

T/ITS

中国智能交通产业联盟标准

T/ITS 0098-2018

合作式智能运输系统 增强应用集

Cooperative intelligent transportation system—enhanced set of applications

2018-12-31 发布

2019-03-01 实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 4

5 应用场景与总体要求 5

附录 A（规范性附录）车辆基本行驶信息..... 47

附录 B（资料性附录）应用数据集增补..... 48

附录 C（资料性附录）其他应用概述..... 50

附录 D（资料性附录）Day1-Day4 应用定义 52

附录 E（资料性附录）智能网联汽车网联化等级..... 54

前 言

本标准参考T/ITS 0058-2016《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》，与T/ITS 0058-2016的一致程度为非等效。

本标准按照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：华为技术有限公司、交通运输部公路科学研究院、百度在线网络技术（北京）有限公司、东风商用车有限公司、长安汽车股份有限公司、浙江吉利汽车研究院有限公司、郑州宇通客车股份有限公司、中国汽车工程研究院、北京汽车研究总院有限公司、中国移动通信有限公司、北京邮电大学、北京易华录信息技术股份有限公司、电信科学技术研究院有限公司、中国信息通信研究院、同济大学、阿里巴巴集团。

本标准主要起草人：李辉、于琦、熊福祥、林杨波、周建力、聂永丰、陶圣、蒋立志、陈文琳、任翔、夏芹、牛雷、杨学青、张春敏、胡金玲、房家奕、林琳、张杰、任卫群、邬小鲁、吴珂、李洋、陈新、曹增良、葛雨明、宋向辉、焦伟赟、曾峰、黄庆、吴彤、程捷、肖韵秋、王东、路兆铭、毕欣、李斌、陈颖。

引 言

为使合作式智能运输系统增强应用能够按统一的标准进行说明和描述，特制定本标准。

本标准定义的增强应用集（ESA）是定义对应智能驾驶等级 Level 1 到 Level 5 级，网联等级为 2 到 3 级的智能网联驾驶应用集合。

基本应用集（BSA）是在 T/ITS 0058-2016《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》中定义的对应该智能驾驶等级为 Level 0 到 Level 1，网联等级为 1 到 2 级的辅助驾驶应用集合。

网联等级的定义参见附录 E，BSA 和 ESA 与 Day1-Day4 应用对应参见附录 D。

车辆编队和车辆远程驾驶也是合作式智能交通的重要应用场景，场景较复杂参见附录 C，建议单独立项进行标准化。

合作式智能运输系统 增强应用集

1 范围

本标准规定了合作式智能运输系统增强应用集的典型应用场景、术语、基本工作原理、通信方式、基本性能要求 and 数据交互需求。

本标准仅涉及各交通参与者之间的应用层面交互，并不指定底层的通信技术，可以用于各种不同的传输层、网络层、数据链路层、物理层。

本标准适用于基于各种通信方式的合作式智能运输系统的应用场景开发和验证。

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

T/ITS 0062-2016 智能驾驶分类和分级

T/ITS 0058-2016 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

T/ITS 0097-2018 合作式智能运输系统通信架构

SAE J2735 专用短程通信消息集字典（Dedicated Short Range Communication (DSRC) Message Set Dictionary）

3 术语和定义

GB/T 31024.1、T/ITS 0097-2018界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

合作式智能运输系统 cooperative intelligent transportation system, C-ITS

通过人、车、路信息交互，实现车辆和基础设施之间、车辆与车辆、车辆与人之间的智能协同与配合的一种智能运输系统体系。

[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，定义3.1]

3.2

增强应用集 enhanced set of applications, ESA

对应智能驾驶等级Level 1到Level 5级，网联等级为2到3级的智能网联驾驶应用集合。

3.3

基本应用集 basic set of applications, BSA

对应智能驾驶等级为Level 0到Level 1，网联等级为1到2级的辅助驾驶应用集合。

3.4

中心子系统 central sub-system, CSS

合作式智能运输系统组成部分，包括交通调度、规划、控制多种设备，负责协调全局和局部区域交通活动。

[T/ITS 0098-2017 合作式智能运输系统通信架构, 定义3.2]

3.5

道路子系统 road sub-system, RSS

合作式智能运输系统组成部分，包括道路传感器、道路交通设施多种设备，负责收集、上报路面交通信息，控制交通流，并与其他子系统进行通信。

[T/ITS 0098-2017 合作式智能运输系统通信架构, 定义3.3]

3.6

车辆子系统 vehicle sub-system, VSS

合作式智能运输系统组成部分，包括多种车载设备、车辆附属设备多种设备，与其他子系统进行通信。

[T/ITS 0098-2017 合作式智能运输系统通信架构, 定义3.4]

3.7

个人子系统 personal sub-system, PSS

合作式智能运输系统组成部分，包括多种个人桌面设备、手持设备，与其他子系统进行通信。

[T/ITS 0098-2017 合作式智能运输系统通信架构, 定义3.5]

3.8

网络子系统 network sub-system, NSS

合作式智能运输系统组成部分，实现个人子系统，车辆子系统，道路子系统和中心子系统之间的通信。

[T/ITS 0098-2017 合作式智能运输系统通信架构, 定义3.6]

3.9

中心服务单元 central service unit, CSS

在中心子系统中, 负责全局交通活动的交通服务逻辑单元。基于全局车路数据的聚合、分析和控制, 支持全局范围内时延相对不敏感的智能交通应用。

[T/ITS 0098-2017 合作式智能运输系统通信架构, 定义3.7]

3.10

边缘服务单元 edge service unit, ESU

在中心子系统中, 负责局部区域交通活动的交通服务逻辑单元。基于局部车路数据的聚合、分析和控制, 支持局域范围内时延相对敏感的智能交通应用。

[T/ITS 0098-2017 合作式智能运输系统通信架构, 定义3.8]

3.11

路侧单元 road side unit, RSU

在道路子系统中, 负责车路通信的交通服务逻辑单元。

[T/ITS 0098-2017 合作式智能运输系统通信架构, 定义3.9]

3.12

车载单元 on board unit, OBU

在车辆子系统中, 负责车辆支持BSA和ESA应用的逻辑单元。

[T/ITS 0098-2017 合作式智能运输系统通信架构, 定义3.10]

3.13

个人业务单元 personal service unit, PSU

在个人子系统中, 负责个人出行交通服务逻辑单元。

[T/ITS 0098-2017 合作式智能运输系统通信架构, 定义3.11]

3.14

主车 host vehicle, HV

装有车载单元且运行应用程序的目标车辆。

[T/ITS 0058-2016 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, 定义3.1.3]

3.15

远车 remote vehicle, RV

与主车配合能定时广播V2X消息的背景车辆。

[T/ITS 0058-2016 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, 定义3.1.4]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BSA: 基本应用集(Basic Set of Applications)

CA: 合作式感知(Cooperative Awareness)

CAP: 自动泊车协调(Coordination of Automatic Parking)

CDC: 合作式变道(Cooperative Lane Change)

CI: 合作式交叉道口通信(Cooperative Intersection)

C-ITS: 合作式智能运输系统(Cooperative Intelligent Transportation System)

CRVR: 合作式借道(Cooperative Reverse Vehicle Routing)

CSS: 中心子系统(Central Sub-system)

CSU: 中心服务单元(Central Service Unit)

CVC: 合作式合流(Cooperative Vehicle Confluence)

ESA: 增强应用集(Enhanced Set of Applications)

ESU: 边缘服务单元(Edge Service Unit)

EVS: 紧急车辆调度(Emergency Vehicle Scheduling)

GNSS: 全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System)

HV: 主车(Host Vehicle)

LR: 定位参考点(Location Reference)

MTVW: 车辆违规提醒(Moving Traffic Violation Warning)

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

ISO: 国际标准化组织(International Standards Organization)

OBU: 车载单元(Onboard Unit)

OILW: 车道内障碍物提醒(Obstacle In Lane Warning)

RMCV: 车辆远程管控(Remote Management and Control of Vehicles)

RMRS: 道路设施单元远程监控(Remote Monitoring of Road Side Unit)

PSS: 个人子系统(Personal Sub-system)

- PSU：个人服务单元(Personal Service Unit)
- RSS：道路子系统(Road Sub-system)
- RSU：路侧单元(Road Side Unit)
- RV：远车(Remote Vehicle)
- V2X：车联网(Vehicle-to-Everything)

5 应用场景与总体要求

5.1 概述

基于道路安全、通行效率和信息服务等应用需求，定义合作式智能运输系统典型应用中各交通参与者之间的控制和数据交互。

本标准基于C-ITS系统逻辑框架，系统中各个子系统及其接口之间的交互如图1所示。

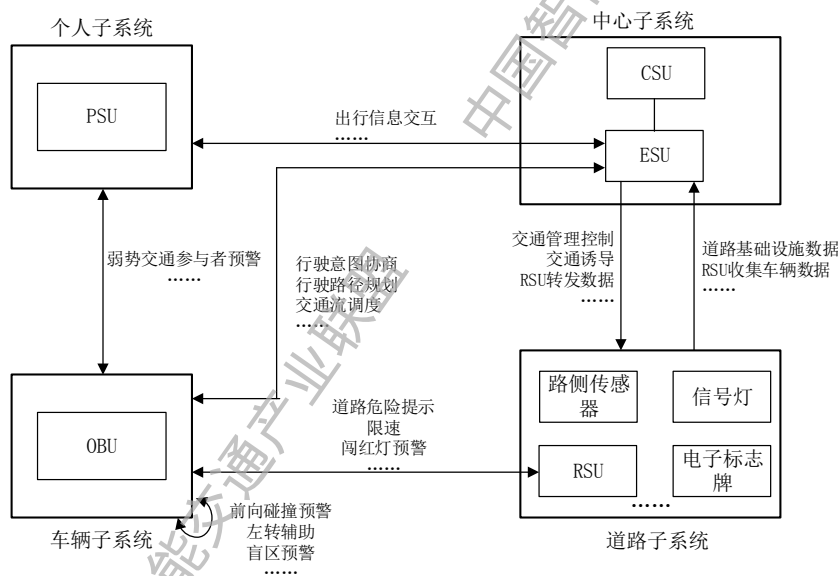


图 1 子系统接口通信示意图

- a) 个人子系统 (PSS) 应为个人和移动设备提供ITS应用。依据部署和性能需求，PSS的具体实例可以包含一组应用程序或设施。对应的各类程序或设施称为个人业务单元 (PSU)。
- b) 车辆子系统 (VSS) 应为驾驶员和/或乘客提供ITS应用服务。VSS具体的实例可以包含一组应用程序或设施。对应的各类程序或设施称为车载单元 (OBU)。
- c) 道路子系统 (RSS) 应通过道路安装的各类传感器和设备为车辆和交通管理提供ITS应用所需的信息，并根据应用需求，执行相应控制指示。RSS包括路侧单元 (RSU)、路侧传感器、信号灯、电子标志牌等。

- d) 中心子系统（CSS）应通过VSS和RSS汇聚的数据，提供全局或者局部的ITS应用服务。基于数据汇聚和通信时延的需求，中心子系统应包括处理局部和时延敏感业务的边缘服务单元（ESU）和处理全局和非时延敏感业务的中心服务单元（CSU）。二者在对交通业务的管控上分工协作，ESU应负责局域业务，聚合各个子系统数据，可实现局部的车路融合感知，局部的应用、环境，设施及能源等的管理；可实现车辆行驶风险分析、车道级路径规划、高精度地图，高精度定位，确保车辆行驶过程中业务连续等。CSU应负责全局业务，可实现全局动态路径规划，应用、环境，设施及能源等的全局管理；可实现资源的全局实时调度，车辆管理等。

5.2 应用场景分类

道路安全、通行效率、信息服务三大类需求定义了合作式智能交通的10个典型应用分类，见表1。

表 1 应用分类表

序号	类别	名称
1	道路安全	合作式交叉路口通行
2		合作式换道
3		合作式感知
4		车道内障碍物提醒
5		车辆违规提醒
6	通行效率	紧急车辆调度
7	信息服务	定位参考点
8		车辆远程管控
9		自动泊车协调
10		道路设施单元远程监控

5.3 应用定义及总体要求

5.3.1 合作式交叉路口通行

5.3.1.1 应用概要

是指主车（HV）驶向交叉路口，HV OBU向ESU发送车辆行驶信息，ESU根据车辆行驶信息、目标交叉路口的交通控制相位信息、其他车辆上报的行驶信息、以及路侧传感器上报的感知信息，为HV生成通过交叉路口的通行调度信息，并发送通行调度信息给HV OBU，HV OBU可按照通行调度信息，结合V2X功能感知的、以及其它车载传感器感知的周边环境信息，控制HV通过交叉路口。

本标准适用于城市、郊区以及封闭园区等的普通道路及公路的交叉路口、高速路入口、无信号灯等交叉路口的通行。

5.3.1.2 预期效果

CI是面向交叉路口车流调度的应用，可以精细调度每辆车的行驶，使交叉路口通行更加安全、高效。

CI应用定义的通行调度方式可以灵活、组合使用，应用于各种交叉路口通行效率提升中，如在可变车道应用，可以进一步根据实时的车流特点动态设置可变车道。

5.3.1.3 主要场景描述

a) ESU调度HV通过交叉路口场景：

- 1) HV从远处驶向交叉路口；
- 2) HV OBU向ESU发送HV行驶信息，包括车辆位置、速度、加速度、行驶意图信息等；
- 3) ESU根据HV行驶信息、目标交叉路口的交通控制相位信息、其他车辆上报的行驶信息、以及路侧传感器上报的感知信息，为HV生成通过交叉路口的通行调度信息，如图2所示HV-1直行通过交叉路口，对应相位为绿灯，没有其他车辆、行人、障碍物在前方，且该相位剩余时间足够HV-1通过交叉路口，则通行调度信息中调度方式相当于绿灯通行，ESU发送通行调度信息给HV OBU；
- 4) HV OBU可按照ESU生成的通行调度信息，结合V2X功能感知以及其它RV车载传感器感知的周边环境信息，控制HV通过交叉路口。

b) ESU调度HV在停车线停车场景：

- 1) HV从远处驶向交叉路口；
- 2) HV OBU向ESU发送HV行驶信息，包括车辆位置、速度、加速度、行驶意图信息等；
- 3) ESU根据HV行驶信息、目标交叉路口的交通控制相位信息、其他车辆上报的行驶信息、以及路侧传感器上报的感知信息，为HV生成通过交叉路口的通行调度信息，如图2所示HV-2左转通过交叉路口，对应相位为红灯，则通行调度信息中调度方式相关于红灯停车，ESU发送通行调度信息给HV OBU；
- 4) HV OBU可按照ESU生成的通行调度信息，结合V2X功能感知以及其它RV车载传感器感知的周边环境信息，控制HV在停车线前停车，在交通控制相位切换到绿灯时，ESU根据HV上报的运动状态，监视HV已行驶到停车线，发送调度方式相当于绿灯通行的通行调度信息给HV OBU，OBU可按照通行调度信息，控制HV通过交叉路口。

