过程；
- (4) 实时为测试车辆、测试场交通指示设备提供融合车路信息的感知、决策与控制辅助计算服务，包括提供协同感知数据，驾驶决策和控制建议，交通系统控制建议，以及驾驶行为提示、预警、引导等一系列云端计算结果，相关计算服务需保证满足车辆测试功能的周期时延要求；
- (5) 支持第三方应用在云平台上按照标准开发接口与开发要求进行仿真测试和实际环境测试。

5 高速公路车联网应用场景

5.1 前向碰撞预警（FCW）

5.1.1 应用定义和预期效果

前向碰撞预警（FCW: Forward Collision Warning）是指，主车（HV）在车道上行驶，与在正前方同一车道的远车（RV）存在追尾碰撞危险时，FCW应用将对HV驾驶员进行预警。本应用适用于普通道路或高速公路等车辆追尾碰撞危险的预警。FCW应用辅助驾驶员避免或减轻前向碰撞，提高道路行驶安全。

5.1.2 主要场景

FCW包括如下主要场景：

（1）HV 行驶，RV 在 HV 同一车道正前方停止（图5.1）：

- 1) HV 正常行驶，RV 在位于 HV 同一车道的正前方停止；
- 2) HV 和 RV 需具备短程无线通信能力；
- 3) HV 行驶过程中在即将与 RV 发生碰撞时，FCW 应用对 HV 驾驶员发出预警，提醒驾驶员与位于正前方的车辆 RV 存在碰撞危险；
- 4) 预警时机需确保 HV 驾驶员收到预警后，能有足够时间采取措施，避免与 RV 发生追尾碰撞。

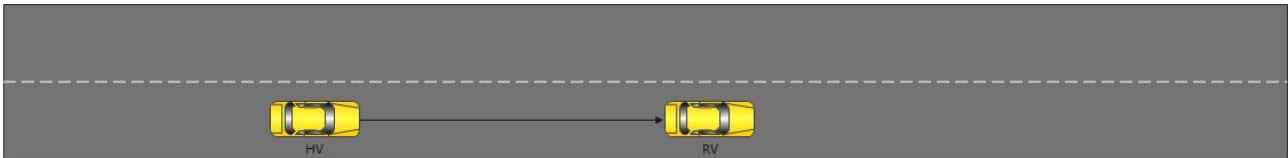


图5.1 FCW：HV行驶，RV在同一车道停止

（2）HV 行驶，RV 在 HV 相邻车道前方停止（图5.2）：

- 1) HV 正常行驶，RV 在位于 HV 相邻车道的前方停止；
- 2) HV 和 RV 需具备短程无线通信能力；
- 3) HV 行驶过程中不会与 RV 发生碰撞，HV 驾驶员不会收到 FCW 预警信息。

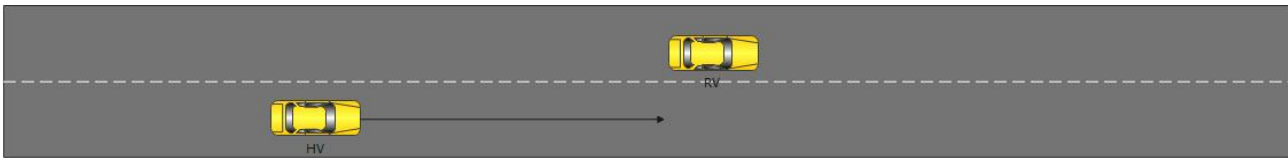


图5.2 FCW：HV 行驶，RV 在相邻车道前方停止

（3）HV 行驶，RV 在 HV 同一车道正前方慢速或减速行驶（图5.3）：

- 1) HV 正常行驶，RV 位于 HV 同一车道的正前方慢速或减速行驶；
- 2) HV 和 RV 需具备短程无线通信能力；
- 3) HV 行驶过程中在即将与 RV 发生碰撞时，FCW 应用对 HV 驾驶员发出预警，提醒驾驶员与位于正前方的车辆 RV 存在碰撞危险；
- 4) 预警时机需确保 HV 驾驶员收到预警后，能有足够时间采取措施，避免与 RV 发生追尾碰撞。

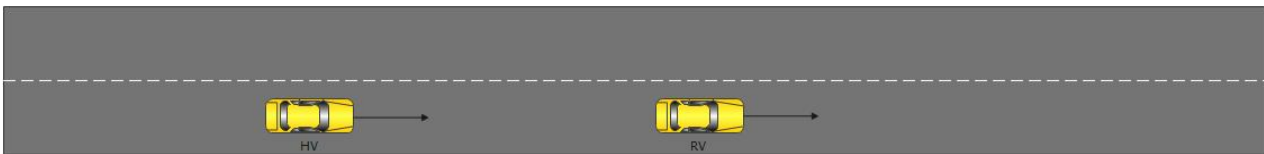




图5.3 FCW: HV 行驶, RV 在同一车道前方慢速或减速行驶

(4) HV 行驶, HV 视线受阻, RV-1 在 HV 同一车道正前方停止 (图5.4):

- 1) HV 跟随 RV-2 正常行驶, RV-1 在同一车道上 RV-2 的正前方停止, HV 的视线被 RV-2 所遮挡;
- 2) HV 和 RV-1 需具备短程无线通信能力, RV-2 是否具备短程无线通信能力不影响应用场景的有效性;
- 3) RV-2 为了避开 RV-1 进行变道行驶;
- 4) HV 行驶过程中在即将与 RV-1 发生碰撞时, FCW 应用对 HV 驾驶员发出预警, 提醒驾驶员与位于正前方的 RV-1 存在碰撞危险;
- 5) 预警时机需确保 HV 驾驶员收到预警后, 能有足够时间采取措施, 避免与 RV-1 发生追尾碰撞。

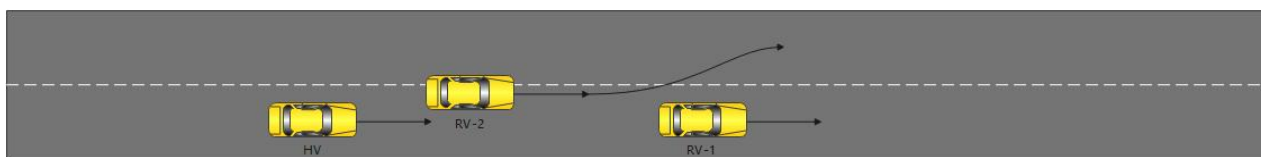


图 5.4 FCW: HV 行驶, 视线受阻, RV 在同一车道慢速或减速行驶

### 5.1.3 系统基本原理

HV 行驶过程中, 若与同一车道前方 RV 存在碰撞危险时, FCW 应用对 HV 驾驶员进行预警。触发 FCW 功能的 HV 和 RV 位置关系如图 6.5, 其中 HV 和 RV 在同一车道, RV 在 HV 的前方。该应用在直线车道或者弯道车道均有效。

FCW 基本工作原理如下:

- 分析接收到的 RV 消息, 筛选出位于同一车道前方 (前方同车道) 区域的 RV;
- 进一步筛选处于一定距离范围内的 RV 作为潜在威胁车辆;
- 计算每一个潜在威胁车辆碰撞时间 (TTC: time-to-collision) 或防撞距离 (collision avoidance range), 筛选出与 HV 存在碰撞危险的威胁车辆;
- 若有多个威胁车辆, 则筛选出最紧急的威胁车辆;
- 系统通过 HMI 对 HV 驾驶员进行相应的碰撞预警。

HV 和 RV 需具备短程无线通信能力, 车辆信息通过短程无线通信在 HV 和 RV 之间传递 (V2V)。

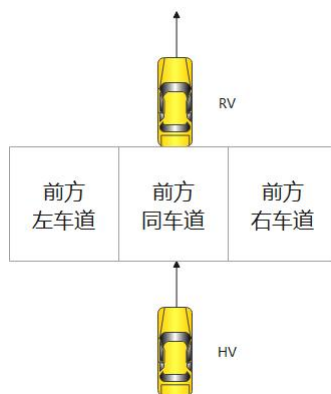


图 5.5 FCW: HV 和 RV 位置关系

### 5.1.4 基本性能要求

FCW 基本性能要求如下:

- 主车车速范围 (0~130) km/h;

- 通信距离 $\geq 300$  m;
- 数据更新频率典型值 10 Hz;
- 系统延迟 $\leq 100$  ms;
- 定位精度 $\leq 1.5$  m。

### 5.1.5 数据交互需求

FCW 数据交互需求如表 6.1。

表 5.1 FCW 数据交互需求（远车数据）

数据	单位	备注
时刻	ms	—
位置(经纬度)	deg	—
位置(海拔)	m	—
车头方向角	deg	—
车体尺寸(长、宽)	m	—
速度	m/s	—
三轴加速度	$m/s^2$	—
横摆角速度	$m/s^2$	—

## 5.2 盲区预警/变道预警（BSW/LCW）

### 5.2.1 应用定义和预期效果

盲区预警/变道预警（BSW/LCW：Blind Spot Warning/Lane Change Warning）是指，当主车（HV）的相邻车道上有同向行驶的远车（RV）出现在 HV 盲区时，BSW 应用对 HV 驾驶员进行提醒；当主车（HV）准备实施变道操作时（例如激活转向灯等），若此时相邻车道上有同向行驶的远车（RV）处于或即将进入 HV 盲区，LCW 应用对 HV 驾驶员进行预警。本应用适用于普通道路或高速公路等车辆变道可能存在碰撞危险的预警。

BSW/LCW 应用避免车辆变道时，与相邻车道上的车辆发生侧向碰撞，提高变道安全。

### 5.2.2 主要场景

BSW/LCW 包括如下主要场景：

#### a) RV 在 HV 盲区内（图 5.6）：

- 1) HV 在本车道内行驶，RV 在 HV 相邻车道内同向行驶，且 RV 处于 HV 盲区内；
- 2) BSW 应用提醒 HV 驾驶员其盲区内存在车辆 RV；
- 3) 若此时检测到 HV 驾驶员有向 RV 所在车道变道的意图（例如激活转向灯或者根据方向盘转角综合判断），则 LCW 应用对 HV 驾驶员发出预警；
- 4) 预警时机需确保 HV 驾驶员收到预警后，能有足够时间采取措施，避免与相邻车道上的 RV 发生碰撞。