ESU指挥HV通行或停车见图2。

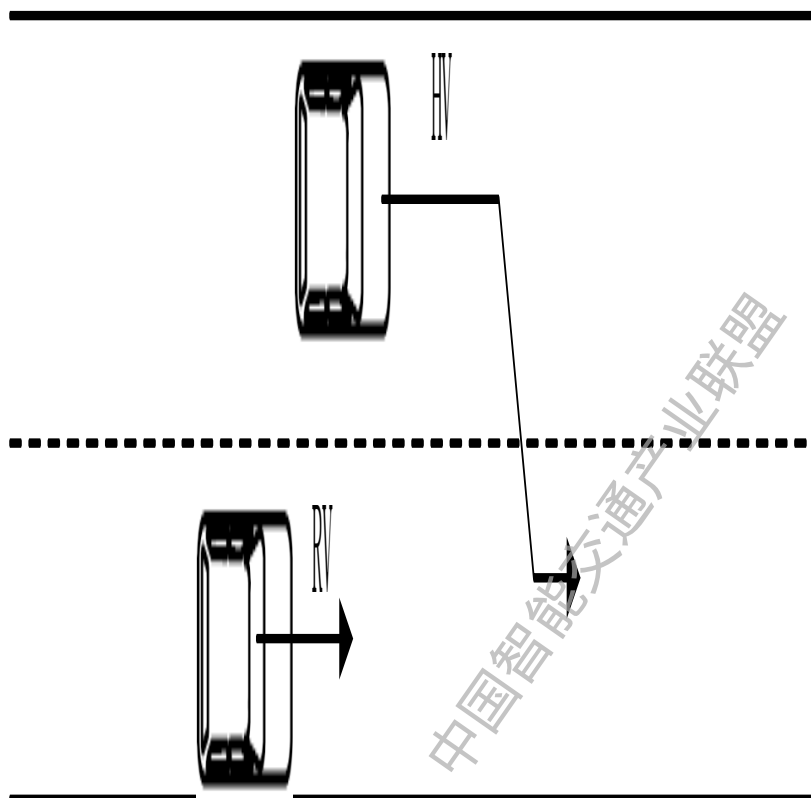


图 2 ESU 指挥 HV 通行或停车

c) HV前方有适合跟车的对象，ESU调度HV跟在RV后面通过交叉路口场景：

- 1) HV从远处驶向交叉路口；
- 2) HV OBU向ESU发送HV行驶信息，包括车辆位置、速度、加速度、行驶意图信息等；
- 3) ESU根据HV行驶信息、目标交叉路口的交通控制相位信息、其他车辆上报的行驶信息、以及路侧传感器上报的感知信息，为HV生成通过交叉路口的通行调度信息，此场景中在HV前方有适合跟车行驶的RV。图3所示HV直行通过交叉路口，前方RV则通行调度信息中调度方式相当于跟车行驶，ESU发送通行调度信息给HV OBU；
- 4) HV OBU可按照ESU生成的通行调度信息，结合V2X功能感知以及其它RV车载传感器感知的前车的驾驶行为：加速、减速，控制HV跟随RV行驶，通过前方交叉路口。

ESU指挥HV跟车行驶见图3。

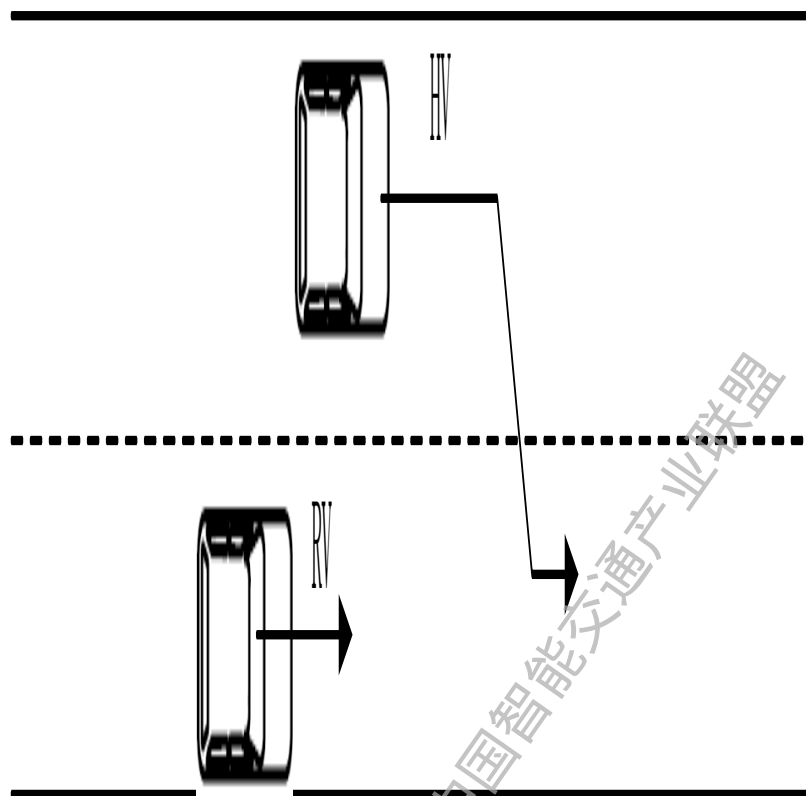


图 3 ESU 指挥 HV 跟车行驶

d) HV跟车行驶中，ESU调度HV在停车线停车场景：

- 1) HV跟车行驶中，对应交通控制相位为绿灯，如图3所示ESU判断RV可以在剩余的相位时间内通过交叉路口，但HV不能，ESU发送调度方式相当于红灯停车的通行调度信息给HV OBU；
- 2) HV OBU按照ESU生成的通行调度信息，结合V2X功能感知以及其它RV车载传感器感知的周边环境信息，控制HV在停车线前停车，在交通控制相位切换到绿灯时，ESU发送调度方式相当于绿灯通行的通行调度信息给HV OBU，OBU按照通行调度信息，控制HV通过交叉路口。

e) HV没有行驶在规划车道上，ESU调度HV换道行驶场景：

- 1) HV一直没有在规划车道上行驶，如图4所示，HV的行驶意图是直行，一直在左转车道上，ESU发送调度方式相当于换道行驶的通行调度信息给HV OBU；
- 2) HV OBU按照ESU生成的通行调度信息，结合V2X功能感知以及其它RV车载传感器感知的周边环境信息，控制HV换道；
- 3) 在HV完成换道后，ESU组合使用跟车行驶、红灯停车、绿灯通行等调度方式调度HV通过交叉路口。

ESU指挥HV换道行驶见图4。

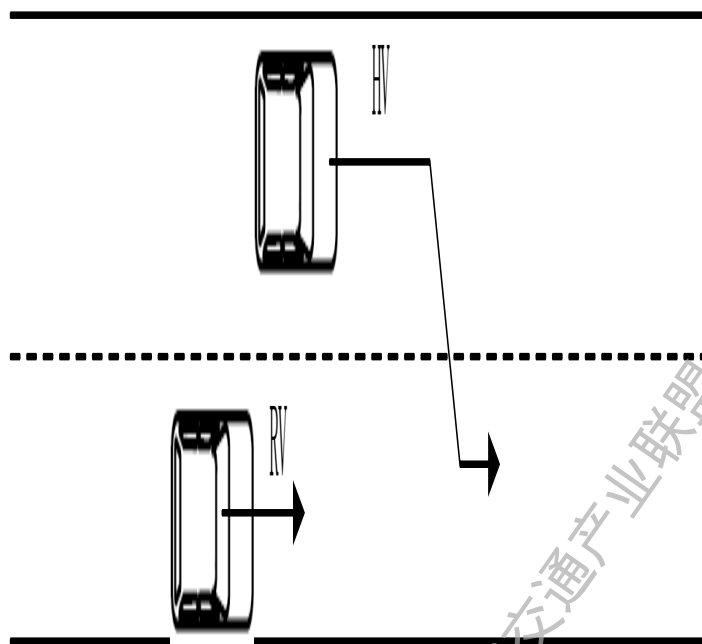


图 4 ESU 指挥 HV 换道行驶

f) ESU调度HV通过无信号灯控制的交叉路口场景：

- 1) HV从远处驶向交叉路口；
- 2) HV OBU向ESU发送HV行驶信息，包括车辆位置、速度、加速度、行驶意图信息等；
- 3) ESU根据HV和RV上报的行驶信息、以及路侧传感器上报的感知信息，生成交叉路口的信号控制信息；
- 4) ESU根据HV行驶信息、交叉路口的信号控制信息、其他RV上报的行驶信息、以及路侧传感器上报的感知信息，为HV生成通过交叉路口的通行调度信息，并发送通行调度信息给HV OBU，通行调度信息中包括调度方式、入口车道、出口车道、车速引导信息、HV环境信息（HV周围的车辆、行人、障碍物）等；
- 5) HV OBU按照ESU生成的通行调度信息，结合V2X功能感知以及其他RV车载传感器感知的周边环境信息，控制HV通过交叉路口。

5.3.1.4 基本工作原理

HV发给ESU的行驶信息中包括车辆位置、速度、加速度、行驶意图信息，行驶意图信息中包括交叉路口出口的目标道路。

ESU根据行驶信息、以及路侧传感器上报的感知信息，交叉路口车道信息，从全局最优的角度为车辆分配入口车道、出口车道、以及引导车速等信息。

ESU根据HV的行驶信息，交叉路口的交通控制相位信息，其他RV上报的行驶信息，以及路侧传感器上报的感知信息，为HV生成通过交叉路口的通行调度信息，并发送通行调度信息给HV OBU：

- a) ESU根据HV的位置与交叉路口的车道信息计算出HV所在车道,如果HV所在车道不是ESU分配的入口车道时,ESU发送调度方式相当于换道行驶的通行调度信息给HV OBU,通行调度信息中还包括规划的入口车道,规划的出口车道,交通控制相位信息,HV环境信息等;
- b) 如果交通控制相位为绿灯,且该相位剩余时间大于等于HV以它的速度、加速度在HV所在车道上,从HV所在位置行驶出HV所在车道的停车线需要的时间,ESU发送调度方式相当于绿灯通行的通行调度信息给HV OBU,通行调度信息中还包括交通控制相位信息、相位剩余时长、出口车道、建议车速、HV环境信息等;
- c) 如果交通控制相位为绿灯,且该相位剩余时间小于HV以它的速度、加速度在HV所在车道上,从HV所在位置行驶出车道的停车线需要的时间,ESU发送调度方式相当于红灯停车的通行调度信息给HV OBU,通行调度信息中还包括停车线位置信息、交通控制相位信息、相位剩余时长、出口车道、建议车速、HV环境信息等。在交通控制相位信息再次切换到绿灯时,ESU根据HV上报的运动状态,监视HV已行驶到停车线,ESU发送调度方式等于绿灯通行的通行调度信息给HV OBU,通行调度信息中还包括交通控制相位信息、相位剩余时长、出口车道、建议车速、HV环境信息等;
- d) 如果交通控制相位为红灯,ESU发送调度方式相当于红灯停车的通行调度信息给HV OBU,通行调度信息中还包括HV所在车道的停车线位置信息、交通控制相位信息、相位剩余时长、出口车道、建议车速、HV环境信息等。在交通控制相位信息切换到绿灯时,ESU根据HV上报的运动状态,监视HV已行驶到停车线,ESU发送调度方式相当于绿灯通行的通行调度信息给HV OBU,通行调度信息中还包括交通控制相位信息、相位剩余时长、出口车道、建议车速、HV环境信息等;
- e) 如果HV所在车道前方有适合跟车行驶的车辆,比如HV与前车相距小于20米,ESU发送调度方式相当于跟车行驶的通行调度信息给HV OBU,通行调度信息中包括前车标识、车速、车辆物理尺寸、重量、前车行驶意图、建议车距、最高车速、HV环境信息等;
- f) HV在跟随前车行驶过程中,ESU根据车辆上报的运动状态,持续监视HV与前车,如果当前交通控制相位为绿灯,绿灯相位剩余时长大于等于前车在HV所在车道上,从前车所在位置行驶出车道的停车线,而绿灯相位剩余时长小于HV在HV所在车道上,从HV所在位置行驶出车道的停车线,ESU发送调度方式相当于红灯停车的通行调度信息给HV OBU,通行调度信息中还包括HV所在车道的停车线位置信息、交通控制相位信息、相位剩余时长、出口车道、建议车速、HV环境信息等。在交通控制相位信息再次切换到绿灯时,ESU发送调度方式相当于绿灯通行的通行调度信息给HV OBU,通行调度信息中还包括交通控制相位信息、相位剩余时长、出口车道、建议车速、

HV环境信息等。

5.3.1.5 通信方式

HV OBU, RV OBU 和 ESU 应具备无线通信能力, 可单播或广播方式进行信息交互。

5.3.1.6 基本性能要求

- 主车车速范围: 0-70Km/h;
- 通信距离 $\geq 150\text{m}$;
- 数据更新频率 $\geq 10\text{Hz}$;
- 系统延迟 $\leq 100\text{ms}$;
- 定位精度 $\leq 1.5\text{m}$ 。

5.3.1.7 数据交互需求

CI 的数据交互需求, 车辆行驶信息见表 2; 通行调度信息见表 3。

表 2 CI: 数据交互需求 (车辆行驶信息: HV OBU→ESU)

数据	单位	备注
车辆基本行驶信息		符合附录A的规定
行驶意图		交叉道口的出口目标道路车道编号

表 3 CI: 数据交互需求 (通行调度信息: ESU→HV OBU)

数据	单位	备注
路口标识	integer	调度使用的交叉路口的路口编号
入口标识	integer	调度使用的交叉路口的车道编号
调度方式		EUMN 通行、停车、跟车行驶、换道行驶
引导车速	m/s	
信号灯状态信息		SPAT格式, 选取与主车相关的信号相位信息, 包括 1. 当前灯态: 针对该车道每一个车道属性 (允许行驶方向) 的信号灯状态 2. 红变绿剩余时间/ 绿变红剩余时间: 可预测一个周期或两个周期 3. 红绿灯配时是否自适应控
停车线位置	deg	

5.3.2 合作式变道

合作式变道（CDC: Cooperative Lane Change）包含如下三个子应用：合作式自由变道（CDLC: Cooperative Discretionary Lane Change）、合作式合流（CVC: Cooperative Vehicle Confluence）和合作式借道（CRVR: Cooperative Reverse Vehicle Routing）。

5.3.2.1 合作式自由变道

5.3.2.1.1 应用概要

合作式自由变道（CDLC）是指主车（HV）在行驶过程中需要变道，HV OBU将行驶意图发送给相关车道（本车道和目标车道）的远车（RV）或者ESU，RV进行加减速动作或者由ESU根据HV OBU请求统一协调，使得HV能够顺利完成通行动作。

5.3.2.1.2 预期效果

CDLC应用可以实现车辆之间自行合作变道以及通过网络统一协同控制车辆变道，可提升通行效率和安全性。

5.3.2.1.3 主要场景描述

CDLC包括如下主要场景：

- a) 车辆变道场景，如图5所示：
 - 1) HV在本道路上正常行驶，HV-2在相关车道内（本车道和目标车道）行驶；
 - 2) HV和RV需具备无线通信能力；
 - 3) HV在行驶过程中需要进行变道时，HV OBU将变道行驶意图发送给RV，RV根据HV的行驶意图结合V2X功能感知的、或者其它车载传感器感知的周边环境信息，控制车辆加减速；
 - 4) HV OBU发送变道意图的时机需确保RV收到行驶意图信息后，能有足够得到时间采取措施，避免发送碰撞，使得HV能够顺利完成变道动作。

基于车车通信的CDLC见图5。

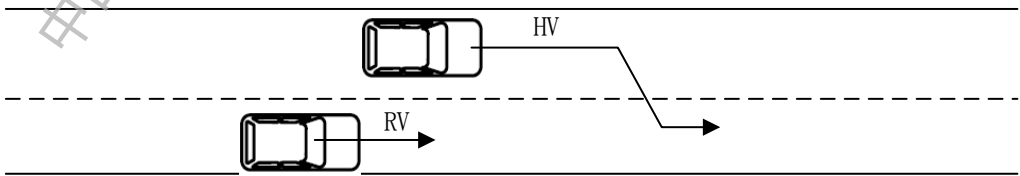


图 5 CDLC（车车通信）

- b) 车辆变道场景，如图6所示：
 - 1) HV在行驶过程中需要变道，RV在本车道内正常行驶；
 - 2) HV和RV需具备无线通信能力，且ESU具备无线通信能力；

3) HV在行驶过程中需要变道, HV OBU向ESU发送变道意图, ESU根据车辆请求统一规划, 为车辆指定通行顺序、车速、通行时间, HV和RV根据行驶意图结合V2X功能感知的、或者其它车载传感器感知的周边环境信息, 控制HV换道及RV的加减速。

4) 信息发送时机需确保HV收到ESU的信息后, 能有足够得到时间采取措施, 避免发送碰撞, 使得HV能够安全通行。

基于网络协调的CDLC见图6。

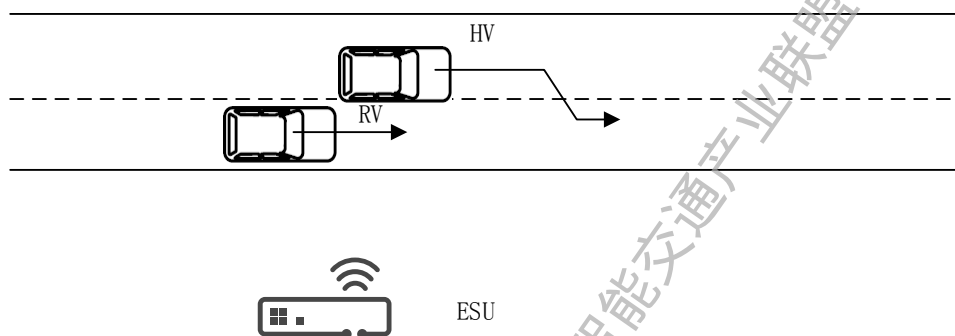


图 6 CDLC (网络协调)

5.3.2.1.4 基本原理

HV 在正常行驶过程中需要变道时, HV OBU 将行驶意图等信息发送给 RV, RV OBU 分析接收到的信息, CDLC 应用提醒 RV 作出相应的动作;

HV 在行驶过程中需要变道, HV OBU 向 ESU 发送通行请求, ESU 根据请求向 HV 和 RV 发送规划信息。CDLC 应用向驾驶员提示规划信息, 使车辆安全高效通行。

5.3.2.1.5 通信方式

HV OBU, RV OBU 和 ESU 应具备无线通信能力, 信息可以单播或广播方式进行交互。

5.3.2.1.6 基本性能要求

- 主车车速范围: 0-120km/h;
- 通信距离 $\geq 200\text{m}$;
- 数据更新频率 $\geq 10\text{Hz}$;
- 系统延迟 $\leq 100\text{ms}$;
- 定位精度 $< 0.5\text{m}$ 。

5.3.2.1.7 数据交互需求

CDLC 的数据交互需求, 车辆行驶信息见表 4, 通行调度信息见表 5。

表 4 CDLC：数据交互需求（车辆行驶信息：HV OBU→ESU 或 HV OBU→RV OBU）

数据	单位	备注
车辆基本行驶信息		符合附录 A 的规定
转向信号	boolean	
方向盘转角	deg	
行驶意图		包含目标道路 ID 和目标道路车道编号

表 5 CDLC：数据交互需求（通行调度信息：ESU→RV OBU）

数据	单位	备注
时刻	ms	
允许通行	boolean	
允许通行时间	ms	
允许行驶速度	m/s	
通行顺序	integer	

5.3.2.2 合作式合流

5.3.2.2.1 应用概要

合作式自由合流（CVC：Cooperative Vehicle Confluence）是指，主车（HV）在行驶过程中需要合流，HV OBU将行驶意图发送给相关车道（目标车道）的远车（RV）或者ESU，HV或ESU根据合流区域其他车辆的优先级，HV进行加减速动作或者由ESU根据HV OBU请求统一协调，使得HV能够顺利完成通行动作。

本标准适用于城市、郊区以及封闭园区等的普通道路或高速公路。

5.3.2.2.2 预期效果

CVC 应用可以通过网络或车辆协同决策对车辆通行进行统一规划、协同调度，从而实现安全、有序、高效的车辆合流。

5.3.2.2.3 主要场景描述

a) HV由辅道并入主道：

HV 由辅道并入主道包含图 7、图 8、图 9 和图 10 两种方式，一是辅道并入主道；二是两车道变一车道的情况（包括因为前方施工、障碍、或其它原因导致的车道中断），该场景的特点是：两条车道的车辆拥有不同的路权等级，即在默认情况下换道车辆需要让行直行车辆。

基于车车通信的辅道并入主道见图 7。

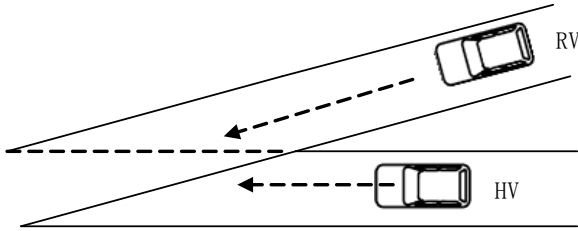


图 7 辅道并入主道（车车通信）

基于网络协调的辅道并入主道见图 8。

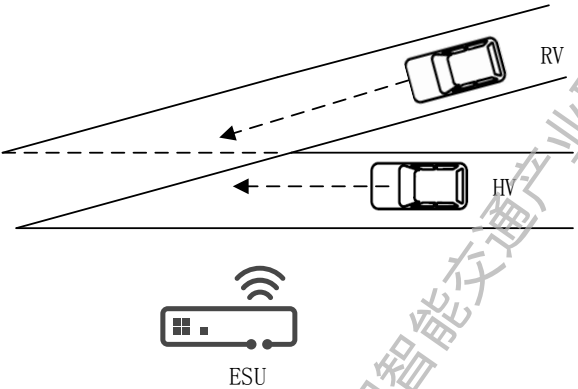


图 8 辅道并入主道（网络协调）

基于车车通信的两车道变单车道见图 9。

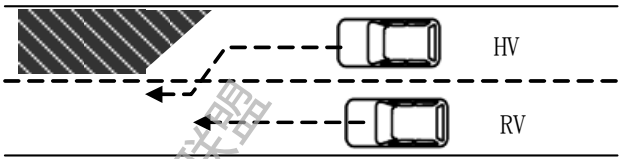


图 9 两车道变单车道（车车通信）

基于网络协调的两车道变单车道见图 10。

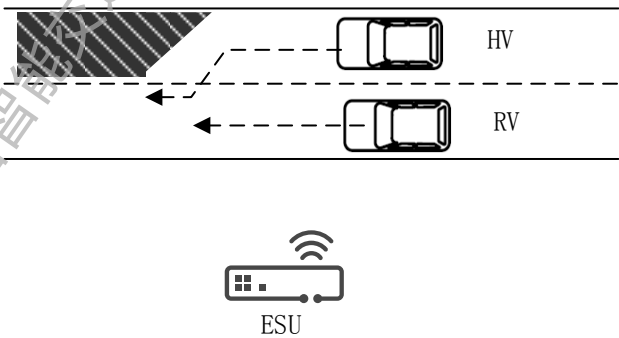


图 10 两车道变单车道（网络协调）

b) 人字路口拉链通行

该场景是车辆在人字路口以拉链通行的方式进行合流，该场景的特点是：两条车道的车辆拥有相同的路权等级，即在默认情况下车辆合流时需要遵循拉链交替通行的原则。

基于车车通信的人字路口拉链通行见图 11。

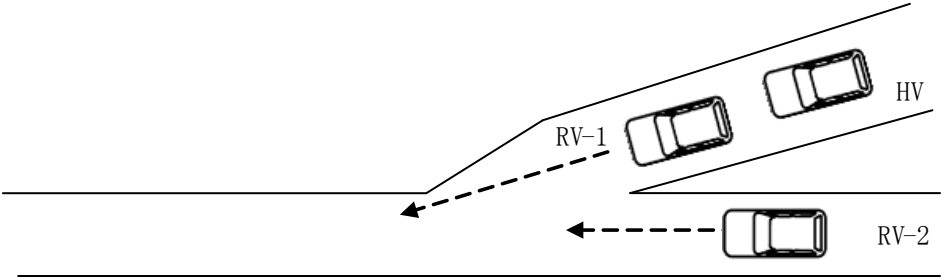


图 11 人字路口拉链通行（车车通信）

基于图 11，要求如下：

- 1) 参与合作式合流的车辆需要具备无线通信能力，HV OBU之间交互车辆行驶信息，包括车辆位置、速度、加速度、合流意图信息等；
- 2) 车辆自主决策通行次序。

基于网络协调的人字路口拉链通行见图 12。

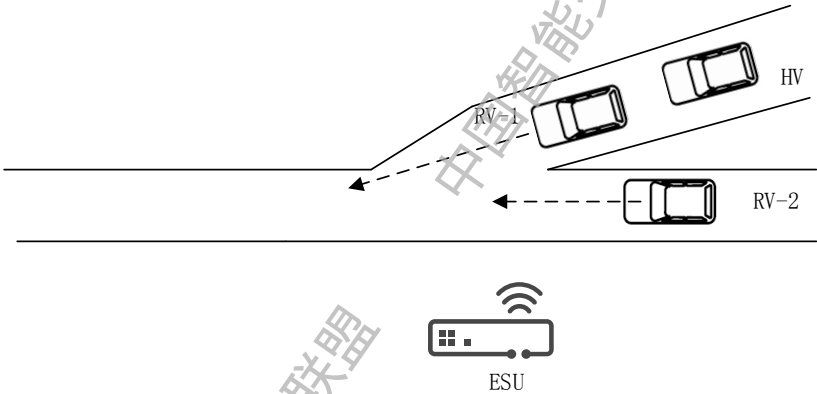


图 12 人字路口拉链通行（网络协调）

基于图 12，要求如下：

- 1) 参与合作式合流的车辆需要具备无线通信能力 HV OBU向ESU发送车辆行驶信息，包括车辆位置、速度、加速度、合流意图信息等；
- 2) ESU协调调度合流过程中其他车辆的通行次序；
- 3) ESU根据合流区域车辆移动趋势和潜在冲突，基于预设规则，生成合流通行策略，对车辆的通行次序进行调度操作；
- 4) ESU需要调度合流区域潜在的移动冲突方避免碰撞；
- 5) ESU预测合流区域车辆移动趋势和潜在冲突，对车辆进行告警提示或调度以避免碰撞。

5.3.2.2.4 基本工作原理

- a) 车辆由辅道并入主干道

以上图 7 和图 9 所示场景为例：

HV 的 OBU 接收到 RVOBU 发送的进入合流区域的信息，需要根据辅道并入主道时主道车辆优先通行的原则来确定自己的通行决策：

- 1) HV所在的车道的路权等级高于RV所在的车道的路权等级，则确定合流区域存在HV的合流优先级高于RV的合流优先级；
- 2) RV减速或停车，以便HV优先进行合流行驶；
- 3) HV OBU接收到RV OBU发送的进入合流区域的信息，需要根据辅道并入主道时主道车辆优先通行的原则来确定自己的通行决策；
- 4) RV判断当前所在车道的路权等级低于HV所在将要合流车道的路权等级，则确定合流区域HV的合流优先级高于RV合流优先级；
- 5) HV进行合流行驶。

以上图 8 和图 10 所示场景为例：

当 ESU 接收到来自 RV 的车辆行驶信息或检测到 RV 进入合流区域，需要根据辅道并入主道时主道车辆优先通行的原则来对合流区域内相关车辆在合流路口的通行顺序进行统一协调调度：

- 1) 判断HV所在的车道的路权等级高于RV所在的车道的路权等级，则确定合流区域存在HV的合流优先级高于RV的合流优先级；
- 2) ESU向RV OBU发送通行调度信息，RV按照ESU生成的通行调度信息，结合V2X功能感知的、以及其它车载传感器感知的周边环境信息，控制RV减速或停车，以便HV优先进行合流行驶；
- 3) ESU向HV OBU发送通行调度信息，HV按照ESU生成的通行调度信息，结合V2X功能感知的、以及其它车载传感器感知的周边环境信息，控制HV进行合流行驶；
- 4) HV完成合流行驶后，需发送反馈信息给ESU。ESU接收来自车辆的反馈信息，表示该车辆已经完成合流行驶；
- 5) ESU向RV OBU发送通行调度信息，用于调度RV进行合流行驶。

b) 人字路口拉链通行

以上图 11 所示场景为例：

HV 的 OBU 接收到 RV-1 OBU 发送以及 RV-2 OBU 的进入合流区域的信息，需要根据拉链式依次通行的原则来确定自己的通行决策：

- 1) 判断HV行驶方向的前方存在正在进行合流行驶的RV-1，确定主车RV-1的合流优先级高于HV的合流优先级；
- 2) 判断HV所在车道的路权等级和RV-2所在车道的路权等级相同时，则判断所述合流区域内上