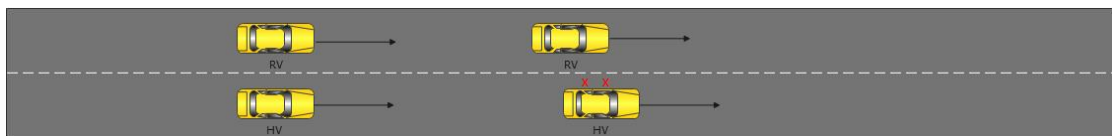


图 5.6 BSW/LCW：RV 在 HV 盲区内

#### b) RV 即将进入 HV 盲区（图 5.7）：

- 1) HV 在本车道内行驶，远车 RV 在相邻车道上与 HV 同向行驶，且即将进入 HV 的盲区；
- 2) BSW 应用提醒 HV 驾驶员即将有车辆进入其盲区；
- 3) 若此时检测到 HV 驾驶员有向 RV 所在车道变道的意图（例如激活转向灯），则 LCW 应用对 HV 驾驶员发出预警；

4) 预警时机需确保 HV 驾驶员收到预警后，能有足够时间采取措施，避免与相邻车道上的 RV 发生碰撞。

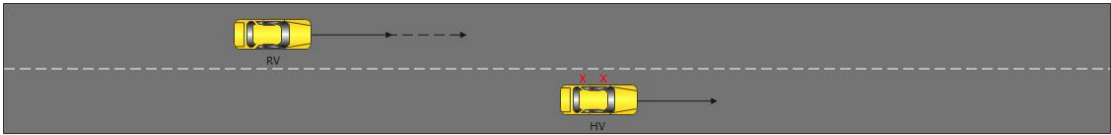


图 5.7 BSW/LCW：RV 即将进入 HV 盲区

5.2.3 系统基本原理

当 HV 意图换道时，若检测到相邻车道上与 HV 同向行驶的车辆 RV 处于或即将进入 HV 盲区，BSW/LCW 应用对 HV 驾驶员进行预警。触发 BSW/LCW 功能的 HV 和 RV 位置关系如图 6.8。BSW/LCW 应用适用于直道和弯道情形。

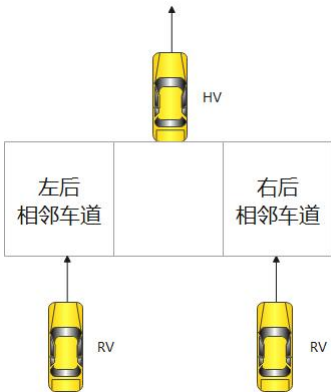


图 5.8 BSW/LCW：HV 和 RV 位置关系

BSW/LCW 基本工作原理如下：

- 从接收到的 RV 消息中，筛选出位于 HV 左后相邻车道和右后相邻车道的 RV 作为潜在威胁车辆；
- 判断潜在威胁车辆是否处于或即将进入 HV 盲区；
- 如果潜在威胁车辆处于或即将进入 HV 盲区，首先对 HV 驾驶员进行 BSW 提醒；
- 如果潜在威胁车辆处于或即将进入 HV 盲区，而 HV 此时有变道操作，则对 HV 驾驶员进行 LCW 报警；
- 系统通过 HMI 对 HV 驾驶员进行提醒或报警。

HV 和 RV 需具备短程无线通信能力，车辆信息通过短程无线通信在 HV 和 RV 之间传递（V2V）。

5.2.4 基本性能要求

BSW/LCW 基本性能要求如下：

- 主车车速范围（0~130）km/h；
- 通信距离≥150 m；
- 数据更新频率典型值 10 Hz；
- 系统延迟≤100 ms；
- 定位精度≤1.5 m。

5.2.5 数据交互需求

BSW/LCW 数据交互需求如表 6.2。

表 5.2 BSW/LCW：数据交互需求（远车数据）

数据	单位	备注
时刻	ms	-
位置(经纬度)	deg	-
位置(海拔)	m	-
车头方向角	deg	-
车体尺寸(长、宽)	m	-
速度	m/s	-
纵向加速度	m/s <sup>2</sup>	-
横摆角速度	deg/s	-
转向信号	-	转向灯是否激活
方向盘转角	deg	-

### 5.3 紧急制动预警（EBW）

#### 5.3.1 应用定义和预期效果

紧急制动预警（EBW: Emergency Brake Warning）是指，主车（HV）行驶在道路上，与前方行驶的远车（RV）存在一定距离，当前方 RV 进行紧急制动时，会将这一信息通过短程无线通信广播出来。HV 检测到 RV 的紧急制动状态，若判断该 RV 事件与 HV 相关，则对 HV 驾驶员进行预警。本应用适用于城市郊区普通道路及高速公路可能发生制动追尾碰撞危险的预警。

EBW 应用辅助驾驶员避免或减轻车辆追尾碰撞，提高道路行驶通行安全。

#### 5.3.2 主要场景

EBW 包括如下主要场景：

a) 同车道（或相邻车道）HV 前方紧邻 RV 发生紧急制动（图 5.9）：

- 1) HV 行驶在道路上，RV 发生紧急制动事件；
- 2) HV 和 RV 需具备短程无线通信能力；
- 3) EBW 应用对 HV 驾驶员发出预警，提醒驾驶员前方紧急制动操作存在碰撞危险；
- 4) 预警时机需确保 HV 驾驶员收到预警后，能有足够时间采取措施，避免与 RV 发生追尾碰撞。

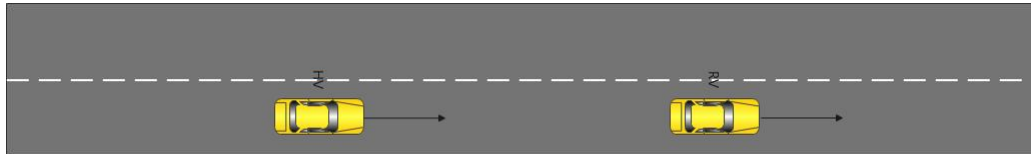


图 5.9 EBW：同车道 HV 前方紧邻 RV 紧急制动

b) 同车道（或相邻车道）HV 前方非紧邻 RV 发生紧急制动（图 5.10）：

- 1) HV 行驶在道路上，其前方非紧邻的 RV-1 发生紧急制动事件，HV 的视线被紧邻的 RV-2 所遮挡；
- 2) HV 和 RV-1、RV-2 需具备短程无线通信能力；
- 3) EBW 应用对 HV 驾驶员发出预警，提醒驾驶员前方紧急制动操作存在碰撞危险；
- 4) 预警时机需确保 HV 驾驶员收到预警后，能有足够时间采取措施，避免与 RV-2 和 RV-1 发生追尾碰撞。

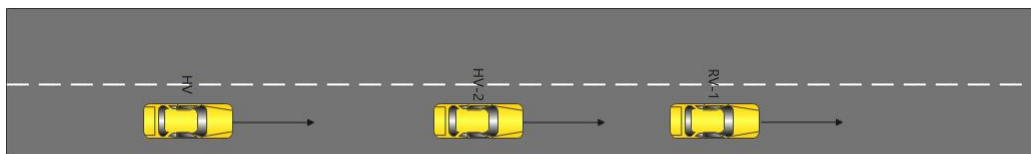


图 5.10 EBW：同车道 HV 前方非紧邻的 RV 紧急制动

5.3.3 系统基本原理

相同或者相邻车道上，RV 出现紧急制动事件并对外广播，当 EBW 通过行驶方向、距离、位置、速度等信息，判断该事件对 HV 具有潜在危险时，则对 HV 驾驶员进行预警。触发 EBW 功能的 HV 和 RV 位置关系如图 6.11。

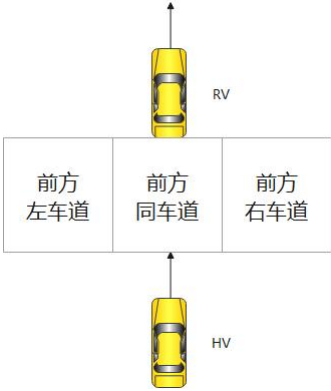


图 5.11 EBW：HV 和 RV 位置关系

EBW 基本原理如下：

- RV 出现紧急制动事件时，将这一信息对外进行广播；
- HV 接收到的 RV 信息时，判断其是否包含紧急制动事件；
- HV 将出现紧急制动事件的 RV 分类为前方相同车道和前方相邻车道；
- HV 进一步根据车速、位置等信息判断该 RV 是否与 HV 相关，若存在潜在碰撞危险则对 HV 驾驶员进行提醒。

HV 和 RV 需具备短程无线通信能力，车辆信息通过短程无线通信在 HV 和 RV 之间传递（V2V）。

5.3.4 基本性能要求

EBW 基本性能要求如下：

- 主车车速范围（0~130）km/h；
- 通信距离≥150 m；
- 数据更新频率典型值 10 Hz；
- 系统延迟≤100 ms；
- 定位精度≤1.5 m。

5.3.5 数据交互需求

EBW 数据交互需求如表 6.3。

表 5.3 EBW：数据交互需求（远车数据）

数据	单位	备注
时刻	ms	—
位置(经纬度)	deg	—
位置(海拔)	m	—
车头方向角	deg	—
车体尺寸(长、宽)	m	—
速度	m/s	—
纵向加速度	m/s <sup>2</sup>	—
紧急制动状态	—	是否激活

5.4 限速预警（SLW）

5.4.1 应用定义和预期效果

限速预警（SLW: Speed Limit Warning）是指，主车（HV）行驶过程中，在超出限定速度的情况下，SLW 应用对 HV 驾驶员进行预警，提醒驾驶员减速行驶。本应用适用于普通道路及高速公路等有限速的道路。

SLW 应用辅助驾驶员避免超速行驶，消除安全隐患，减少事故的发生。

5.4.2 主要场景

HV 和路侧单元（RSU）需具备短程无线通信能力。HV 行驶时，RSU 周期性发送特定路段的限速信息。当 HV 判断自己在 RSU 指示的特定路段，且车速超过 RSU 的速度限制时，SLW 应用对 HV 驾驶员发出预警，提醒驾驶员减速行驶。

5.4.3 系统基本原理

SLW 基本工作原理如下：

- HV 分析接收到的 RSU 消息。提取限速路段信息和具体限速大小；
- 根据车辆本身的定位和行驶方向，将自身定位到特定路段上；
- 如果 HV 检测到自己处在限速路段区域内，则判断自身是否在限速范围内；
- 如果不满足限速，则触发 SLW 报警。系统通过 HMI 对 HV 驾驶员进行相应的限速预警，提醒驾驶员减速。

HV 和路侧单元（RSU）需具备短程无线通信能力，信息通过短程无线通信在路侧单元和 HV 之间传递（V2I）。

5.4.4 基本性能要求

SLW 基本性能要求如下：

- 主车车速范围（0~130）km/h；
- 通信距离≥300 m；
- 数据更新频率典型值 1 Hz；
- 系统延迟≤100 ms；
- 定位精度≤1.5 m。