一个进行合流行驶的RV-1是否从HV所在的车道驶出,若判断RV-1已驶出,则确定所述RV-2的合流优先级高于所述HV的合流优先级。

RV-1 的 OBU 接收到 HV OBU 发送以及 RV-2 OBU 的进入合流区域的信息,需要根据拉链式依次通行的原则来确定自己的通行决策:

- 1) 判断RV-1行驶方向的后方存在正在进行合流行驶的HV,确定RV-1的合流优先级高于HV的合流优先级;
- 2) 判断RV-1所在车道的路权等级和RV-2所在车道的路权等级相同时,则判断RV-1相比RV-2离合流入口更近,则确定所述RV-1的合流优先级高于所述RV-2的合流优先级。

RV-2 的 OBU 接收到 RV-1 OBU 发送以及 HV OBU 的进入合流区域的信息,需要根据拉链式依次通行的原则来确定自己的通行决策:

- 1) 判断RV-2所在车道的路权等级和RV-1所在车道的路权等级相同时,则判断RV-1相比RV-2离合流入口更近,则确定所述RV-1的合流优先级高于所述RV-2的合流优先级;
- 2) 判断RV-2所在车道的路权等级和HV所在车道的路权等级相同时,则判断RV-2相比HV离合流入口更近,则确定所述RV-2的合流优先级高于所述HV的合流优先级。

以上图 12 所示场景为例:

当 ESU 接收到来自 HV OBU 的车辆行驶信息或检测到 HV 进入合流区域,需要根据拉链式依次通行的原则来对合流区域内相关车辆在合流路口的通行顺序进行统一协调调度:

- 1) 判断HV行驶方向的前方存在正在进行合流行驶的RV-1,确定RV-1的合流优先级高于HV的合流优先级;
- 2) 判断HV所在车道的路权等级和RV-2所在车道的路权等级相同时,则判断所述合流区域内上一个进行合流行驶的RV-1是否从HV所在的车道驶出,若判断RV-1已驶出,则确定RV-2的合流优先级高于HV的合流优先级;
- 3) 车辆完成合流行驶后,需发送反馈信息给ESU。ESU接收来自车辆的反馈信息,表示该车辆已经完成合流行驶。

5.3.2.2.5 通信方式

HV OBU, RV OBU 和 ESU 应具备无线通信能力,可单播或广播方式进行信息交互。

5.3.2.2.6 基本性能要求

- 主车车速范围: 0-120km/h;
- 通信距离 $\geq 200\text{m}$;

- 数据更新频率 $\geq 10\text{Hz}$;
- 系统延迟 $\leq 100\text{ms}$;
- 定位精度 $< 0.5\text{m}$ 。

5.3.2.2.7 数据交互需求

CVC 的数据交互需求，车辆行驶信息见表 6，通行调度信息见表 7。

表 6 CVC：数据交互需求（车辆行驶信息：车载 OBU→ESU 或车载 OBU→车载 OBU）

数据	单位	备注
车辆基本行驶信息		符合附录 A 的规定
转向信号	boolean	
方向盘转角	deg	
行驶意图		包含目标道路 ID 和目标道路车道编号

表 7 CVC：数据交互需求（通行调度信息：ESU→车载 OBU）

数据	单位	备注
时刻	ms	
允许通行	boolean	
允许通行时间	ms	
允许行驶速度	m/s	
通行顺序	integer	

5.3.2.3 合作式借道

5.3.2.3.1 应用概要

合作式借道是指（CRVR: Cooperative Reverse Vehicle Routing）当HV需进行借道操作，HV OBU向ESU或RV 发送车辆行驶信息，包括车辆位置、速度、加速度、借道意图信息（主车规划的目标车道信息）等，HV或ESU根据本车行驶信息、预设的交通规则、其他车辆上报的行驶信息、以及路侧传感器上报的感知信息等生成借道策略。HV OBU按照借道决策控制主车完成借道。本标准适用于城市、郊区以及封闭园区等的普通道路或高速公路。

5.3.2.3.2 预期效果

CRVR 应用定义基于 ESU 统一协同调度或车辆间交互实现安全、有序的车辆借道通行。

5.3.2.3.3 主要场景描述

该应用的一个典型的场景是车辆在双向单车道行驶时遇到障碍物后的借道通行，该场景的特点是：原车道方向上已无其它车道可供行驶；两条车道的车辆拥有不同的路权等级，即在默认情况下借道车辆需要让行直行车辆。

基于车车通信的车辆遇障碍物借道行驶见图 13。

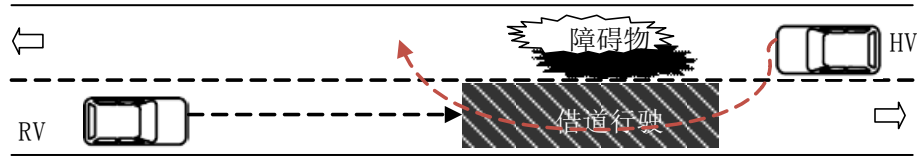


图 13 车辆遇障碍物借道行驶（车车通信）

车辆之间通过无线通信进行协同决策：

- e) 预测借道区域车辆移动趋势和潜在冲突，基于预设规则，生成借道通行策略，对车辆的通行次序进行协同操作；
- f) 协同借道区域潜在的车辆冲突方避免碰撞。

基于网络协调的车辆遇障碍物借道行驶见图 14。

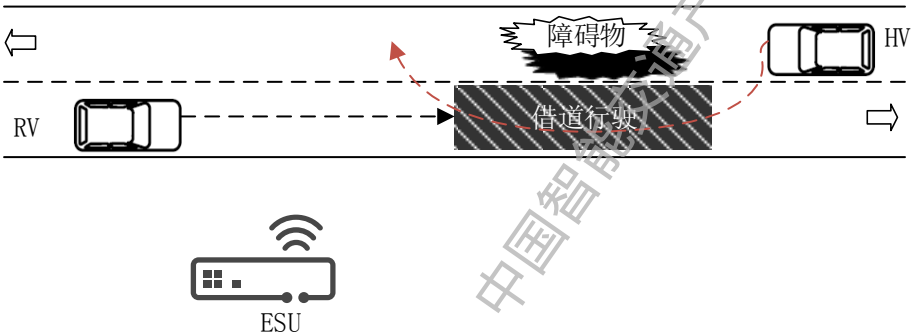


图 14 车辆遇障碍物借道行驶（网络协调）

ESU 通过无线通信对相关车辆进行以下协调调度：

- a) 协调借道过程中潜在车辆的通行次序；
- b) ESU预测借道区域车辆移动趋势和潜在冲突，基于预设规则，生成借道通行策略，对车辆的通行次序进行协同操作。
- c) 协同借道区域潜在的车辆冲突方避免碰撞。

5.3.2.3.4 基本工作原理

以图 13 所示场景为例：

- a) 车辆预测借道区域车辆移动趋势和潜在冲突，对车辆进行告警提示或协同决策以避免碰撞；
- b) HV OBU向RV OBU发送带有借道意图的车辆行驶信息后，HV接收RV发送的车辆行驶信息，主车HV根据车辆行驶信息、预设的交通规则等，生成借道决策。

以图 14 所示场景为例：

ESU 预测借道区域车辆移动趋势和潜在冲突，对车辆进行告警提示或协同调度以避免碰撞。当 ESU 接收到来自 HV OBU 的车辆行驶信息后，ESU 根据车辆行驶信息、预设的交通规则、其他车辆上报的行驶信息、以及路侧传感器上报的感知信息等，为主车生成通行调度信息，来对相关车辆的通行顺序进行

统一协调调度：

- a) ESU接收HV和 RV发送的车辆行驶信息（包括车辆位置、速度、加速度、借道意图信息），以及接收路侧单元发送的交通信息（包括路况、交通信号、障碍物以及天气信息）；
- b) HV在行驶过程中需要借道行驶时，向ESU发送车辆行驶信息ESU根据车辆行驶信息、预设的交通规则、其他车辆上报的行驶信息、以及路侧传感器上报的感知信息等，生成车辆的借道通行调度信息，包括HV允许借道通行调度、HV和RV的借道通行顺序、速度以及车道信息，并将信息下发给相关车辆，车辆按照ESU生成的通行调度信息，结合V2X功能感知的、以及其它车载传感器感知的周边环境信息，控制车辆借道操作。

5.3.2.3.5 通信方式

HV OBU, RV OBU 和 ESU 应具备无线通信能力，可单播或广播方式进行信息交互。

5.3.2.3.6 基本性能要求

- 主车车速范围：0-120km/h；
- 通信距离 $\geq 200\text{m}$ ；
- 数据更新频率 $\geq 10\text{Hz}$ ；
- 系统延迟 $\leq 100\text{ms}$ ；
- 定位精度 $< 0.5\text{m}$ 。

5.3.2.3.7 数据交互需求

CRVR 的数据交互需求，车辆行驶信息见表 8，通行调度信息见表 9。

表 8 CRVR：数据交互需求（车辆行驶信息：车载 OBU→ESU 或车载 OBU→车载 OBU）

数据	单位	备注
车辆基本行驶信息		符合附录 A 的规定
转向信号	boolean	
方向盘转角	deg	
行驶意图		包含目标道路 ID 和目标道路车道编号

表 9 CRVR：数据交互需求（通行调度信息：ESU→车载 OBU）

数据	单位	备注
时刻	ms	
允许通行	boolean	
允许通行时间	ms	
允许行驶速度	m/s	
通行顺序	integer	

5.3.3 合作式感知

5.3.3.1 应用概要

合作式感知（CA: Cooperative Awareness）是指在复杂道路情况下，当交通参与者不是都携带V2X设备的情况下，由路边感知设备扫描周边道路交通信息，传输给ESU，经ESU分析处理后发送给车载OBU，从而实现在复杂路况下的安全通行。

5.3.3.2 预期效果

在通过道路部署的感知设备可以扫描周边环境，传送信息给ESU，ESU处理信息后发送给车载OBU，车载OBU可以获取这些路段的全面的道路信息，包括未携带V2X设备的行人、车辆、骑行者以及路面信息这些整个场景的数据。车载OBU可以根据这些信息规划最佳路径，避免事故的发生，从而实现安全而高效地通过这些复杂路况的路段。合作式感知系统相当于一个公共的占据良好视野的感知设备将信息通过ESU传送给经过的车载OBU。

5.3.3.3 主要场景描述

合作式感知的典型运用场景见图 15。

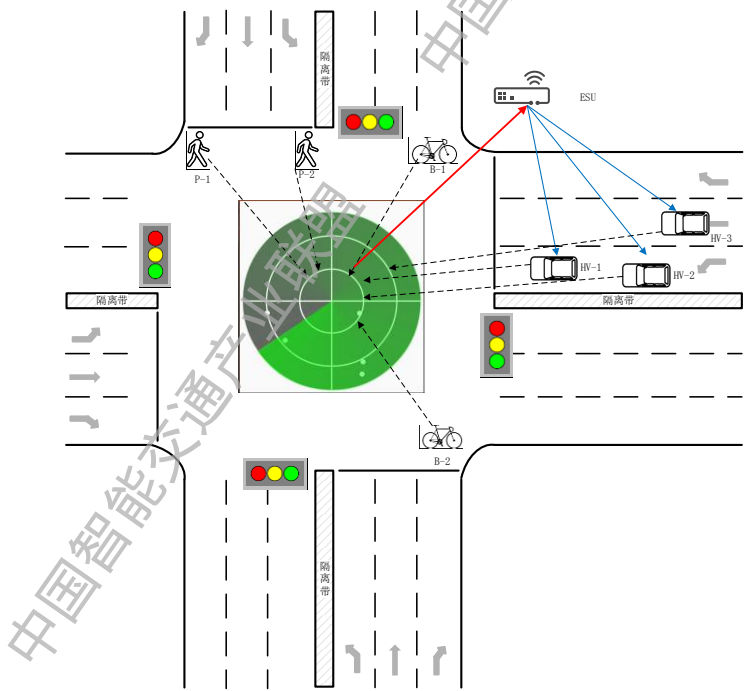


图 15 合作式感知

感知设备不断扫描周边的道路交通信息，如图中HV-1、HV-2、HV-3以及P-1、P-2、B-1、B-2的位置和速度以及其属性（如判断是否是行人、骑行者等）信息，包括交通信号灯、路面状况（坑洼、有障碍物、道路维修或封闭信息）等，实时传送给ESU，ESU处理这些信息，将运动信息矢量化，预估运动轨迹并且将这些信息传送给即将进入和正在经过该路段的车载OBU，如HV-1、HV-2、HV-3。

感知设备包括激光雷达、摄像头、雷达、红外等但不局限于这些设备。该场景是交叉路口的场景，其他交通拥堵路段以及交通事故多发路段与此原理一样，不再赘述。

5.3.3.4 基本工作原理

由感知设备扫描获取各种交通参与者的位置、速度、加速度、交通信号灯和道路状况的信息传输给 ESU，ESU 处理这些信息，将其矢量化和计算运动预期估计信息发送给车载 OBU。

在 V2X 设备没有全面普及覆盖每一个交通参与者的时候，合作式感知将未安装 V2X 设备的车辆、行人、骑行者、其他物体纳入了 V2X 的信息范围中。

5.3.3.5 通信方式

感知设备与 ESU 之间可以通过有线或者无线方式通信，HV OBU 和 ESU 应具备无线通信能力，信息可以单播或广播方式进行交互。

5.3.3.6 基本性能要求

- 目标物速度：0-100 km/h；
- 数据更新频率 $\geq 2\text{Hz}$ ；
- 系统延迟 $\leq 25\text{ms}$ ；
- 距离精度 $\leq 30\text{cm}$ （相对精度，即车载 OBU 与扫描到的道路交通信息的距离精度）。

5.3.3.7 数据交互需求

CA 的数据交互需求，感知信息见表 10。

表 10 CA：数据交互需求（感知信息：ESU→车载 OBU）

数据	单位	备注
时刻	ms	
目标物类型	string	行人/骑行者/车辆/障碍物
位置（经纬度）	deg	
位置（海拔）	m	
速度	m/s	
行进方向角	deg	与正北方向顺时针夹角
加速度	m/s^2	
加速度方向	deg	与正北方向顺时针夹角
信号灯状态信息		SPAT格式

5.3.4 车道内障碍物提醒

5.3.4.1 应用概要

车道内障碍物提醒（OILW: Obstacle In Lane Warning）是指，RV在行驶过程中，通过车上传感器发现前方车道内存在障碍物（如落石、遗撒物、枯枝等），存在碰撞危险时，向后方HV OBU发送障碍物信息（尺寸、位置、类型等）进行预警。本标准适用于全部道路上障碍物的碰撞危险。

5.3.4.2 预期效果

OILW应用将行车车道内的障碍物及时通知后续行驶车辆，便于驾驶员提前进行处置，提高车辆对障碍物的感知能力，防止碰撞事故的发生。

OILW主要场景为：HV超车且障碍物位于HV的目标车道内（如图16所示）：

- HV跟随RV行驶，HV准备超车，HV的视线可能被RV遮挡；
- RV与HV需具备无线通信能力；
- RV通过车上传感器发现前方车道存在障碍物，车载OBU通过无线通信向后续行驶车辆进行广播；
- 当HV开启转向灯并准备进入障碍物所在车道时，OILW应用对HV发出预警，提醒HV车辆目标车道存在碰撞危险；
- 报警时机需确保HV OBU收到预警后，能有足够时间采取措施，避免与障碍物发生碰撞。
- HV准备变道，目标车道存在障碍物见图16。

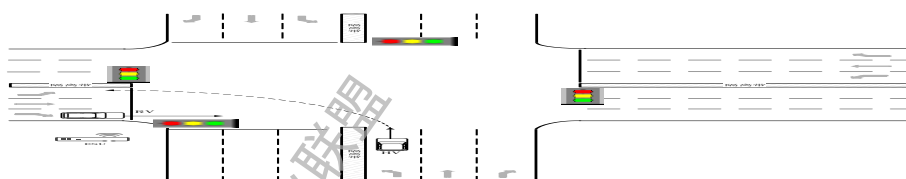


图 16 HV 准备变道，目标车道存在障碍物

5.3.4.3 系统基本原理

- RV在行驶过程中检测到行车方向前方存在障碍物；
- RV OBU向HV发送前方障碍物信息；
- OILW分析RV所发出的信息，判断障碍物与HV当前车道的相互位置关系；
- 当发现HV主动进行变道动作，与障碍物碰撞条件成立时，OILW应用则对HV发出预警信息。

5.3.4.4 通信方式

HV OBU 和 RV OBU 应具备无线通信能力，可单播或广播方式进行信息交互。

5.3.4.5 基本性能要求

- 主车车速范围：0-120km/h；
- 通信距离 $\geq 200\text{m}$ ；
- 数据更新频率 $\geq 10\text{Hz}$ ；

- 系统延迟<100ms;
- 定位精度<1m。

5.3.4.6 数据交互需求

OILW 的数据交互需求，障碍物见表 11，数据帧和元素的定义参见附录 B。

表 11 OILW：数据交互需求（障碍物）

数据	单位	备注
时刻	ms	
位置（经纬度）	deg	
位置（海拔）	m	
障碍物所处车道	integer	
障碍物尺寸（长、宽）	m	
障碍物类型		INTEGER
障碍物描述		STRING

5.3.5 车辆违规提醒

5.3.5.1 应用概要

违规车辆提醒（MTVW: Moving Traffic Violation Warning）是指：当 ESU 发现 RV 有违规行为时，将违规车辆信息发送给 HV OBU。HV 根据收到的消息内容，识别其为违规车辆，当识别出的违规车辆可能影响本车行驶路线时，MTVW 应用提醒 HV 注意。本标准适用于所有类型公路的通行。

5.3.5.2 预期效果

MTVW 应用辅助驾驶员提前发现违规车辆，从而避免或者减轻碰撞，提高通行安全。

5.3.5.3 主要场景

包括如下主要场景：

- a) 有交通信号灯的交叉路口且RV不遵守交通规则（如图17所示）：
- 1) HV驶向交通信号灯为绿灯的十字路口，同时RV从左侧或者右侧驶向路口，RV闯红灯行驶；
 - 2) HV需具备无线通信能力，RV是否具备无线通信能力不影响应用场景的有效性，路口需有监控设备以及具备无线通信能力的ESU；
 - 3) 当HV驶近路口时，MTVW应用将RV闯红灯的信息发送给HV OBU，提醒HV注意；
 - 4) 信息发送时机需确保HV收到ESU的信息后，能有足够得到时间采取措施，避免发送碰撞，使得HV能够安全通行。

有交通信号灯的交叉路口且 RV 不遵守交通规则见图 17。

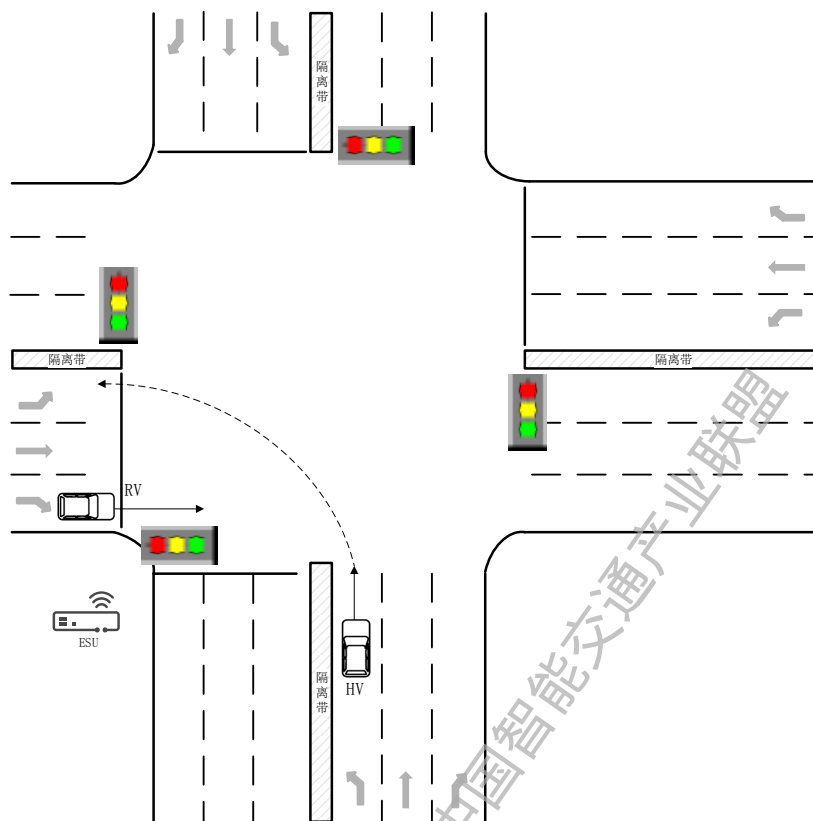


图 17 有交通信号灯的交叉路口且 RV 不遵守交通规则

b) RV违反路权逆行进入单行线（如图18所示）：

- 1) HV在单行线正常行驶，RV逆行进入单行线，且HV视野被弯道遮挡；
- 2) HV需具备无线通信能力，RV是否具备无线通信能力不影响应用场景的有效性，弯道盲区需有监控设备以及具备无线通信能力的ESU；
- 3) 当HV驶近盲区时，ESU将RV逆行信息发送给HV OBU，提醒HV注意；
- 4) 信息发送时机需确保HV收到ESU的信息后，能有足够时间采取措施，避免发生碰撞，使得HV能够安全通行。

RV 违反路权逆行进入单行线见图 18。

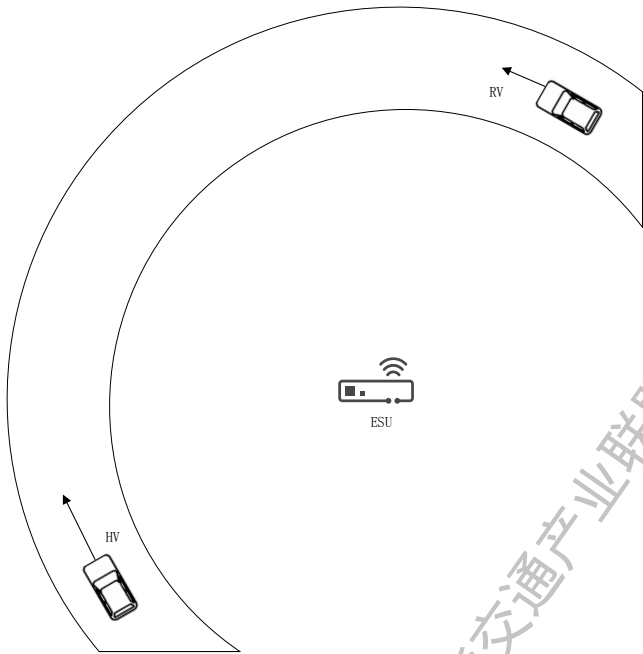


图 18 RV 逆行进入单行线

5.3.5.4 系统基本原理

- a) RV逆行进入单行线或在有信号灯的交叉道口不遵守交通规则，ESU检测到RV违规情况；
- b) ESU将RV的相关信息（车牌、行驶方向、速度等）发送给HV OBU。

5.3.5.5 通信方式

HV OBU 和 RV OBU 应具备无线通信能力，可单播或广播方式进行信息交互。

5.3.5.6 基本性能要求

- 主车车速范围:0-60km/h;
- 通信距离 $\geq 200\text{m}$;
- 数据更新频率 $\geq 10\text{Hz}$;
- 系统延迟 $\leq 100\text{ms}$;
- 定位精度 $\leq 1\text{m}$ 。

5.3.5.7 数据交互需求

MTVW 的数据交互需求见表 12。

表 12 MTVW：数据交互需求（ESU→HV OBU）

数据	单位	备注
时刻	ms	
违规车辆位置（经纬度）	deg	
违规车辆位置（海拔）	m	

表 13 （续）

数据	单位	备注
违规车辆速度	m/s	
违规车辆类型		INTEGER
车体尺寸（长，宽）	m	车体尺寸（长，宽）

5.3.6 紧急车辆调度

5.3.6.1 应用概要

紧急车辆调度(EVS: Emergency Vehicle Scheduling)是指智能交通系统调度交通资源为紧急车辆提供安全高效到达目的地的绿色通道。紧急车辆包括警车、消防车、救护车、工程抢险车、事故勘查车等。本标准适用于城市及高速公路。

5.3.6.2 预期效果

在ESU和CSU协调下，保障紧急车辆安全高效地到达目的地。

5.3.6.3 主要场景描述

- a) 常规紧急车辆的道路资源调度：
 - 1) 车辆作为常规紧急车辆向CSU注册参与交通活动；
 - 2) 紧急车辆向目的地出发前通知CSU，CSU为其规划行驶路径；
 - 3) CSU按照规划行驶路径提前通知管辖紧急车辆将要通过路段的ESU；
 - 4) ESU为即将到来的紧急车辆快速通过其管辖路段分配道路资源。
- b) 突发紧急车辆的道路资源调度：
 - 1) 车辆作为非紧急车辆向ESU注册参与交通活动，突发紧急事务需要作为紧急车辆；
 - 2) 紧急车辆将规划行驶路径通知ESU，ESU为紧急车辆快速通过其管辖路段分配道路资源，包括直通路口和空闲车道。

5.3.6.4 基本工作原理

紧急车辆调度场景见图19。

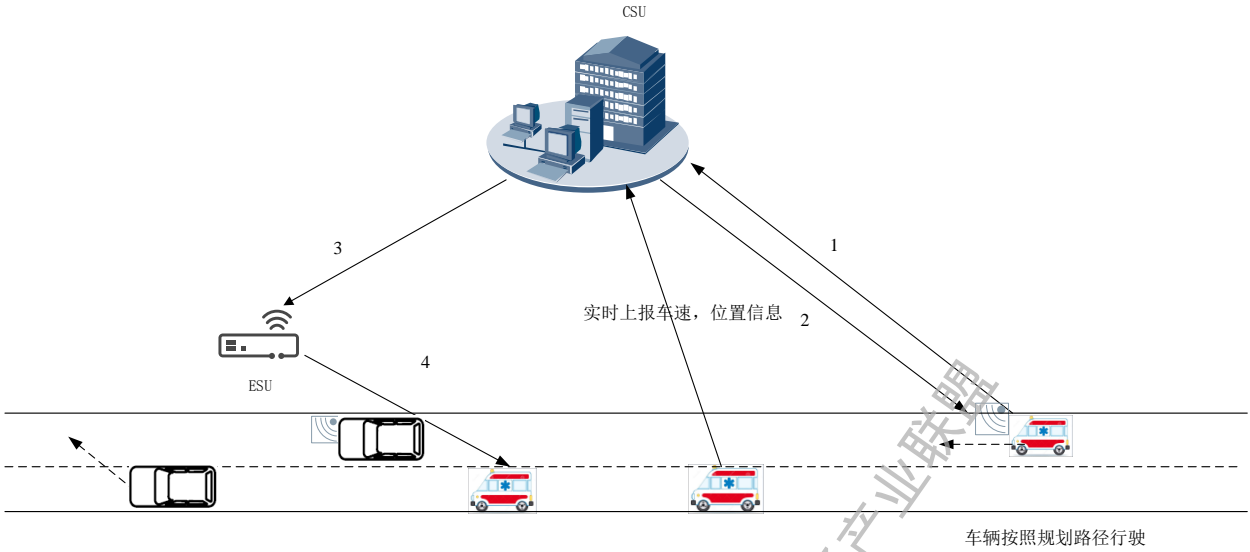


图 19 紧急车辆调度场景

CSU负责审核确定紧急车辆，并基于全局交通信息指示ESU为紧急车辆调度交通资源。ESU负责调度其管辖区域中的交通资源为车辆提供绿色通道。

交通资源包括设施资源和道路资源。设施资源包括交通信号、交通标志、路侧单元等。道路资源分为路段和车道两级，一个路段中包含至少一个车道。每个路段有对应设置的路段标识，每个车道有对应设置的车道标识，ESU/CSU与车辆之间保持对这些对应信息的同步。对于ESU调度车道资源而言，车道的状态包括空闲、占用和预留。

a) 常规紧急车辆的道路资源调度：

- 1) 车载OBU作为常规紧急车辆向CSU注册参与交通活动，注册请求中包含车辆标识、用途（例如警车、消防车或救护车等）、当前位置和目的地位置；
- 2) CSU根据该车辆的目的地位置确定为车辆规划的行驶路径，然后向车载OBU返回信息，包含为车辆规划的行驶路径，行驶路径以路段标识表示。紧急车辆行驶过程中实时上报位置信息和车速等信息；
- 3) CSU根据车辆位置、速度和行驶路径确定车辆将要经过的ESU，并在车辆到达该ESU之前，将交通资源调度申请下发到该ESU，调度请求中包含车辆标识、路权等级和规划行驶路径；在车辆到达该ESU之前，ESU调度交通资源，为将要到来的车辆准备快速通过其管辖区域的“绿色通道”，包括：

- 车道预留：ESU根据该车辆规划行驶路径中的路段标识查询对应的路段以及该路段包括的车道，再根据这些车道的状态为该车辆选择车道，并将所选车道的状态标记为预留；
- 路口禁行：在紧急车辆到达之前，ESU向非紧急车载OBU发送路口禁行通知（包含路口标识