5.4.5 数据交互需求

SLW 数据交互需求如表 5.4。

表 5.4 SLW：数据交互需求（路测数据）

数据	单位	备注
时刻	ms	—
RSU 经纬度	deg	—
RSU 海拔	m	—
限制区域范围	—	—
速度限制	m/s	—

5.5 前方拥堵提醒（TJW）

5.5.1 应用定义和预期效果

前方拥堵提醒（TJW: Traffic Jam Warning）是指，主车（HV）行驶前方发生交通拥堵状况，路侧单元（RSU）将拥堵路段信息发送给 HV，TJW 应用将对驾驶员进行提醒。本应用适用于城市及郊区普通道路及高速公路拥堵路段的预警。

TJW 应用提醒驾驶员前方路段拥堵，有助于驾驶员合理制定行车路线，提高道路通行效率。

5.5.2 主要场景

TJW 主要场景如图 5.12。具体描述如下：

- HV 从远处接近相应的路侧单元（RSU），路侧单元（RSU）周期性广播局部道路拥堵数据信息；
- TJW 应用根据上述信息，结合本车的定位和行驶状态，计算出本车在路网中的位置，并判断前方是否有拥堵，如果有，则对驾驶员进行前方拥堵的提示。

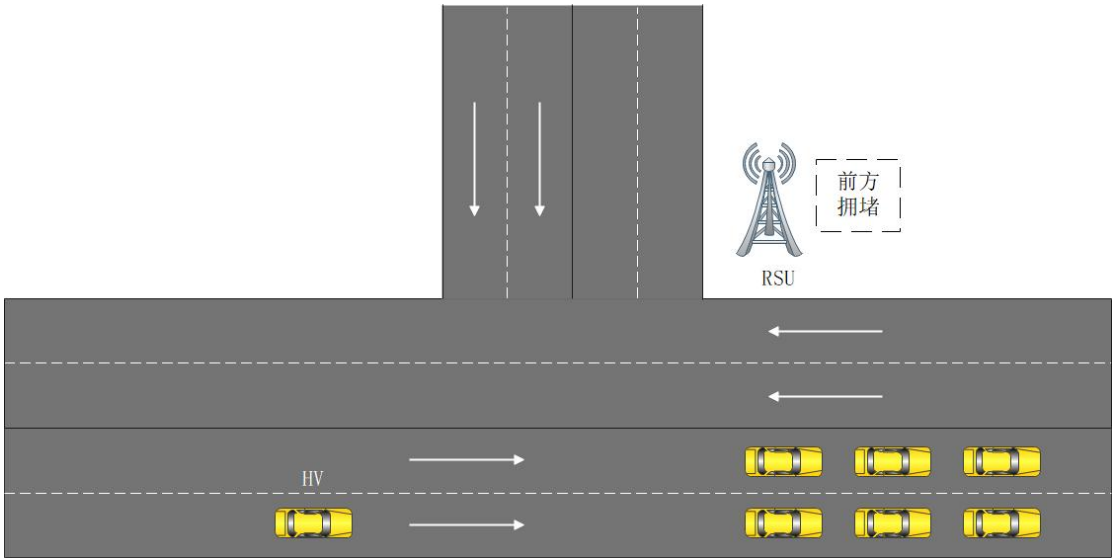


图 5.12 TJW：前方拥堵提醒典型场景

5.5.3 系统基本原理

TJW 基本工作原理如下：

- HV 根据收到的道路数据，以及本车的定位和运行数据，判定本车在路网中所处的位置和运行方向；
- 判断车辆前方道路是否有交通拥堵。若有，则直接提醒驾驶员。

具备短程无线通信能力的路侧设备（RSU），将直接探测到的拥堵信息，或将 ITS 系统中的拥堵路段信息，发送给 HV（V2I）。利用具备短程无线通信能力的车辆可将前方道路拥堵信息转发给后方车辆（V2V）。

5.5.4 基本性能要求

TJW 基本性能要求如下：

- 主车车速范围（0~130）km/h；
- 通信距离≥150 m；
- 数据更新频率典型值 1 Hz；
- 系统延迟≤500 ms；
- 定位精度≤5 m。

5.5.5 数据交互需求

TJW 数据交互需求如表 5.5。

表 5.5 TJW 数据交互需求（路侧数据）

数据	单位	备注
拥堵起止点位置(经纬度)	Deg	路测设备周期性广播

拥堵程度	-	分为 5 级：畅通、基本畅通、轻度拥堵、中度拥堵、严重拥堵； 路侧设备周期性广播
------	---	---

## 5.6 道路危险状况预警（HLW）

### 5.6.1 应用定义和预期效果

道路危险状况提示（HLW: Hazardous Location Warning）是指，主车（HV）行驶到潜在危险状况（如桥下存在较深积水、路面有深坑、道路湿滑、前方急转弯等）路段，存在发生事故风险时，HLW 应用对 HV 驾驶员进行预警。本应用适用于城市道路、郊区道路和高速公路等容易发生危险状况的路段或者临时性存在道路危险状况的路段。

HLW 应用将道路危险状况及时通知周围车辆，便于驾驶员提前进行处置，提高车辆对危险路况的感知能力，降低驶入该危险区域的车辆发生事故的风险。

### 5.6.2 主要场景

当道路存在危险状况时，附近路侧单元（RSU）或临时路侧设备对外广播道路危险状况提示信息，包括：位置、危险类型、危险描述等，行经该路段的 HV 根据信息及时采取避让措施，避免发生事故（图 5.13）。

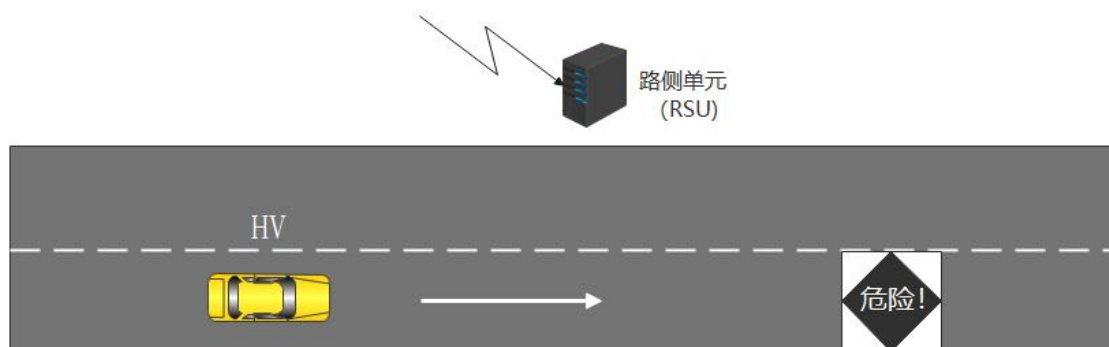


图 5.13 路侧单元（RSU）提示道路危险状况信息

### 5.6.3 系统基本原理

HLW 基本原理如下：

- 具备短程无线通信能力的路侧单元（RSU）周期性对外广播道路危险状况提示信息；
- HV 依据自身位置信息和道路危险状况提示信息，计算与道路危险区域的距离；
- HV 依据当前速度计算到达道路危险区域的时间；
- 系统通过 HMI 对驾驶员进行及时的预警。

HV 和 RSU 需具备短程无线通信能力，RSU 将道路危险状况信息发送给 HV（V2I）。

### 5.6.4 基本性能要求

HLW 基本性能要求如下：

- 主车车速范围（0~130）km/h；
- 通信距离 $\geq 300$  m；
- 数据更新频率典型值 5 Hz；
- 系统延迟 $\leq 100$  ms；
- 定位精度 $\leq 1.5$  m。

### 5.6.5 数据交互需求

HLW 数据交互需求如表 5.6。



表 5.6 HLW 数据交互需求（路侧数据）

数据	单位	备注
时刻	ms	-
道路危险位置(经纬度)	deg	-
道路危险位置(海拔)	M	-
道路危险状况类型	-	INTEGER
道路危险状况描述	-	STRING

5.7 协作式变道（CLC）

5.7.1 应用定义和预期效果

车辆 EV 在行驶过程中需要变道，车辆 EV 将行驶意图发送给相关车道（本车道和目标车道）的其他相关车辆或路侧设备 RSU，相关车辆收到 EV 的意图信息或路侧设备的调度信息，根据自身情况调整驾驶行为，使得车辆 EV 能够安全完成变道或延迟变道。

协作式变道可以实现车辆之间安全高效的自行合作变道，可以提升通行效率和道路安全。

5.7.2 主要场景

（1）车车协作式变道

车车协作式变道场景描述如下：

- 装备有 V2X 通信设备的车辆 EV-1、EV-2 在道路上正常行驶，EV-2 在 EV-1 相邻车道内行驶；
- EV-1 和 EV-2 需具备无线通信能力；
- EV-1 在行驶过程中需要进行变道时，EV-1 将变道意图发送给目标车道的相关车辆 EV-2；
- EV-2 收到 EV-1 的变道意图，根据自身信息、周围车辆信息或者其它车载传感器感知的周边环境信息，经决策判断，加速通过，见图 5.14，或减速让道，见图 5.15，同时 EV-2 将其自身的驾驶行为调整即时发送给 EV-1。

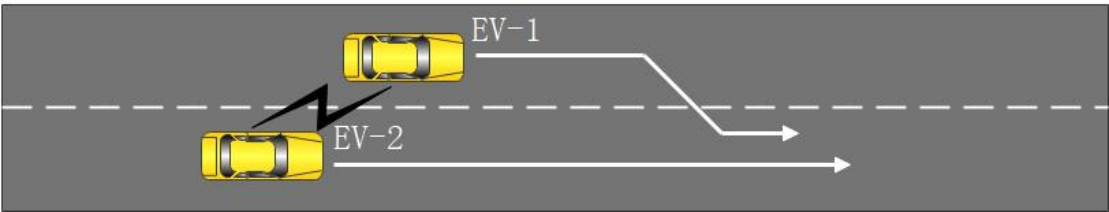


图 5.14 相关车辆加速通过

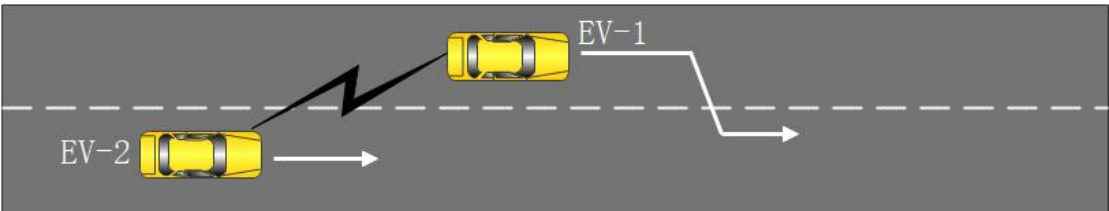


图 5.15 相关车辆减速让道

（2）车路协作式变道

车路协作式变道场景描述如下：

- 车辆 EV 在道路上正常行驶，车辆 NV 在 EV 相邻车道内行驶；

——EV 和 RSU 需具备无线通信能力，车辆 NV 不具备无线通信能力；

——EV 在行驶过程中需要变道，EV 向 RSU 发送变道意图，RSU 根据 EV 信息和当前相关道路车辆信息以及感知信息做出判断，向 EV 下发引导信息，辅助 EV 安全变道，见图 5.16，或延后变道，见图 5.17，同时 EV 也将其自身的驾驶行为即时发送给周边车辆和 RSU。

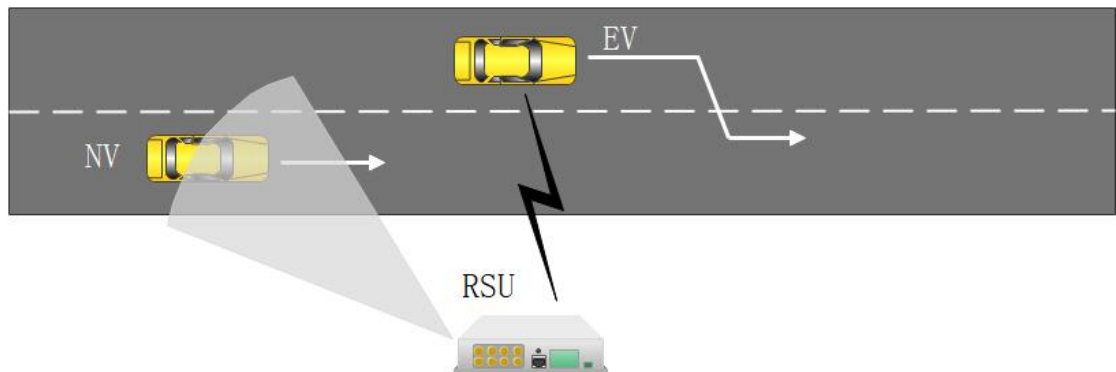


图 5.16 RSU 引导 EV 完成变道

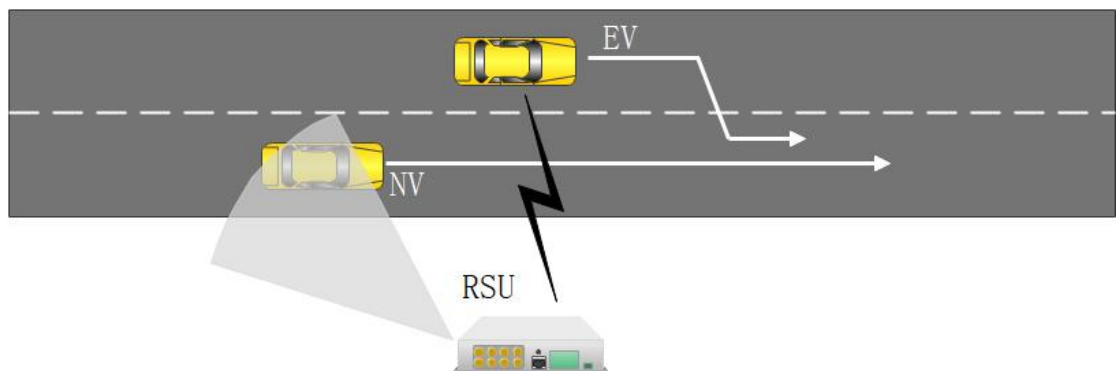


图 5.17 RS 引导 EV 延后变道

### 5.7.3 系统基本原理

#### (1) 车车协作变道基本原理

车车协作变道基本原理如下：

——EV 在正常行驶过程中需要变道时，将变道意图与自身信息发送给本车道和目标车道的相关车辆；

——相关车辆接收到 EV 变道意图信息，结合自身行驶状态与周围环境信息做出判断，采取减速让道或加速通过驾驶行为。

#### (2) 车路协作变道基本原理

车路协作变道基本原理如下：

——EV 在正常行驶过程中需要变道时，将变道意图与自身信息发送给 RSU；

——RSU 收到 EV 变道意图信息后，根据感知信息、EV 上报的车辆信息以及当前道路其他车辆信息判断 EV 是否能够安全变道，并辅助 EV 完成变道或者延后变道。

在车车协作变道场景中，变道车辆和周围相关车辆应具备无线通信能力；在车路协作变道场景中，变道车辆和相关 RSU 应具备无线通信能力，采用单播、组播或广播方式进行交互。在变道场景触发的一段连续时间内，周期性发送消息。

### 5.7.4 基本性能要求

基本性能要求如下：

——车速范围：0~120 km/h；

——通信距离 $\geq 200$  m；

——（应用触发期间）数据通信频率 $\geq 10$  Hz；

- 应用层端到端时延 $\leq 50\text{ ms}$ ;
- 水平方向精度 $\leq 0.5\text{ m}$ 。

5.7.5 数据交互需求

协作式变道数据交互需求见表 5.7 与表 5.8。

表 5.7 协作式变道场景数据交互需求（车辆变道意图消息数据 Msg\_VIR）

数据	备注
时刻	消息发送时刻
车辆 ID	-
车辆位置信息	-
当前驾驶行为意图	变道意图
短时轨迹规划	-
意图请求相关目标 ID	请求目标 OBU、RSU 的 ID
消息状态	未知，请求，确认，取消，已完成
请求有效时间	
当前所在道路	使用道路起止节点号表示
换道目标车道 ID	

表 5.8 协作式变道场景数据交互需求（路侧路径引导消息数据 Msg\_RSC）

数据	备注
时刻	消息发送时刻
位置	-
按单车引导	
被引导车辆 ID	-
驾驶行为建议	-
驾驶行为建议的有效时间	-
相关道路	车辆是否参考该建议的额外路段条件
相关路径	车辆是否参考该建议的额外路径位置条件
路径引导信息	-
按车道引导	
引导目标道路/车道	对应 MAP 中的车道或道路
相关路径	引导路段区域的额外位置条件
引导建议速度	-
引导建议驾驶行为	-
引导生效起止时间	-
额外说明	

5.8 协作式车辆汇入（CVM）

5.8.1 应用定义和预期效果

车协作式车辆汇入是指，在高速公路或快速道路入口匝道处，路侧单元获取周围车辆运行信息和行驶意图，通过发送车辆引导信息，协调匝道和主路汇入车道车辆，辅助匝道车辆安全、高效的汇入主路。本应用适用于高速公路或快速道路的入口匝道汇入场景。协作式变道可以实现车辆之间安全高效的自行合作变道，可以提升通行效率和道路安全。

协作式车辆汇入应用在确保安全汇入的前提下，通过选择合理的汇入时间、汇入位置和汇入车速，

减少汇入车辆对主路车流的影响，提高高速公路或快速道路入口匝道处通行安全和通行效率。

5.8.2 主要场景

(1) RSU 引导匝道车辆汇入

RSU 引导匝道车辆汇入场景描述如下：

- 车辆 EV 在匝道上行驶，即将汇入主路，主路最右侧车道有车辆 NV 直行，匝道附近设有路侧单元，见图 5.18；
- EV 与 RSU 需具备无线通信能力；主路最右侧车辆 NV 可以具备或不具备无线通信能力，RSU 要求能够通过无线通信交互或自身系统感知能力，实时获得 NV 的运行信息和状态；
- RSU 根据匝道车辆 EV 的行驶状态信息或 EV 发送的行驶意图信息，判断 EV 即将汇入主路，并根据主路车辆运动信息等，生成匝道汇入的引导信息，并发送给匝道车辆 EV；
- 如主路车辆 NV 也具备无线通信能力，则 RSU 可以向其发布驾驶辅助信息，来确保主路车辆 NV 的安全行驶和匝道车辆的安全汇入；
- EV 收到 RSU 的汇入引导信息，根据自身运行状态和主路交通参与者信息（可能来自自身感知或其他 V2X），生成驾驶行为策略或汇入轨迹规划，在不影响主路车辆正常行驶的前提下，安全地从匝道汇入主路。

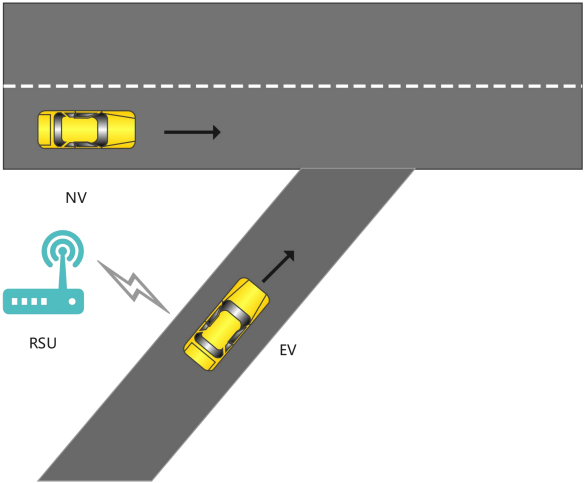


图 5.18 RSU 引导匝道车辆汇入主路

(2) 协作式匝道信号控制

协作式匝道信号控制场景描述如下：

- RSU 通过主路的网联车辆以及路侧传感器，获取主路交通参与者情况；
- RSU 通过匝道的网联车辆以及路侧传感器，获取匝道车辆运行状况以及汇入意图，见图 5.19；
- RSU 分析主路交通状态并对可汇入间隙进行预测，将控制建议送给匝道信号控制设备，由匝道汇入控制信号灯生成具体控制策略，通过信号灯控制保证主路交通流的顺畅、安全运行，同时引导匝道车辆安全、高效地进入主路。

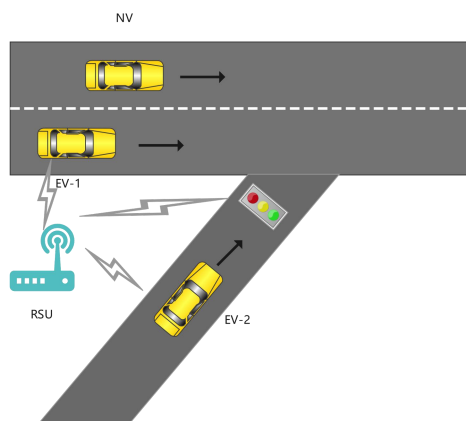


图 5.19 协作式匝道信号控制

### 5.8.3 系统基本原理

#### (1) RSU 引导匝道车辆汇入基本原理：

RSU 引导匝道车辆汇入基本原理如下：

- 匝道车辆 EV 将自身基本信息（状态、位置等）及汇入意图发送给 RSU；
- RSU 根据收到的车辆基本信息，判断出车辆在匝道；
- RSU 根据主路车辆上传信息以及 RSU 感知信息，计算主线车流的汇入间隙是否可满足匝道车辆的汇入需求。若满足，则生成汇入引导方案，并发送给匝道车辆 EV；
- 匝道车辆 EV 收到 RSU 发送的汇入信息后，根据自身运行状态和主路交通参与者信息（可能来自自身感知或其他 V2X），生成驾驶行为策略或汇入轨迹规划，在不影响主路车辆正常行驶的前提下，安全地从匝道汇入主路。