和禁行时段)，或者调度设施资源，例如设置交通信号灯为红灯状态或禁行标志，禁止非紧急车辆进入路口；

- 车道封闭：在紧急车辆到达之前，ESU向非紧急车载OBU发送封闭车道通知（包含车道标识和封闭时段）。

在路口禁行或车道封闭期间，ESU可以通知受影响的非紧急车辆其它可以行驶的车道标识，或者调度设施资源，例如设置交通信号灯置为红灯状态或者禁行标志。

4) 当车辆行驶到达ESU管辖区域时，ESU向车载OBU发送道路资源调度结果，包含为车辆分配的道路资源，道路资源以车道标识表示。

车辆根据ESU分配道路资源中的车道标识确定车道行驶。当车辆驶入该车道时向ESU发送驶入通知，ESU将该车道的状态标记为占用。当车辆驶出该车道时向ESU发送驶出通知，ESU将该车道的状态标记为空闲。当车辆离开该ESU管辖区域后，ESU恢复常规的道路管理机制。

b) 突发紧急车辆的道路资源调度：

1) 车辆原作为非紧急车辆向CSU注册参与交通活动，当该车辆突发紧急事务需要作为紧急车辆行驶时，该车载OBU向管辖其当前所在区域的ESU发送道路资源调度申请，调度请求中包含车辆标识、用途（例如警车、消防车或救护车等）、当前位置和规划行驶路径，行驶路径以路段标识表示；

2) ESU与CSU交互审核该车辆的用途，并根据用途确定该车辆为紧急车辆后，为该车辆设置代表道路使用优先级的路权等级。ESU向紧急车载OBU发送道路资源调度结果，调度结果中包含为车辆设置的路权等级和分配的道路资源，道路资源以车道标识表示；

3) 车辆根据ESU分配道路资源中的车道标识确定车道行驶。当车辆驶入该车道时向ESU发送驶入通知，ESU将该车道的状态标记为占用。当车辆驶出该车道时向ESU发送驶出通知，ESU将该车道的状态标记为空闲。

5.3.6.5 通信方式

紧急车辆OBU和CSU/ESU应具备无线通信能力，可单播方式进行信息交互。

5.3.6.6 基本性能要求

- 主车车速范围：0-130Km/h；
- 通信距离 $\geq 200\text{m}$ ；
- 信号更新频率 $\geq 10\text{Hz}$ ；
- 系统延迟 $\leq 100\text{ms}$ ；

- 定位精度 ≤ 1.5 m。

5.3.6.7 数据交互需求

EVS的数据交互需求，紧急车辆注册见表13，紧急车辆位置上报见表14，行驶路径见表15，资源调度请求见表16，道路资源调度见表17。

表 14 EVS：数据交互需求（紧急车辆注册：车载 OBU→CSU）

数据	单位	备注
车辆标识		
车辆基本行驶信息		符合附录A的规定
车辆类型	消防车、救护车、 警车等	
目的地址	deg	

表 15 EVS：数据交互需求（紧急车辆位置上报：车载 OBU→CSU）

数据	单位	备注
车辆标识		
车辆基本行驶信息		符合附录A的规定

表 16 EVS：数据交互需求（行驶路径：CSU→车载 OBU）

数据	单位	备注
车辆标识		
规划的行驶路径		

表 17 EVS：数据交互需求（资源调度请求：CSU→ESU）

数据	单位	备注
车辆标识		
规划行驶路径		
路权等级		

表 18 EVS：数据交互需求（道路资源调度：ESU→车载 OBU）

数据	单位	备注
车辆标识	integer	
车道号	integer	

5.3.7 定位参考点

5.3.7.1 应用概要

定位参考点（LR：Location Reference）是指在多道路的结构连接处，在有弱势交通参与者的交叉路口或者交通主管部门认定的交通事故多发易发路段，可以由固定位置点周期性发布地理位置相关信息

息。车载 OBU 可以借助固定位置点的发送信息做为自身参考源，从而提高车载 OBU 在通过该非结构化道路路段时的轨迹精度。

5.3.7.2 预期效果

固定位置点是静止目标，固定位置点周期性发布地理位置相关信息，当 HV OBU 通过复杂路段获得地理位置相关信息，利用上述信息进行精确定位，提升其通过复杂路段的高效性和安全性。

5.3.7.3 主要场景描述

定位参考点场景见图 20。

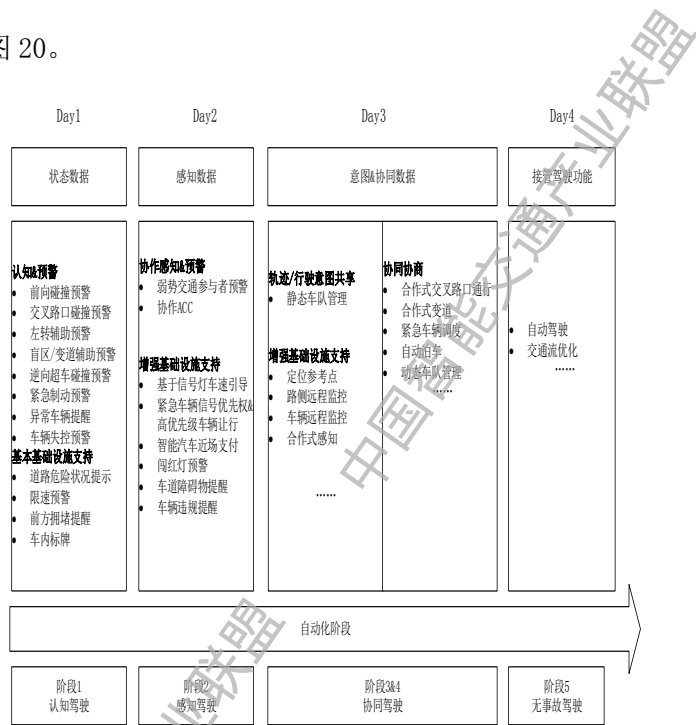


图 20 定位参考点场景

当车辆 HV-1、HV-2、HV-3 通过，固定位置点周期性发布地理位置相关信息，如 RSU 周期性广播地理位置信息或 ESU 发送 RTK 差分数据，HV OBU 可以根据自身传感设备以及 GNSS 定位等技术手段，利用收到的信息对自身迅速精确定位，提高整个 V2X 的系统鲁棒性，精度比 GNSS 或者单独使用某一种正交定位更加精确和高效。

5.3.7.4 基本工作原理

固定位置点应周期性发布地理位置相关信息，HV OBU 利用该信息融合其他的信息精确定位。

5.3.7.5 通信方式

HV OBU、ESU 和 RSU 应具备无线通信能力，可单播或广播方式进行信息交互。

5.3.7.6 基本性能要求

- 通信距离>=200m;

- 数据更新频率 $\geq 1\text{Hz}$;
- 系统延迟 $<100\text{ms}$;
- 定位精度 $<10\text{cm}$ 。

5.3.7.7 数据交互需求

LR 的数据交互需求见表 18。

表 19 LR：数据交互需求（ESU/RSU→HV OBU）

数据	单位	备注
时刻	ms	
定位参考点位置（经纬度）	deg	
定位参考点位置（海拔）	m	
RTK差分数据		RTCM格式

5.3.8 车辆远程管控

5.3.8.1 应用概要

车辆远程管控（RMCV：Remote Management and Control of Vehicles）是针对车辆尤其是自动驾驶车辆的远程管控，是智能交通系统安全和效率的基本需求。

5.3.8.2 预期效果

确保车辆参与交通活动全过程都在智能交通系统管控之下。CSU 可以获取管控所需的车辆信息，并对车辆活动进行必要的管控。车辆在各控制方的博弈下也可以保障系统的有效运转和安全底线。

5.3.8.3 主要场景描述

车辆管控的典型应用场景见图 21。

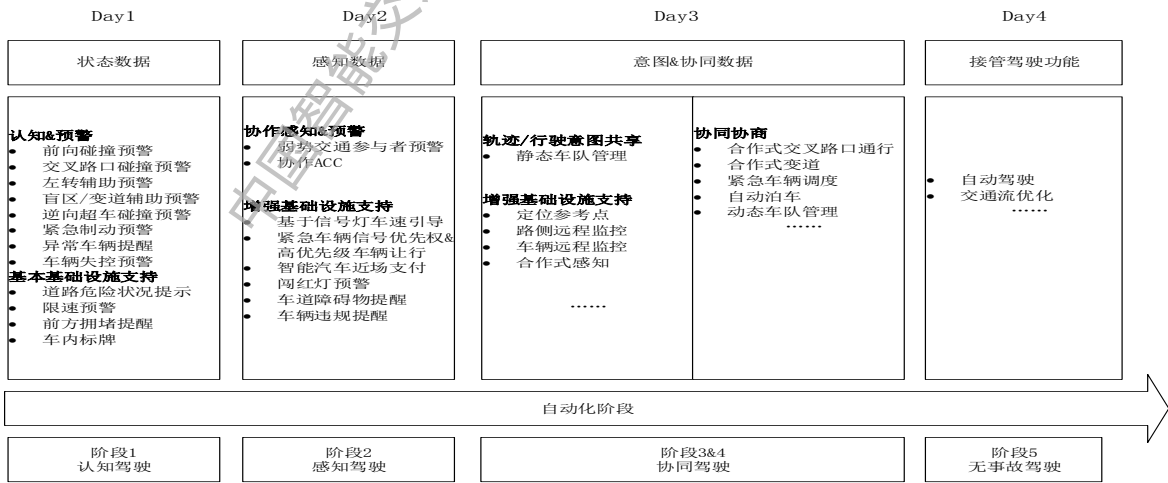


图 21 车辆管控典型场景

车辆与 CSU 之间基于无线通信网络进行以下交互：

a) 车辆与CSU管控关联的建立和取消:

车辆以其使用生命周期中的永久标识,通过注册/注销机制与 CSU 建立/取消管控关联。车辆与 CSU 之间通过管控关联进行控制和数据信息交互。CSU 为车辆分配参与交通活动时的临时标识,以支撑车辆信息的关联和安全。

b) CSU获取车辆信息和实施车辆管控:

CSU 从车辆获取管控所需的车辆信息,包括车辆用户、驾驶模式、使用模式、路权等级、运动状态、操作状态、故障状态、对外感知等。CSU 根据交通安全和效率要求,以及车辆用途需求,动态调整车辆用户、驾驶模式、使用模式、路权等级等。

c) 车辆协调来自各控制方的控制指示:

在不同的驾驶模式下,人类驾驶员和自动驾驶系统对车辆具有不同的控制优先级。CSU 也会对车辆活动进行必要的管控,并为车辆当前控制者的驾驶决策提供参考。因此基于安全和效率因素对车辆控制功能进行分级,并结合各控制方的控制优先级协调其控制指示。

5.3.8.4 基本工作原理

a) 车辆与CSU管控关联的建立和取消:

CSU 的信息在智能交通系统中公知,可被车辆预先配置或即时获取。

车辆在参与交通活动前,向 CSU 发送注册请求,包含该车辆使用生命周期内不发生改变的唯一永久标识,申请建立该车辆与 CSU 之间的管控关联。

CSU 根据该车辆的永久标识查询其安全环保检验、保险税费缴纳、发生盗抢报告等状态信息,若满足参与交通活动的条件,则允许该车辆注册到智能交通系统,为其分配可在智能交通系统中对其识别的临时标识,并与其永久标识关联存储,否则拒绝该车辆注册到智能交通系统。

CSU 向该车辆发送注册响应,若允许建立该车辆与 CSU 之间的管控关联,则包含成功标志和为其分配的临时标识,否则包含失败标志。

该车辆参与交通活动期间,与 CSU 基于管控关联发送或接收与交通应用相关的消息,包括请求-响应或者单向通知。

当其它交通参与者向 CSU 申请的交通应用涉及获取相关车辆的状态信息时,CSU 在确认该交通参与者具有相应权限的前提下,根据该交通应用确定相关车辆及其临时标识,并根据存储的交通应用与车辆状态信息的对应关系表确定所需的车辆状态信息;在从相关车辆获取这些车辆状态信息,并在提供这些车辆状态信息给该交通参与者时,与相应的车辆临时标识相关联。

该车辆在参与交通活动后,向 CSU 发送注销请求,包含该车辆的永久标识,申请取消车辆与 CSU

之间的管控关联。

CSU 根据该车辆的永久标识查询其临时标识以及关联的状态信息，若满足退出交通活动的条件，则允许该车辆从智能交通系统注销，回收为其分配的临时标识，否则拒绝该车辆从智能交通系统注销。

CSU 向该车辆发送注销响应，若允许取消该车辆与 CSU 之间的管控关联，则包含成功标志，否则包含失败标志。

b) CSU 获取车辆信息和实施车辆管控：

车辆参与交通活动期间，CSU 按照预设周期或临时触发的方式获取管控所需的该车辆信息，包括车辆用户（用户标识等）、驾驶模式（自动驾驶/半自动驾驶/人工驾驶等）、使用模式（自用/出租、专用/共享等）、路权等级（紧急车辆/公共车辆/普通车辆等）、运动状态（位置、方向、速度、加速度、角速度等）、操作状态（车灯设置、驾驶员操作等）、部件状态（控制部件、传感部件、显示部件等）、对外感知（其它交通参与者信息、交通环境信息等）等。这些信息分别以车辆参数标识表示，由该车辆主动通报 CSU，或者在 CSU 向该车辆请求之后，该车辆再响应向 CSU 反馈，并与车辆的临时标识关联存储。

CSU 根据为车辆提供的交通应用确定允许使用车辆的用户，以用户标识表示通知车辆更新使用者。当车辆向 CSU 申请更新使用者为以用户标识表示的特定用户时，CSU 审批后向车辆反馈结果，若允许则包含成功标志，若拒绝则包含失败标志。

CSU 根据交通安全需求确定特定场景下允许车辆采用的驾驶模式集合，并根据存储的驾驶模式与优先级的对应关系选择其中最高优先级的驾驶模式，指示车辆采用。当车辆向 CSU 申请采用从车辆预置驾驶模式集合中自选的驾驶模式时，CSU 确定车辆当前所处场景以及该场景下允许车辆采用的驾驶模式集合，若其中包括车辆申请的自选驾驶模式，则指示车辆采用该自选驾驶模式，否则指示车辆采用其中最高优先级的驾驶模式。

CSU 根据交通效率需求指示车辆采用自用/出租、专用/共享两个相互独立的使用模式，并根据车辆使用模式进行车辆调度。自用/出租模式从分时使用角度提高车辆的使用效率：采用自用模式的车辆只允许被自用用户使用，采用出租模式的车辆允许被任意用户独立使用，并基于用户的使用时间计划调度。专用/共享模式从分享空间角度提高车辆的使用效率：采用专用模式的车辆只允许被单一用户使用；采用共享模式的车辆允许被不同用户共同使用，并基于用户的行驶路线计划调度。