#### (2) 协作式匝道信号控制基本原理

协作式匝道信号控制基本原理如下：

- RSU 接收匝道 EV 的运行状态信息，或通过传感器感知匝道交通参与者和交通流状态；
- RSU 接收主路 EV 的运行状态信息，或通过传感器感知主路交通参与者和交通流状态；
- RSU 生成匝道信号控制策略，并下发给信号控制设备；
- 通过信号控制，该协作式放行策略保障主路交通流顺畅、安全，同时提供匝道车辆的安全汇入。

车辆 EV 与 RSU 之间以单播、组播或广播方式进行信息交互；在应用触发期间，周期性发送消息。

### 5.8.4 基本性能要求

基本性能要求如下：

- 车速范围：0~120 km/h；
- 通信距离 $\geq 300$  m；
- （应用触发期间）数据通信频率 $\geq 10$  Hz；
- 应用层端到端时延 $\leq 50$  ms；
- 车侧向精度 $\leq 0.5$  m；
- 移动方向精度 $\leq 1$  m。

### 5.8.5 数据交互需求

协作式车辆汇入数据交互需求见表 5.9 至表 5.11。

表 5.9 协作式车辆汇入场景数据交互需求（车辆行驶意图数据 Msg\_VIR）

数据	备注
时刻	消息发送时刻
当前位置	在 MAP 中的当前位置
路径规划信息	—
计划行驶车道	—
计划行驶速度	—
计划行驶速度置信度	—
计划行驶角度	—
预计到达时间	—
到达时间置信度	—
计划行驶行为	

表 5.10 协作式车辆汇入场景数据交互需求（路侧路径引导数据 Msg\_RSC）

数据	备注
时刻	消息发送时刻
位置	—
按单车引导	
被引导车辆 ID	—
驾驶行为建议	—
驾驶行为建议的有效时间	—
相关道路	车辆是否参考该建议的额外路段条件
相关路径	车辆是否参考该建议的额外路径位置条件
路径引导信息	—
按车道引导	
引导目标道路/车道	对应 MAP 中的车道或道路
相关路径	引导路段区域的额外位置条件
引导建议速度	—
引导建议驾驶行为	—
引导生效起止时间	—
额外说明	

表 5.11 协作式车辆汇入场景数据交互需求（路侧信号灯数据 Msg\_SPAT）

数据	备注
信号灯状态信息	参见 SPAT 信息

## 5.9 协作式车辆编队管理（CPM）

### 5.9.1 应用定义及预期效果

协作式车辆编队管理应用是指由手动驾驶或者自动驾驶的头车带领，其后由若干自动驾驶车辆组成，呈一个队列的行驶形态前进，车队成员保持一定的车距以及稳定的车速，在有序行驶的状态下巡航。车辆编队系统需要实现车辆编队的过程管理和数据通信，包括创建车队、加入车队、编队巡航、离开车队、解散车队等状态的切换，此组建过程是动态开放式交互系统，不受系统边界限制。参与协作式车辆编队管理应用的车辆都需具备无线通信能力。

编队行驶能减少车辆对于司机的需求，降低驾驶员的劳动强度，提高驾乘体验的安全性、舒适性、运输效率和燃油效率等，从而降低车辆油耗，降低大气污染。在编队行驶状态下，跟随车能瞬间接受领

航车指令，降低车辆安全事故。此外，编队行驶可以释放更多车道给其他车辆通行，显著改善交通拥堵并提升运输效率，进一步缓解交通压力，减少人员成本和交通拥堵。编队行驶对于提高车辆的经济性和企业效益，减少由于排放造成的环境污染具有巨大的积极意义。

6.9.2 主要场景

(1) 创建车队

创建车队场景描述如下：

- a) 自由车 A 静止或行驶状态，发起广播“创建车队”指令，见图 5.20。
- b) 自由车 A 角色变换为领航车，并广播领航车信息表。

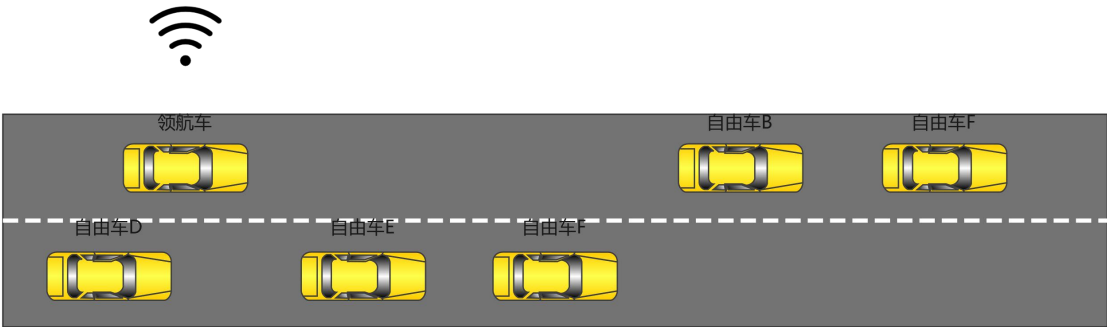


图 5.20 自由车广播创建车队信息

(2) 加入车队

加入车队场景描述如下：

- a) 自由车 B 接收到领航车 A 组队信息后，如果想要加入车队，则广播申请加入车队信息。否则不理睬领航车 A 组队信息，见图 5.21。
- b) 自由车 B 广播申请加入车队信息时，将申请状态设置为申请加入车队状态，设置车队 ID 为领航车 A 的车队 ID。

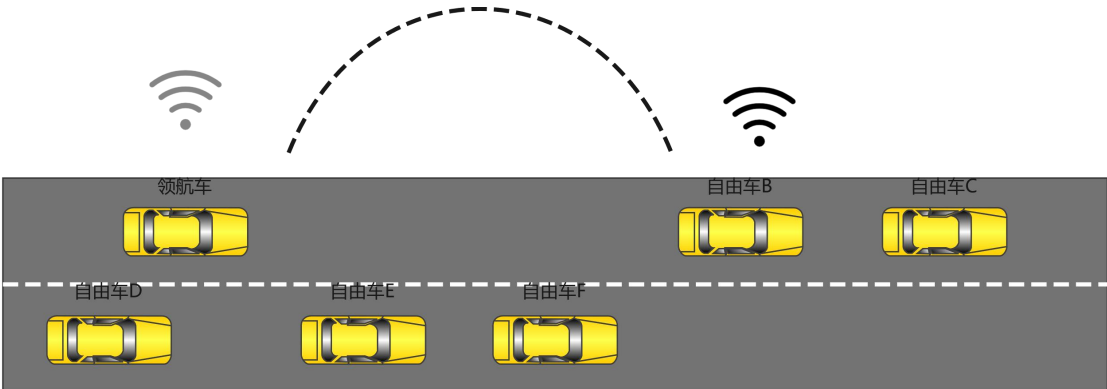


图 5.21 自由车广播（单播）申请加入车队信息

- c) 领航车 A 接收到自由车 B 申请加入车队信息后，确认是否让自由车 B 加入车队。如果接受自由车 B 为成员，则往下执行以下流程；否则无需理会该自由车 B，自由车 B 角色还是自由车类型。领航车 A 动作如下：
  - 车队成员管理信息中车队申请状态置为确认同意加入车队状态，见图 5.22；
  - 车队成员管理信息中再加入车队信息列表中增加跟随车 ID，并向队内车辆广播更新后的车队状态。

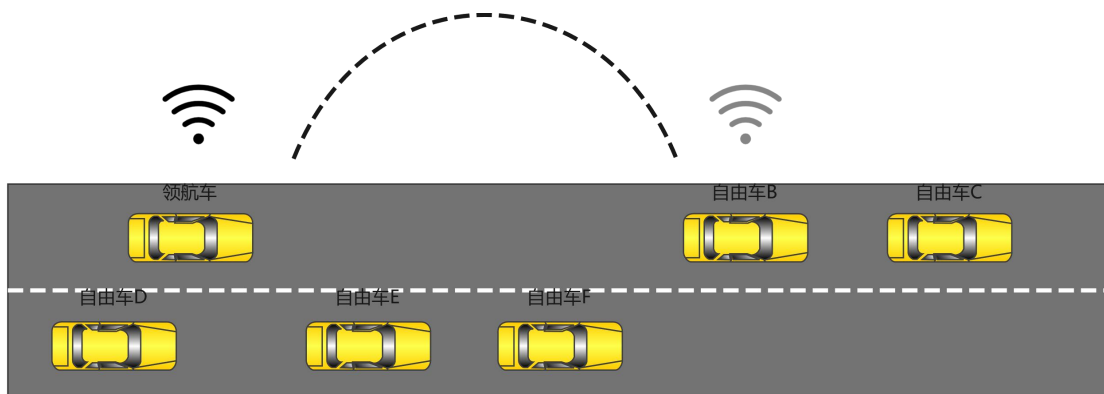


图 5.22 领航车广播（单播）确认同意加入车队信息

d) 自由车 B 接收到领航车 A 广播的确认同意加入该车队的回复，则执行以下步骤。自由车 B 动作

如下：

- 自由车 B 设置行驶状态为加入车队状态，广播状态信息，并驶入队尾车队，见图 5.23；
- 车辆 B 加入车队后进行跟驰，车辆 B 属性及角色转变为跟随车，并设置行驶状态为跟驰状态，广播状态信息。

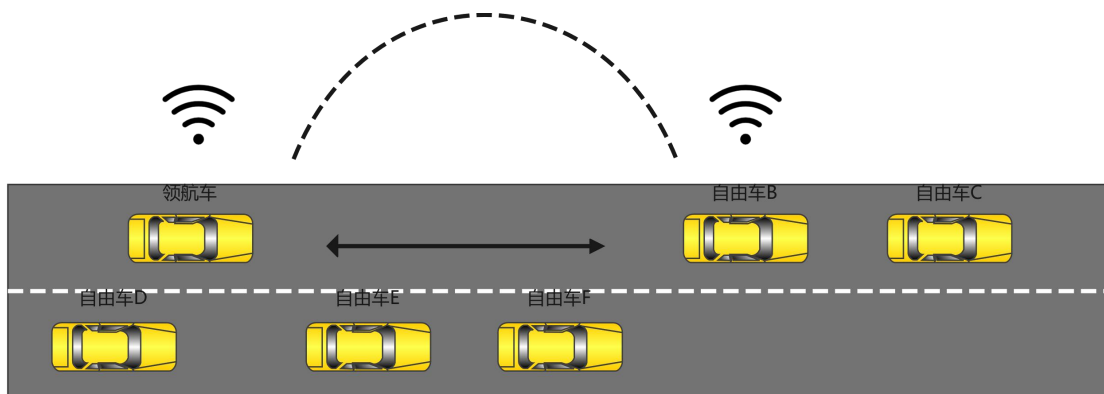


图 5.23 自由车 B 进入队列成为跟随车 B

e) 车辆 B 加入完成后，领航车 A 将车辆 B 加入车队成员列表，完成整个加入过程。其他跟随车依先后顺序，重复 a) ~e) 动作，完成多个车辆加入，见图 5.24。

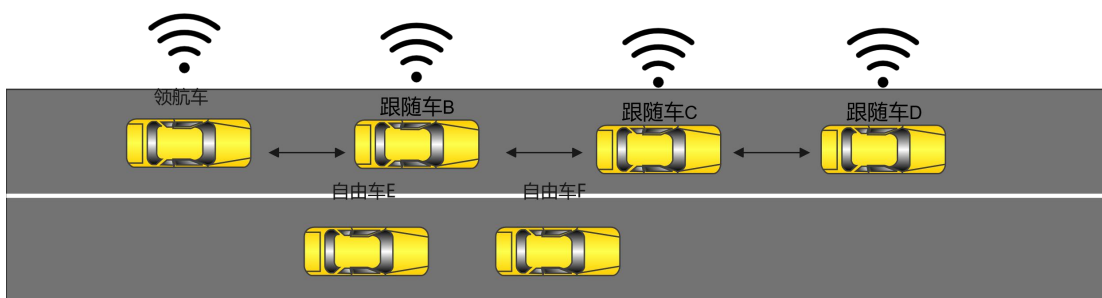


图 5.24 多个自由车加入车队成为跟随车

### (3) 车队巡航

车队巡航场景描述如下：

所有车辆组成编队以后，车队由领航车带领，进入巡航状态。领航车对外发布领航车及编队基本信息表，跟随车对外发布跟随车基本信息表，见图 5.25。



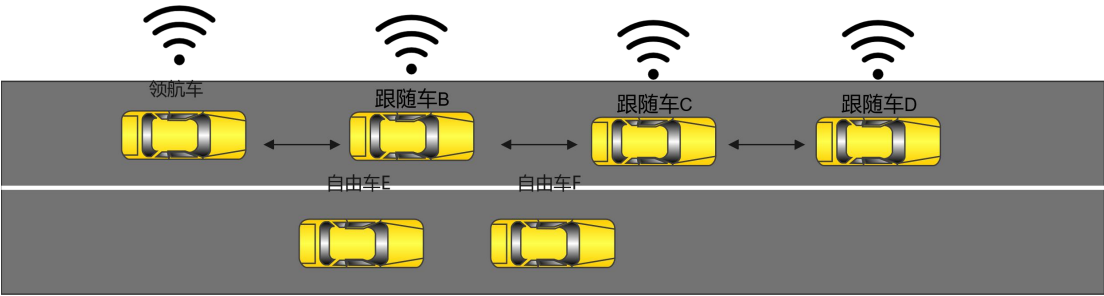


图 5.25 车队巡航

(4) 离开车队

离开车队场景描述如下：

- a) 跟随车 B 向领航车 A 和所有跟随车广播申请离开车队指令。
- b) 领航车 A 接收到跟随车 B 申请离开车队指令后，经确认，允许跟随车 B 离开车队跟随车 B 和领

航车 A 的动作如下：

- 跟随车发起申请离开车队请求；
- 跟随车 B 在收到领航车 A 确认离开车队信息后，车辆设置行驶状态为离队，并广播；直到完全离开车队，设置自身角色为自由车；
- 自由车 B 停止发送车队管理消息，见图 5.26；

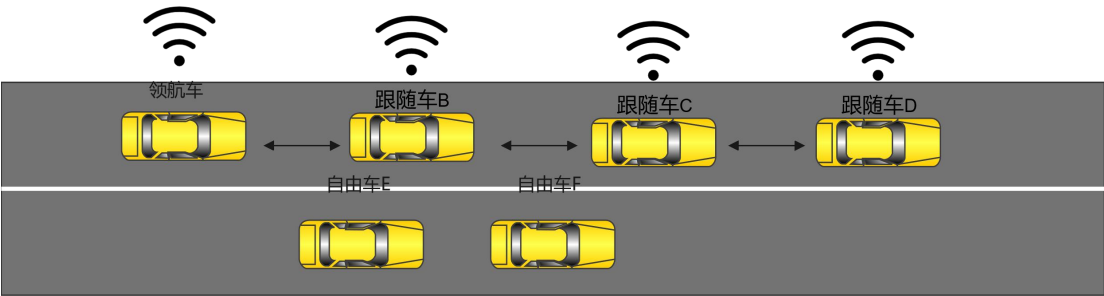


图 5.26 跟随车 B 申请离开车队

- 领航车 A 收到跟随车 B 申请离开车队请求，见图 5.27；
- 领航车 A 确认跟随车 B 可以离开车队，则将 B 移出车队成员列表，并加入到离队列表中；
- 当 B 完全离开车队，变为自由车后，领航车 A 组队信息表中删除跟随车 B 信息，并广播。

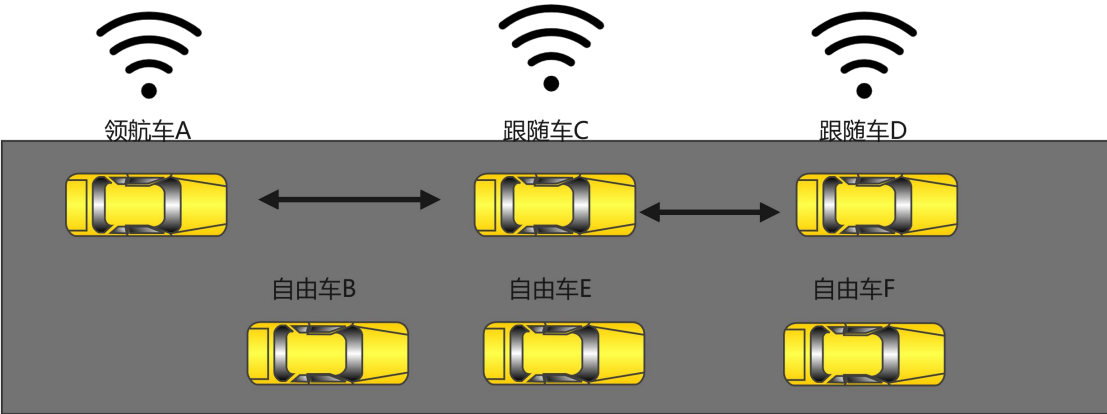


图 5.27 跟随车 B 成功离开车队

(5) 解散车队

解散车队场景描述如下：

a) 领航车 A 广播“解散车队”请求，随后领航车 A 动作如下：

领航车 A 信息表编队状态置为申请解散车队状态，并将车队中的所有成员加入离队列表中，广播领航车信息表，见图 5.28。

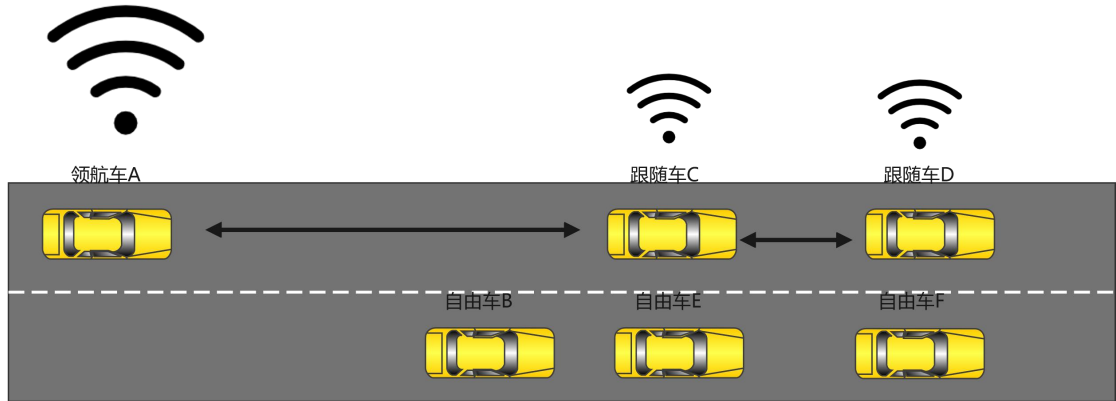


图 5.28 领航车申请解散车队

b) 跟随车广播收到“解散车队”请求，跟随车动作如下：

- 跟随车收到领航车 A 广播解散车队请求，见图 5.29；
- 跟随车将自身状态设置为离队中并依次或自由离开车队；
- 跟随车在离开车队后将自身角色设置为自由车；
- 跟随车在远离车队后停止广播车队消息，见图 5.30。