CSU 根据车辆的当前用途确定允许车辆当前采用的路权等级，指示车辆采用，并根据该路权等级为车辆调度道路资源。当车辆向 CSU 申请采用自选路权等级时，CSU 确定允许车辆当前采用的路权等级，若其中包括车辆申请的自选路权等级，则指示车辆采用该自选路权等级，否则指示车辆采用与车辆的当前用途匹配的路权等级。当车辆向 CSU 申请更新当前用途时，CSU 审核批准后相应更新允许车辆当前采

用的路权等级。

CSU 根据车辆的位置并结合电子地图，向车辆提供驾驶决策所需的特定范围内的交通状况信息，包括交通设施（交通信号、交通标志等）、行驶环境（天气状况、道路状况等）、其它交通参与者（路权等级、运动状态等）等。这些信息由路侧单元和交通参与者提供。

c) 车辆协调来自各控制方的控制指示：

对于采用人工驾驶模式的车辆，人类驾驶员为当前控制者，人类驾驶员的控制优先级高于自动驾驶系统。对于采用自动驾驶模式的车辆，自动驾驶系统为当前控制者，自动驾驶系统的控制优先级高于人类驾驶员。对于采用半自动驾驶模式的车辆，虽然自动驾驶系统为当前控制者，但是人类驾驶员具有更高控制优先级，因此在必要时可以接管车辆成为当前控制者。

CSU 代表智能交通系统，目前仅对车辆用户、驾驶模式、使用模式、路权等级等进行管理，并为车辆当前控制者的驾驶决策提供参考，未来也可能在有管控的必要时介入车辆的控制。

根据对系统安全的影响程度和可协商定制的灵活程度对车辆控制功能进行分级：协商级的控制功能允许各控制方参与控制，例如路径规划。控制级的控制功能由车辆当前控制者进行控制，例如行驶方向或速度控制。受限级控制功能限制各控制方进行控制，例如超速或碰撞。

车载控制单元根据控制指示所对应车辆控制功能的级别和控制方的控制优先级，确定来自各控制方的控制指示是否有效，若有效则指示相应控制部件实施，若无效则忽略。

若当前控制者无法控制车辆，则按控制优先级从高到低请求其它控制方进行控制，可接手进行控制的控制方的控制指示有效，若无可接手进行控制的控制方则进行应急处理。

5.3.8.5 通信方式

CSU 与车载 OBU 可基于无线网络通过单播方式进行信息交互。

5.3.8.6 基本性能要求

CSU 处理性能和通信性能与其管控区域内车辆数量相适应。

- 管控范围：CSU 所负责的交通管理区域；
- 车辆移动速度：0-150km/h；
- 数据更新频率 $\geq 10\text{Hz}$ ；
- 系统延迟 $< 100\text{ms}$ ；
- 定位精度 $\leq 1\text{dm}$ 。

5.3.8.7 数据交互需求

CSU 与车载 OBU 之间控制和数据信息的交互采用请求-响应机制保障可靠性。RMCV 的数据交互需求

见，车载 OBU 到 CSU 数据交互见表 19，CSU 到车载 OBU 数据交互见表 20 和表 21，CSU 到其他交通参与者数据交互见表 22。

表 20 RMCV：数据交互需求（车载 OBU→CSU）

数据	单位	备注
注册/注销申请		
车辆信息更新申请		
车辆永久标识		
车辆用户		
驾驶模式		
使用模式		
路权等级		
运动状态		
操作状态		
部件状态		
对外感知		

表 21 RMCV：数据交互需求（CSU→车载 OBU）

数据	单位	备注
车辆信息更新指示		
车辆临时标识		
车辆用户		
驾驶模式		
使用模式		
路权等级		
交通状况		

表 22 RMCV：数据交互需求（CSU→车载 OBU）

数据	单位	备注
车辆信息查询申请		

表 23 RMVC：数据交互需求（CSU→其它交通参与者）

数据	单位	备注
车辆临时标识		
车辆驾驶模式		
车辆使用模式		
车辆路权等级		
车辆运动状态		

5.3.9 自动泊车协调

5.3.9.1 应用概要

自动泊车（CAP: Coordination of Automatic Parking）是自动驾驶车辆的基本功能。在智能交通中，为了支持安全和高效的自动泊车，ESU 需要对泊车车辆及其周围其它可能移动物体的移动次序进行有效地协调。

5.3.9.2 预期效果

泊车过程中潜在移动冲突方之间存在意图上的猜测和操作上的竞争,通过 ESU 的介入可以有效保障协调的精确性、合理性和最优性，从而实现安全和高效的自动泊车。

5.3.9.3 主要场景描述

自动泊车的典型应用场景见图 22。

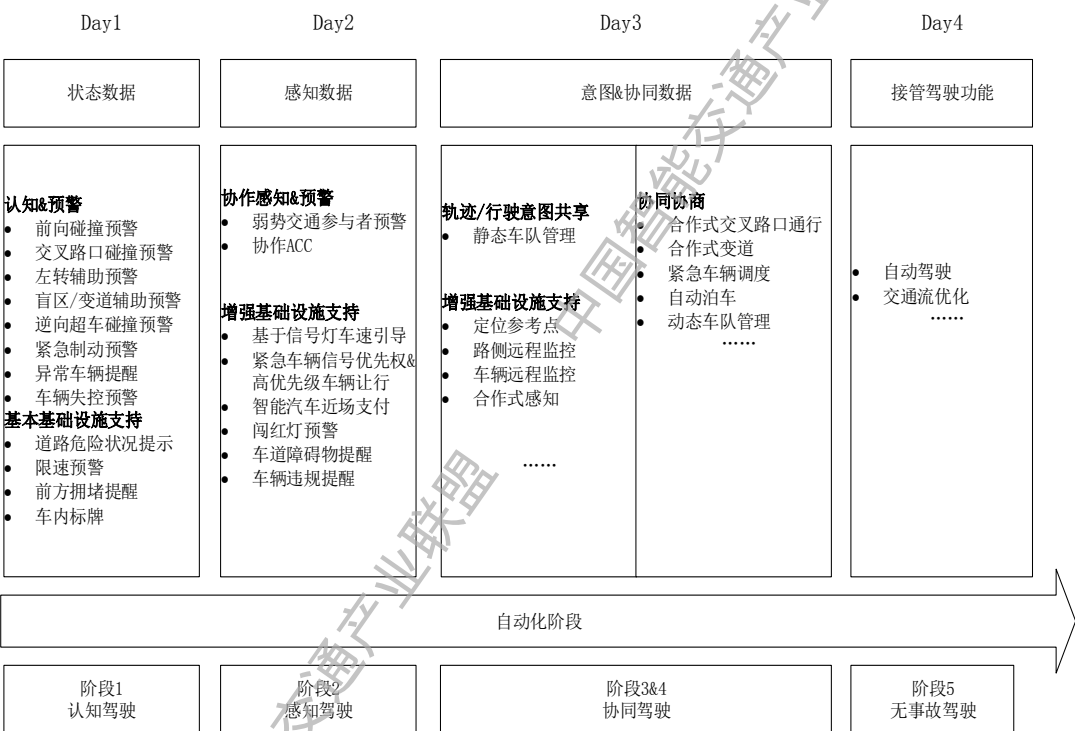


图 22 自动泊车典型场景

- a) 当车辆A通过OBU通知ESU将要泊入车位X时，附近的车辆B通过OBU通知ESU将要驶出车位。在车辆A泊车期间，车辆A的预测移动与车辆B的预测移动可能存在冲突；
- b) 当车辆A通过OBU通知ESU将要泊入车位Y时，附近的行人P通过PSU通知ESU将走向车辆C。在车辆A泊车期间，车辆A的预测移动与行人P的预测移动可能存在冲突。

ESU 基于无线网络对泊车车辆、其它车辆和行人进行以下协调：

- a) 协调泊车过程中潜在移动冲突方的移动次序：

ESU 确定车辆泊车期间的预测移动与其周围特定范围内物体的预测移动是否存在潜在移动冲突，若存在则基于预设规则协调冲突方的移动次序。

b) 提醒泊车车辆周围潜在移动冲突方预防碰撞：

泊车车辆在开始泊车和结束泊车时通知 ESU。ESU 在该车辆泊车期间，提醒其周围的其它潜在移动冲突方注意该车辆正在泊车预防发生碰撞。

5.3.9.4 基本工作原理

a) 协调泊车过程中潜在移动冲突方的移动次序

ESU 接收泊车车辆 OBU 发送的泊入车位方向、该车辆的位置和尺寸、障碍物的位置和尺寸、车位的位置和尺寸，基于这些信息确定泊车期间该车辆的预测移动空间。

ESU 接收该车辆周围特定范围内物体（例如其它车辆 OBU 或行人 PSU）发送的移动目的位置、该物体的位置和尺寸，基于这些信息确定该车辆泊车期间该物体的预测移动空间。

若该车辆的预测移动空间与该物体的预测移动空间存在交叠，则确定该物体为冲突对象。

ESU 基于预设规则确定该车辆和冲突对象的移动优先级。预设规则包括以下规则项，以及相应的规则优先级：

- 1) 行人优先于车辆；
- 2) 驶出车位的车辆优先于泊入车位的车辆；
- 3) 残疾人优先于非残疾人；
- 4) 紧急车辆优先于非紧急车辆；
- 5) 公共车辆优先于非公共车辆；
- 6) 相同属性的行人之间或相同属性的车辆之间随机分配移动优先级。

ESU 根据移动优先级协调该车辆和冲突对象的移动次序。当有移动优先级高于该车辆的冲突对象待移动时，向该车辆 OBU 发送暂停泊车指示；当移动优先级高于该车辆的冲突对象都已移动出该车辆的预测移动空间后，向该车辆 OBU 发送继续泊车指示。

b) 提醒泊车车辆周围潜在移动冲突方预防碰撞

泊车车辆 OBU 在开始泊车时向 ESU 发送通知，然后 ESU 向其周围的冲突对象发送该车辆开始泊车的提示。

ESU 在该车辆泊车期间向其周围的冲突对象周期性地发送该车辆正在泊车的提示。

泊车车辆 OBU 在结束泊车时向 ESU 发送通知，然后 ESU 向其周围的冲突对象发送该车辆结束泊车的提示。

5.3.9.5 通信方式

ESU 与车载 OBU，及其他相关移动物体可基于无线网络通过单播方式进行信息交互。

5.3.9.6 基本性能要求

ESU 处理性能和通信性能与其管控区域内可能移动物体数量相适应。

- 协调范围：以泊入车位为起点、沿可移动方向距离 $\geq 30\text{m}$ 内区域；
- 移动速度：泊车车辆和其它可能移动物体移动速度 $0\text{--}10\text{km/h}$ ；
- 数据更新 $\geq 10\text{Hz}$ ；
- 系统延迟 $\leq 100\text{ms}$ ；
- 定位精度 $\leq 1\text{dm}$ 。

5.3.9.7 数据交互需求

CAP 的数据交互需求，泊车请求见表 23，泊车调度见表 24，移动物体信息见表 25，移动物体调度见表 26。

表 24 CAP：数据交互需求（泊车请求：泊车车载 OBU \rightarrow ESU）

数据	单位	备注
车辆信息查询申请		
车辆标识		
泊入车位方向	deg	
车辆位置（经纬度）	deg	
车辆尺寸（长，宽）	m	
障碍物位置（经纬度）	deg	
障碍物尺寸（长、宽）	m	
车位位置（经纬度）	deg	

表 25 CAP：数据交互需求（泊车调度：ESU \rightarrow 泊车车载 OBU）

数据	单位	备注
泊车暂停/继续指示		

表 26 CAP：数据交互需求（移动物体信息：其他移动物体 \rightarrow ESU）

数据	单位	备注
物体标识		
移动目的位置（经纬度）	deg	
物体位置（经纬度）	deg	
物体尺寸（长，宽）	m	

表 27 CAP：数据交互需求（移动物体调度：ESU \rightarrow 其他移动物体）

数据	单位	备注
移动暂停/继续指示		
泊车车辆开始/正在/结束泊车指示		

5.3.10 道路设施单元远程监控

5.3.10.1 应用概要

道路设施单元位于道路子系统，具体可能是路侧通信单元、信号灯控制单元、视频监控单元等。道路设施单元远程监控（RMRS: Remote Monitoring of Road Side Unit）是对智能交通系统安全和效率的基本需求。为实现道路设施单元远程监控，CSU 及 ESU 需要与道路设施单元进行信息交互和数据同步，道路设施单元也需要发送信息至车载 OBU。

5.3.10.2 预期效果

道路设施单元的设备状态、通讯性能以及交通活动全过程都在智能交通系统管控中。ESU 可以获取道路设施单元提供的交通参与者信息的车辆信息、信号灯信息等，并在必要时对道路设施单元进行管控介入。道路设施单元在被管控介入时也需要保障系统的有效运转和安全底线。

5.3.10.3 主要场景描述

道路设施单元远程管控的典型应用场景见图 23。

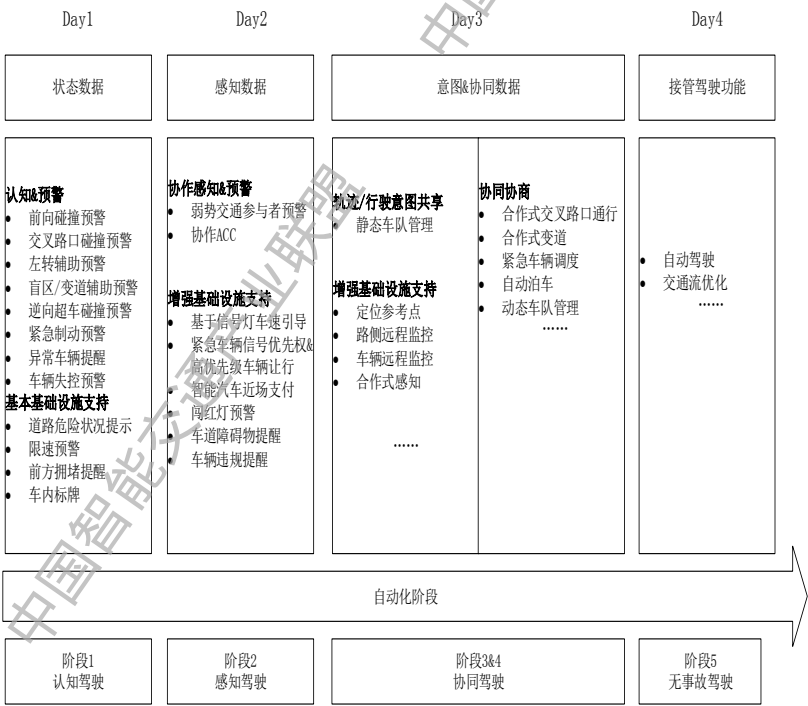


图 23 道路设施单元远程管控场景

ESU 与道路设施单元之间基于有线或者无线通信网络进行以下交互：

- a) ESU与道路设施单元监控关联的登录，道路设施单元使用永久唯一标识与ESU关联，通过登录机制与ESU建立监控关联；
- b) 道路设施单元与ESU交互道路设施单元将获取到的管辖范围内信息上到ESU，包括交通参与者、

道路设施单元状态、时间校准、信号灯信息及视频等。道路设施单元可接收ESU下发的信息，并广播至所管辖范围内车辆，包括交通标识标牌，交通事件等；另外ESU可以根据交通安全和效率的要求对道路设施单元进行控制，如动态调整信号灯。

5.3.10.4 基本工作原理

a) 道路设施单元登录：

道路设施单元具有唯一设备编号，在系统中道路设施单元通过唯一设备编号与所管辖 ESU 进行登录的关联。

道路设施单元可以向 ESU 发送登录请求消息，ESU 对所登录道路设施单元信息进行验证，道路设施单元检验成功后由 ESU 生成所管辖范围唯一的通信编号，之后使用该编号进行通信。

当道路设施单元中断再次登录时，ESU 会重新为道路设施单元生成新的通信编号，道路设施单元使用最新分配的通信编号与 ESU 进行通信。

b) 道路设施单元与ESU交互：

道路设施单元与 ESU 交互的信息包括设施单元状态上报控制信息，及道路设施单元获取到的数据信息包括交通参与者及视频等信息。

路侧单元属于道路设施单元，在参与交通活动期间，将收集到的车辆信息上报到 ESU，车辆信息包括驾驶模式（自动驾驶/半自动驾驶/人工驾驶等）、运动状态（位置、方向、速度、加速度、角速度等）、操作状态（车灯设置、驾驶员操作等）等。

ESU 下发到路侧单元的广播信息如下：

- 1) 交通标志（限速标志、限高标志灯等）；
- 2) 环境信息（天气状况、道路状况等）；
- 3) 交通活动（交通拥堵、交通事件、交通诱导等）等。

道路设施单元上报到 ESU 的设备信息包括：

- 1) 信号灯信息；
- 2) 交通环境信息；
- 3) 路侧感知信息，包括视频等信息；
- 4) 道口设施单元的设备状态信息等。

ESU 发送到道路设施单元的设备控制信息包括：

- 1) 信号灯控制；
- 2) 道路设施单元控制信息，如远程维护，摄像头角度控制等。

5.3.10.5 通信方式

道路设施单元与 ESU 基于有线或无线进行全双工通信。

5.3.10.6 基本性能要求

- 通信距离 $\geq 200\text{m}$;
- 信号更新频率 $\geq 5\text{Hz}$;
- 系统延迟 $\leq 100\text{ms}$;
- 定位精度 $< 2\text{m}$ 。

5.3.10.7 数据交互需求

RMRS 的数据交互需求, 登录请求见表 27, 登录回应见表 28, 心跳上报见表 29, 心跳回应见表 30, 校时请求见表 31, 校时回应见表 32, 从道路设施单元到 ESU 的状态信息上报见表 33, 从信号灯到 ESU 的状态信息上报见表 34。

表 28 RMRS: 数据交互需求 (登录请求: 道路设施单元→ESU)

数据	单位	备注
设备唯一编码		设备唯一编码, 由设备提供方或 ESU 分配, 在监控平台数据库登记入库
设备名称		设备名称如车载名称, 其他设备名称
时间戳	ms	精度为 ms

表 29 RMRS: 数据交互需求 (登录回应: ESU→道路设施单元)

数据	单位	备注
中心消息		中心回复成功消息内容。
鉴权码		中心回复给设备的鉴权码, 设备需要保存, 并在其他数据类型中使用
时间戳	ms	精度为 ms

表 30 RMRS: 数据交互需求 (心跳上报: 道路设施单元→ESU)

数据	单位	备注
设备唯一编码		设备唯一编码, 由设备提供方或 ESU 分配, 在 ESU 数据库登记入库
鉴权码		必须上传服务器反馈的鉴权码

表 31 RMRS: 数据交互需求 (心跳回应: ESU→道路设施单元)

数据	单位	备注
鉴权码		中心回复给设备的鉴权码。

表 32 RMRS: 数据交互需求 (校时请求: 道路设施单元→ESU)

数据	单位	备注
设备唯一编码		设备唯一编码, 由设备提供方或 ESU 分配, 在 ESU 数据库登记入库
鉴权码		必须上传服务器反馈的鉴权码

表 33 RMRS: 数据交互需求 (校时回应: ESU→道路设施单元)

数据	单位	备注
鉴权码		中心回复给设备的鉴权码。
时间戳	ms	精度为 ms

表 34 RMRS: 数据交互需求 (状态信息上报: 道路设施单元→ESU)

数据	单位	备注
设备唯一编码		设备唯一编码, 由设备提供方或 ESU 分配, 在 ESU 数据库登记入库
鉴权码		必须上传服务器反馈的鉴权码
在线状态		0x01: 在线, 0x02: 不在线
工作状态		0x00 表示正常工作, 其他值表示不正常工作错误代码
时间戳	ms	精度为 ms

表 35 RMRS: 数据交互需求 (状态信息上报: 信号灯→ESU)

数据	单位	备注
设备唯一编码		设备唯一编码, 由设备提供方或 ESU 分配, 在 ESU 数据库登记入库
鉴权码		必须上传服务器反馈的鉴权码
区域号		区域号, 路口号用于唯一标识信号机身份
路口号		区域号, 路口号用于唯一标识信号机身份

表 36 (续)

数据	单位	备注
信号灯状态信息		SPAT格式，包括 1. 当前灯态：针对该车道每一个车道属性（允许行驶方向）的信号灯状态 2. 红变绿剩余时间/ 绿变红剩余时间：可预测一个周期或两个周期 3. 红绿灯配时是否自适应控
时间戳	ms	精度为 ms

附录 A
(规范性附录)
车辆基本行驶信息

车辆基本行驶信息见表A. 1。

表 A. 1 车辆基本行驶信息

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	
横摆角加速度	deg/s	

附录 B
(资料性附录)
应用交互数据集增补

ESA交互的数据集遵循《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》。消息体了沿用已定义的消息、数据帧和数据元素，如CI中的行驶意图可使用DF_PathPrediction、DF_NodeReferenceID和DE_LandID。

对于ESA参考《SAE J2735 专用短程通信消息集字典》宜增补如下数据帧和数据元素。

B.1 数据帧

数据帧是由其他数据单元或数据类型组合而成，具有特定的实际意义，是消息体的组成部分。

a) Data Frame: DF_ObstacleDetection

【定义】

用于关联检测到的障碍物与其基本的位置信息。

【ASN. 1】

```
ObstacleDetection ::= SEQUENCE {
  obDist ObstacleDistance, -- Obstacle Distance
  obDirect ObstacleDirection, -- Obstacle Direction
  description ITIS.ITISCodes(523..541) OPTIONAL,
  -- Uses a limited set of ITIS codes
  locationDetails ITIS.GenericLocations OPTIONAL,
  dateTime DDateTime, -- Time detected
  vertEvent VerticalAccelerationThreshold OPTIONAL,
  -- Any wheels which have
  -- exceeded the acceleration point
  ...
}
```

B.2 数据元素

数据元素是消息体或数据单元的组成部分。它由基本数据类型定义产生，具有实际物理意义。

a) Data Element: DE_Angle

【定义】

定义角度的测量单位

【ASN. 1】

Angle ::= INTEGER (0..28800)
 -- LSB of 0.0125 degrees
 -- A range of 0 to 359.9875 degrees

b) Data Element: DE_ObstacleDistance

【定义】

车辆传感器检测到障碍物的相对于车辆距离

【ASN.1】

ObstacleDistance ::= INTEGER (0..32767) -- LSB units of meters

c) Data Element: DE_ObstacleDirection

【定义】

车辆传感器检测到障碍物的相对于车辆的方向

【ASN.1】

ObstacleDirection ::= Angle

d) Data Element: DE_VerticalAccelerationThreshold

【定义】

指示哪个轮子的垂直加速度超过当前设置的阈值

【ASN.1】

VerticalAccelerationThreshold ::= BIT STRING {
 notEquipped (0), -- Not equipped or off
 leftFront (1), -- Left Front Event
 leftRear (2), -- Left Rear Event
 rightFront (3), -- Right Front Event
 rightRear (4) -- Right Rear Event
} (SIZE(5))

附录 C
(资料性附录)
其他应用概述

车辆编队和车辆远程驾驶也是面向智能网联驾驶的重要应用场景，但是由于应用比较复杂，建议单独立项进行标准化。

C.1 车辆编队运营

单一车道内的相邻车辆构成编队，根据头车或相邻车辆信息自动调整自车运动状态，最终达到期望的行驶速度和跟车距离。车辆编队可以显著减缓交通拥堵、改善交通效率、提高驾驶安全性和改进燃油经济性。

C.1.1 车辆编队组队方式

- a) 头车由专业驾驶员驾驶：一组车辆一起行驶，头车用熟练的专业驾驶员正常驾驶，多个后续车辆由系统完全自动驾驶，头车与其它车辆在很小的车间距进行信息交互；
- b) 头车为自动驾驶：一组车辆一起行驶，所有的车辆都由系统完全自动驾驶。

C.1.2 车辆编队场景

车辆编队需要考虑场景可以分为基础场景、增强场景及扩展场景。

a) 基础场景：

- 1) 编队创建：头车驾驶员创建编队，从车在编队尾部加入车辆；
- 2) 稳态行驶：头车驾驶员进行人工驾驶，从车是人工监控的自动驾驶。编队行驶过程中保持稳定的车距，在异常情况下，为人工接管预留充足时间；
- 3) 动态退出：到达目的地附近提醒从车退出编队，在全部车辆退出后编队解散。

b) 增强场景：

- 1) 动态编队：系统调度员可以动态创建、退出和解散编队。编队行驶过程中，车辆可以加入到编队中间；
- 2) 编队解散：系统调度员和头车可以主动发起编队解散；
- 3) 编队停车：编队在到达目的地或有遇到特殊情况而导致的停车；
- 4) 紧急处理：紧急情况下的编队紧急停靠或换道；
- 5) 动态穿插：非编队车辆插入和离开。

c) 扩展场景：

- 1) 动态编队：在头车和从车全部自动驾驶时，从车可以跟随头车完成换道等操作；

- 2) 进出专用道：编队临时借用非专用道（由于施工或避障等原因），经过非专用道进出高速；
- 3) 进出匝道：从车跟随头车进出高速匝道；
- 4) 进出收费站：编队在头车人工驾驶或全自动驾驶情况下进出收费站；
- 5) 进出服务区：基于车路协同，编队基础服务区。在头车人工驾驶情况下，头车协同从车进出服务区。

C.2 车辆远程驾驶

车辆远程驾驶概念指的是由人或者云计算平台远程控制车辆。车辆远程驾驶可以让一个远端的驾驶员或者一个V2X应用远程操作一辆车，该车的乘客不能自己驾驶。适用于封闭园区或路径可以预测的情况，例如公共交通可以使用基于云计算驾驶。

公共汽车按照预先定义好的静态路径、规定的车道上行驶并且按照定义好的车站停车。对于这些公共汽车，车内和车外的实时影像均需要实时回传，从而远端的操作人员可以针对不同的情况进行相应的处理，比如乘客上下车。

自动驾驶需要大量的传感器以及诸如目标识别等相关的复杂算法，而依赖于人操作的远程驾驶则可以降低这种需求。例如车载摄像头可以把影像实时的传给远端的操作人员，操作人员不需要借助任何复杂计算的帮助即可以很容易理解车辆可能遇到的危险，然后基于该实时影像，远端的操作人员可以把指令发给对应车辆。

当云计算代替人类操控的时候，车辆之间可以进行有效协调。例如，如果所有的车辆均将其安排和目的地信息告知云计算平台，云计算平台可以统一协调车辆的具体行驶路径。这种协调可以有效地降低交通拥堵、减少整体的出行时间从而带来更好的燃油效率。

附录 D
(资料性附录)
Day1-Day4 应用定义

Day1-Day4应用及业务见图D. 1。



图 D. 1 Day1-Day4 应用及业务

依据中国车联网产业和标准化进程，参考《TITS 0058-2016 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》和《TITS 0097-2017 合作式智能运输系统 增强应用集》，初步定义出符合中国国情的商业化进程 Day1-Day4，供产业参考。

a) Day1:

Day1 依据状态数据进行预警，状态数据包括车辆和道路基本信息，如车辆速度、方向，加速度等；道路限速，拥堵等信息。该阶段主要是面向低级别认知驾驶，通过 V2V 及 V2I 为驾驶员提供辅助驾驶信息。

b) Day2:

Day2 在 Day1 基础上，依据感知数据进行协作感知和预警。车辆或路侧传感器将感知到的目标共享。路侧交通设施通过局部感知及处理能力的提升，提供更多 V2I 服务，特别是在 V2X 终端低覆盖的区域。

c) Day3:

Day3 在 Day1 和 Day2 基础上，车辆可以共享行驶轨迹和意图相关数据。车辆与车辆之间，车辆与基础设施之间进行意图共享及协商，实现更为复杂的应用如合作式变道，交叉道口通行及动态车队等。

d) Day4:

Day4 是机器全面接管驾驶功能的全自动驾驶阶段。

中国智能交通产业联盟

中国智能交通产业联盟

附 录 E
(资料性附录)
智能网联汽车网联化等级

智能网联汽车网联化等级来自《智能网联汽车技术路线图》见表 E. 1。

表 E. 1 智能网联汽车网联化等级

网联化等级	等级名称	等级定义	控制	典型信息	传输需求
1	网联辅助信息交互	基于车-路、车-后台通信, 实现导航等辅助信息的获取以及车辆行驶数据与驾驶员操作等数据的上传	人	地图、交通流量、交通标志、油耗、里程、驾驶习惯等信息	传输实时性、可靠性要求较低
2	网联协同感知	基于车-车、车-路、车-人、车-后台通信, 在共享自车感知信息的同时, 实时获取车辆周边交通环境信息, 作为自车决策和控制系统的输入	人与系统	周边车辆、行人、非机动车位置速度、信号灯相位、道路预警等信息。	传输实时性、可靠性要求较高。
3	网联协同决策与控制	基于车-车、车-路、车-人、车-后台通信, 实时并可靠获取车辆周边交通环境信息及车辆决策信息, 车-车, 车-路等各交通参与者之间信息进行交互融合, 形成车-车、车-路等各交通参与者之间的协同决策与控制	人与系统	车-车、车-路之间的协同控制消息	传输实时性、可靠性要求最高。

中国智能交通产业联盟

标准

标准名称

T/ITS 0098-2018

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 02 月第一版 2019 年 02 月第一次印刷