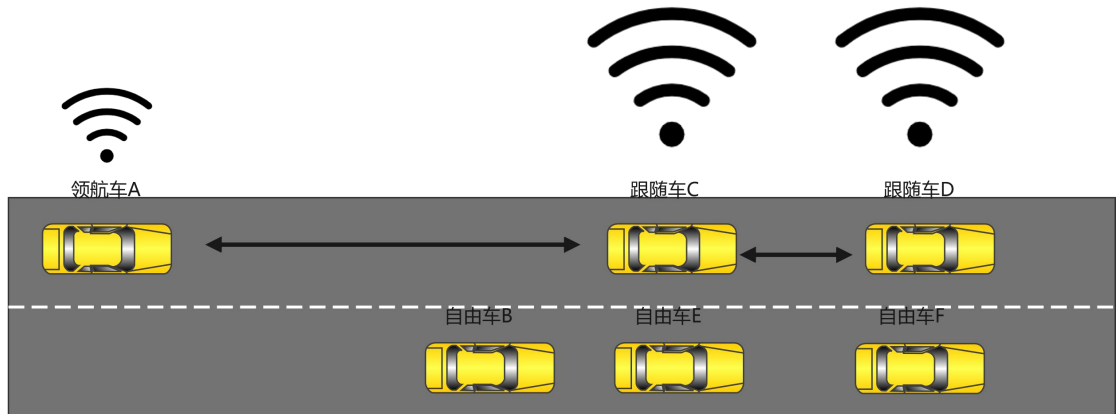


图 5.29 每个跟随车依次离开车队

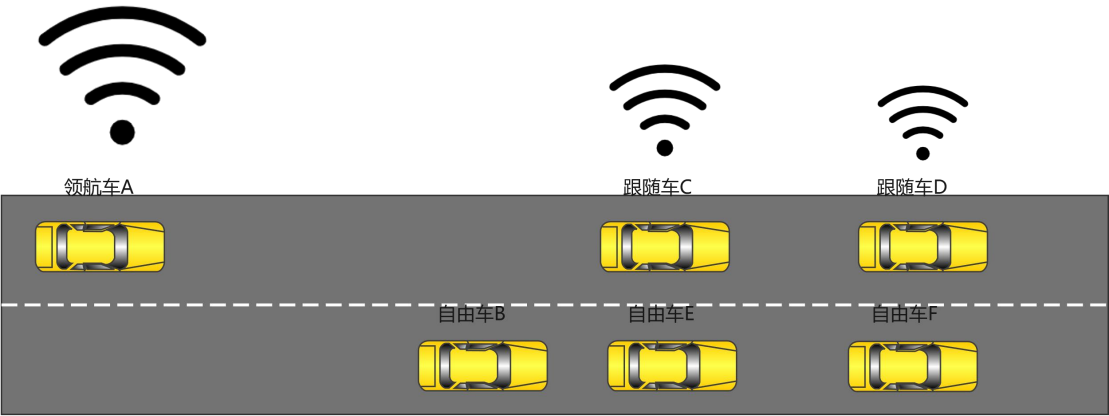


图 5.30 每个跟随车依次离开完成

- c) 所有跟随车安全离开车队后，成功解散车队。
- d) 领航车车辆角色变为自由车。
- e) 停止发送领航车 A 信息表，见图 5.31。

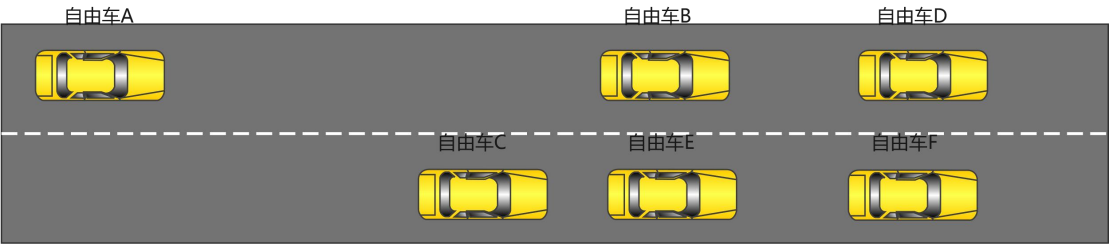


图 5.31 车队解散完成

5.9.3 系统基本原理

(1) 车辆属性定义

车辆组队的场景下整体环境包含四种车辆角色，即领航车，跟随车，尾车（可选）和自由车。领航车定义为车辆组队场景中的头车，负责整个车队的管理工作，为整个组队场景中的数据源头，向所有跟随车提供车辆位置和车队流程确认等数据传输和管理；跟随车，定义为车辆组队场景中的头车之后的跟随车辆，是车辆组队场景中的重要组成车辆；尾车是车队中最后一辆车，根据需求可以设置该角色，也可以不设置，将尾车作为跟随车处理。自由车为车辆组队场景之外的其他车辆，自由车不参与组队领航车的跟随车的数据交互确认,见图 5.32。

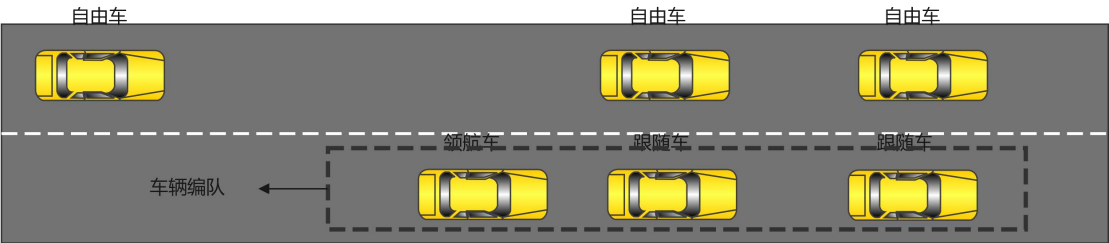


图 5.32 车队属性定义

(2) 组队过程中车辆属性状态转换

在车辆组队过程中，各种车辆根据应用需要在各种角色中转换，其状态或属性相应的跟随变化，

具体转换方式有如下几种：

——自由车切换成领航车状态：当自由车根据应用需求，提出要创建车队，自由车角色变为领航车角色，自由车属性即变为领航车属性；

——自由车切换成跟随车状态：当自由车根据应用提出申请要加入车队，并经过领航车同意确认后，自由车角色变为跟随车角色，自由车属性即变为跟随车属性；

——跟随车切换成自由车状态：当跟随车根据应用需要提出离开车队申请，并经领航车确认通过后，跟随车角色变为自由车角色，即跟随车属性变为自由车属性；

——领航车切换成自由车状态：当领航车根据应用需要提出解散车队申请，并经过所有跟随车同意确认后，领航车角色变为自由车，即领航车属性变为自由车属性。

### （3）车队运行过程中车辆状态定义

申请状态分为申请创建车队状态、申请加入车队状态、申请离开车队状态和申请解散车队状态，见表 5.12。

表 5.12 车辆状态表

车辆状态	对应车辆角色	备注
巡航状态	领航车	领航车在车队建立后的正常状态
开始解散车辆状态	领航车	领航车从开始解散车队，直至所有跟随车离开，保持该状态；随后领航车变成自由车，车队正式消失
申请加入车队中状态	自由车	自由车从开始申请加入，到得到领航车的回复，保持该状态
加入车队中状态	自由车	自由车从得到领航车的加入申请回复，到完全进入车队跟驰，保持该状态
跟驰状态	跟随车	车辆正式进入车队，转换角色为跟随车后，保持该跟驰状态
申请离开车队状态	跟随车	跟随车发起离开申请，直至领航车回复
离开车队中状态	跟随车	跟随车从脱离跟驰状态，开始离队，到成为自由车，保持该状态

作为车队成员的管理信息，以及车辆申请信息的确认回复，均由领航车发送的成员管理信息字段表示。该成员管理信息包括了车队成员列表，加入成员列表以及离开成员列表，见表 5.13

5.13 车队成员管理信息表

车队成员列表	定义	发送方	备注
车队成员列表		领航车	
加入成员列表	正在加入车队过程中的车辆列表	领航车	领航车同意自由车的加入申请，即将其置入加入成员列表，直至该车正式加入车队，成为跟随车，后将其移入车队成员列表
离开成员列表	正在离开车队过程中的车辆列表	领航车	领航车同意跟随车的离队申请，即将其置入离开成员列表，直至该车完全脱离成为自由车，后将其删除

在协作式车辆编队管理场景中，相关车辆应具备无线通信能力，采用单播、组播或广播方式进行交互。

#### 5.9.4 基本性能要求

基本性能要求如下：

- 车速范围：0～120 km/h；
- 通信距离≥400 m；
- （应用触发期间）数据通信频率≥10 Hz；
- 应用层端到端时延≤50 ms；
- 水平方向精度≤1 m。

5.9.5 数据交互需求

协作式车队管理场景数据交互需求见表 5.14 和 5.15。

表 5.14 领航车信息表

数据	备注
车辆 ID	与 BSM 中车辆 ID 一致
时刻	消息发送时刻
车队 ID	为避免重复，设置领航车 ID 为车队 ID
车队角色	车辆在车队中的角色：领航、跟随、末尾、自由车
车辆在车队中行驶状态	参见上表 6.12-车辆状态表
车队成员管理信息	
车队成员列表	
加入成员列表	
离开成员列表	
车队容量	
开放状态	是否允许车辆加入

表 5.15 自由车或跟随车信息表

数据	备注
车辆 ID	与 BSM 中车辆 ID 一致
时刻	消息发送时刻
车队 ID	目标车队 ID
车辆角色	车辆在车队中的角色：领航、跟随、末尾、自由车
车辆在车队中行驶状态	参见上表 6.12-车辆状态表

5.10 道路收费服务（RTS）

5.10.1 应用定义和预期效果

道路收费服务是指，车辆行进到城市道路或高速公路的收费区域时，车辆接收路侧发布的收费信息，并通过车路交互完成缴费业务，包括开放式收费（如过路桥收费、拥堵收费）、区域式收费（如高速路段收费、停车场收费）。收费站点部署 V2XRSU 设备，连接后台收费系统，车辆安装 V2XOBU 设备，当车辆 进入收费区域，完成相互身份认证后，自动执行收费操作。

通过车载终端与路侧单元的数据交互，在保证支付安全的条件下减少付费时间，有效提高付费成功 率和车辆通行效率，有助于提升用户体验和商业服务质量；同时，能够为道路收费、拥堵收费、停 车场收费等各个形态的业务，提供更灵活和轻量级的部署方式。

5.10.2 主要场景

在道路收费服务场景中，定义两种安全模式，系统可以通过任何一种安全模式，完成收费服务过 程：

——安全模式 1：利用基于 LTE 的车联网无线通信安全证书管理系统，实现车端和路端的身份认证，从而实现收费和支付过程。

——安全模式 2：利用现行的 ETC 电子收费系统的安全机制，参考 GB/T 20851.4-2019，在应用层实现访问许可、信息鉴别、加密保护，从而实现收费和支付过程。

#### (1) 开放式道路收费（单次通道收费）服务

开放式道路收费（单次通道收费）服务场景描述如下：

a) RSU 对外广播道路收费服务信息，包括支持的收费服务列表及对应的收费信息等。

b) 车辆 EV 在进入收费区域，收到 RSU 广播的收费服务信息后，确定交互的安全模式和收费服务类型：

- 对于安全模式 1：EV 将收费服务类型、系统信息、车辆信息等发送给 RSU；

- 对于安全模式 2：EV 首先将从 ESAM 读取的系统信息和随机数发送给 RSU；RSU 根据系统信息和随机数生成访问许可，发送至 EV；EV 收到后验证访问许可的有效性，通过后将车辆信息等发送至 RSU。

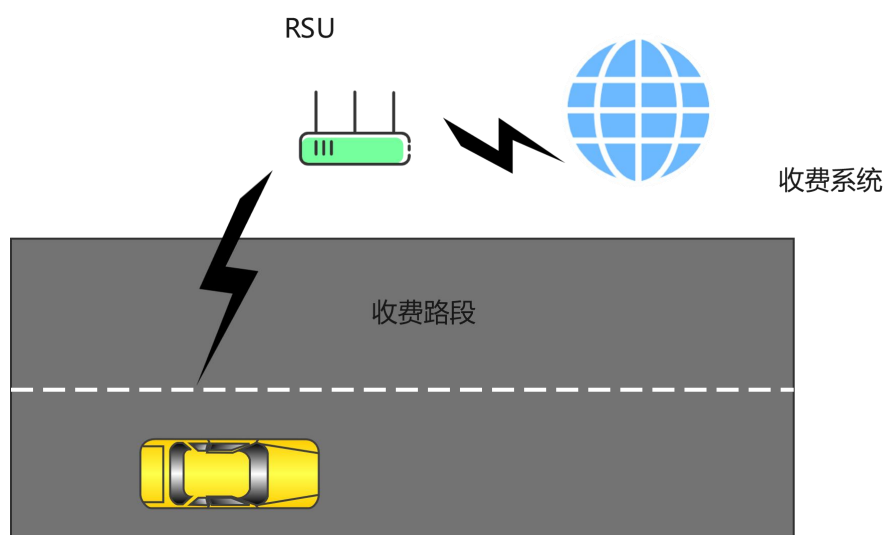
c) RSU 通过与收费系统交互获取交易信息，并将交易信息和站点信息等发送给 EV。安全模式 2：消息需附带从 PSAM 读取的随机数和用于信息鉴别的密钥版本信息。

d) EV 记录站点信息，并根据消费信息生成收费交易凭证：

- 安全模式 1：将交易凭证携带支付账户信息发送给 RSU；

- 安全模式 2：将交易凭证携带用于鉴别文件的真实性的信息鉴别码发送给 RSU。

e) RSU 向 EV 发送交易结果和通行提示，见图 5.33。



5.33 开放式道路收费

#### (2) 区域式道路（如高速公路）收费服务

区域式道路（如高速公路）收费服务场景见图 5.34，描述如下：

a) 车辆驶入收费入口场景描述如下：

1) RSU-1 对外广播道路收费服务信息，包括支持的收费服务列表及对应的收费信息等；

2) 车辆 EV 在进入收费入口区域，收到 RSU-1 广播的收费服务信息后，确定交互的安全模式和收费服务类型：

- ◆ 安全模式 1：EV 将收费服务类型、系统信息、车辆信息等发送给 RSU-1；

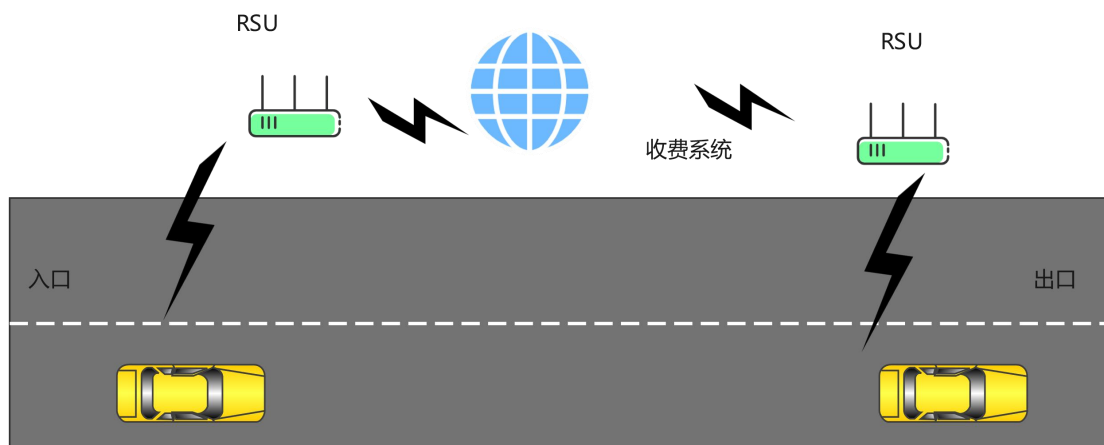
- ◆ 安全模式 2：EV 首先将从 ESAM 读取的系统信息和随机数发送给 RSU-1；RSU-1 根据系统信息和随机数生成访问许可，发送至 EV；EV 收到后验证访问许可的有效性，通过后将车辆信息等发送至 RSU-1。

3) RSU-1 通过与收费系统交互获取交易信息，并将交易信息和站点信息等发送给 EV；安全模式 2：消息需附带从 PSAM 读取的随机数和用于信息鉴别的密钥版本信息。

4) EV 记录站点信息，并根据消费信息生成收费交易凭证：

- ◆ 安全模式 1：将交易凭证携带支付账户信息发送给 RSU；
- ◆ 安全模式 2：将交易凭证携带用于鉴别文件的真实性的信息鉴别码发送给 RSU。

5) RSU-1 向 EV 发送交易结果（入口处不一定进行费用结算）和驶入提示。



#### 5.34 区域式道路收费

b) 车辆驶出收费出口/经过分段结算区场景描述如下：

1) RSU-2 对外广播道路收费服务信息，包括支持的收费服务列表及对应的收费信息等；

2) 车辆 EV 在进入收费区域，收到 RSU-2 广播的收费服务信息后，确定交互的安全模式和收费服务类型：

- ◆ 安全模式 1：EV 将收费服务类型、系统信息、车辆信息、过站信息等发送给 RSU-2；
- ◆ 安全模式 2：EV 首先将从 ESAM 读取的系统信息和随机数发送给 RSU-2；RSU-2 根据系统信息和随机数生成访问许可，发送至 EV；EV 收到后验证访问许可的有效性，通过后将车辆信息等发送至 RSU-2。

3) RSU-2 通过与收费系统交互获取交易信息，并将交易信息和站点信息等发送给 EV。

安全模式 2：消息需附带从 PSAM 读取的随机数和用于信息鉴别的密钥版本信息。

4) EV 记录站点信息，并根据消费信息生成收费交易凭证：

- ◆ 安全模式 1：将交易凭证携带支付账户信息发送给 RSU；
- ◆ 安全模式 2：将交易凭证携带用于鉴别文件的真实性的信息鉴别码发送给 RSU。

5) RSU-2 向 EV 发送交易结果和驶出提示。

#### 5.10.3 系统基本原理

道路收费服务基本原理如下：

——PSAM 和 ESAM 分别为嵌入路侧 RSU 和车载 OBU 的安全控制模块，并存储终端收费业务的应用数据；

——OBU 需验证 RSU 的访问权限，RSU 需鉴别 OBU 写入到 ESAM 信息的合法性。

车辆 EV 与 RSU 之间以单播/广播方式进行信息交互；RSU 周期性广播道路收费消息。

#### 5.10.4 基本性能要求

基本性能要求如下：

——车速范围：0~120 km/h；

——通信距离≥200 m；

——（应用触发期间）数据通信频率：RSU 道路收费信息≥1 Hz，OBU 交互信息≥10 Hz(5 s 内)

- 收到回复为止);
- 应用层端到端时延 $\leq 100\text{ ms}$ ;
  - 水平方向精度 $\leq 0.5\text{ m}$ 。

### 5. 10. 5 数据交互需求

道路收费服务场景数据交互需求见表 5.16。  
表 5.16 道路收费服务数据交互需求

数据	备注
时刻	
路测 ID	
收费类型	
收费站位置	参考位置
收费路段	
收费价格	预计计费价格
收费时间	收费起始时间、结束时间
车辆信息	包括车收费车型、车辆尺寸、车辆标识、车轮数、车轴数、轴距、载重等
系统信息	发行方签约信息，包括服务提供商名称、协约类型、合同版本、合同序列号、合同签署日期和过期日期等
过站信息	收费站点信息
交易信息	包括交易金额、交易类型、交易编号、交易时间等
支付账户信息	

## 6 车联网数据交互要求

### 6. 1 数据编码格式

日志数据的编码并非绝对必要。所有参数都可以直接以 ANSI/UTF-8 字符（整数、实数、字符串等）记录在 csv 文件中，例如用于应用程序日志记录。

然而，在通信中，通常使用消息有效负载的某种形式的编码来发送数据。为了最大限度地减少日志记录的开销，发送方和接收方可以在生成、发送或接收时立即记录编码的消息。另一种方法是发送方在编码前记录有效载荷，接收方在解码后记录有效载荷。对于平面文件中的结构化消息，强烈不建议使用此选项。

#### 6. 1. 1 UPER

UPER 是使用未对齐的数据包编码规则对 ASN.1 消息进行编码。通常，UPER 用于在 ITS-G5 通信中对 CAM、DENM、IVI、SPAT 和 MAP 消息进行编码。UPER 编码将 ASN.1 消息压缩为可转换为十六进制字符串的二进制形式。以下是编码 CAM 的示例：

010212095B72F370405A952FBBCDBEDCC8DFFFFFFC222E875800000FC02F7D82C0850737530F5FFFB0000000

然后将该十六进制字符串记录在 csv 文件中，在本例中，“cam” 是用于标识日志项的消息类型，文件名将为：

```
cam_<log_stationid>_<utc_time_iso8601>_uper.csv
```

#### 6. 1. 2 XER

XER 是使用 XML 编码规则对 ASN.1 消息进行编码。XER 将 CAM、DENM、IVI、SPAT 和 MAP 等消息编码为 XML 消息。XER 可用作 UPER 的替代品，通常用于 ITS-G5 消息的 CIS 到 RIS 通信。

#### 6. 1. 3 JSON



JSON 是 JavaScript 对象表示法的标准数据交换格式，由 <https://www.json.org/> 定义。JSON 通常用于物联网通信。JSON 消息可以作为单个字符串值记录在 csv 文件中。

对来自 IoT 平台等外部源的有效 JSON 消息进行编码或转换可能会导致 csv 文件中 JSON 日志数据的格式错误。在 csv 文件中记录 JSON 消息时，必须遵循以下规则：

- (1) 记录的值必须是 <https://www.json.org/> 中指定的由 {···} 括起的有效 JSON 消息；
- (2) JSON 不能用双引号 “{···}” 括起来，即记录 JSON 对象而不是 JSON 数组，而是用单引号 ‘{···}’ 括起来。
- (3) 不要对键和值使用转义字符，例如：\“key\” 或者 “key”；
- (4) 不要在单个日志项中记录多个 JSON 消息，并且不要将 JSON 消息作为 csv 日志项中的最后一个值记录。

## 6.2 通用数据保护条例 (GDPR)

### 6.2.1 GDPR 的目的

“个人信息”是指标识符，如姓名、识别号、位置数据、在线标识符或一个或多个特定于该自然人的身体、生理、遗传、心理、经济、文化或社会身份的因素。个人数据只能为特定、明确和合法的目的收集，不得以与目的不一致的方式进一步处理。未经明确和事先同意，不得将为特定任务收集的个人信息用于其他目的。“数据最小化” GDPR 遵循“数据最小化”原则，数据处理必须充分、相关，且仅限于与处理目的相关的必要内容，不应处理超过成功完成特定任务所需的数据。

### 6.2.2 GDPR 数据保护策略

- (1) 任命数据保护专员 (PDO)
- (2) 创建个人数据处理的完整制图
- (3) 需要优先处理可能风险更大的个人数据处理
- (4) 进行数据隐私影响评估，以评估在上一步中确定的处理风险。（可以使用 PIA 工具，但不是强制性的）
- (5) 根据 GDPR 实施程序以保护个人数据
- (6) 提供已实施的整个数据保护程序的清晰文件。

中国智能交通产业联盟标准

**高速公路车联网通信系统应用总体技术要求**

T/ITS 101-20??

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>

20??年??月第一版 20??年??月第一次印刷