

# 团体标准

T/ITS XXXX-XXXX

## 自主式交通系统 道路交通互操作群智决策控制通用规范

General specification for interoperable swarm intelligence decision-making and control of road traffic for architecture autonomous transportation system

(征求意见稿)

本稿完成日期：2026 年 6 月 8 日

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。

20\*\*--\*\*--\*\*发布

20\*\*--\*\*--\*\*实施

中国智能交通产业联盟 发布



## 目 次

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 前 言 .....                        | II |
| 1 范围 .....                       | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....                  | 1  |
| 3 术语、定义和缩略语 .....                | 1  |
| 3.1 术语和定义 .....                  | 1  |
| 3.2 缩略语 .....                    | 2  |
| 4 自主式交通系统道路交通互操作群智决策控制运行架构 ..... | 2  |
| 4.1 物理结构 .....                   | 2  |
| 4.2 逻辑结构 .....                   | 3  |
| 4.3 控制结构 .....                   | 3  |
| 5 自主式交通系统道路群智控制的互操作功能要求 .....    | 4  |
| 5.1 一般要求 .....                   | 4  |
| 5.2 路段车车互操作群智控制功能要求 .....        | 5  |
| 5.3 交叉口车路互操作群智控制功能要求 .....       | 6  |
| 5.4 区域多交叉口互操作群智控制功能要求 .....      | 7  |
| 6 自主式交通系统多交通主体互操作群智控制典型场景 .....  | 7  |
| 6.1 车车互操作博弈控制场景 .....            | 7  |
| 6.2 车路互操作博弈控制场景 .....            | 8  |
| 6.3 多交叉口互操作控制场景 .....            | 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。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件主要起草单位：北京航空航天大学、交通运输部公路科学研究所、北京交通大学、北方工业大学、华路易云科技有限公司。

本文件起草人：任毅龙、于海洋、付翔、姜涵、王江锋、王庞伟、赵新勇、余红艳、李振华、张名芳、周文、张硕、赵艺萱、张范、陆洋、马旭光、李云飞、宋玉超、陈川、杨沂波、顾惠楠、刘砚玥。

# 自主式交通系统 道路交通互操作群智决策控制通用规范

## 1 范围

本文件规定了自主式交通系统道路交通互操作群智决策控制通用规范，具体包括运行架构、功能要求以及典型场景。

本文件适用于自主式交通系统道路交通互操作群智决策控制场景。

## 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/T 39900-2021 道路交通信号控制系统通用技术要求

YD/T 3755-2020 基于LTE的车联网无线通信技术—支持直连通信的车载终端设备技术要求、

T/ITS 0287-2025 自主式交通系统 自动驾驶车辆信息互操作通用技术要求

T/ITS 0292-2025 自主式交通系统 互操作机制模型

T/ITS 0293.1-2025 自主式交通系统 交通语义表示语言 第1部分：通用定义

T/ITS 0295-2025 自主式交通系统 互操作传输协议

## 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

**自主式交通系统** autonomous transportation system

自主式交通系统是以自感知、自适应、自学习、自组织为特征的高度自治的交通系统。

【来源】 T/ITS 0292-2025

#### 3.1.2

**互操作** interoperation

两个或两个以上的系统或组件之间交换数据并使用相互间理解的已交互数据的能力。

【来源】 T/ITS 0292-2025

#### 3.1.3

**交通主体** traffic subject

自主式交通系统中，通过信息接收、分析决策和控制功能实现明确功能目标的基础单元。

【来源】 T/ITS 0292-2025

#### 3.1.4

##### 交通语义表示语言 traffic semantic representation language

交通语义表示语言是一种以形式化方式准确描述交通内容的语言，具有语义表示、语义理解、语义交互、逻辑推理和互操作等能力。

【来源】 T/ITS 0293.1-2025

#### 3.1.5

##### 信息互操作 information interoperation

两个或多个交通主体之间通过协商在连接参数、数据交互、语义表示等方面达成一致的操作，使得各个自动驾驶车辆以互操作语言具备理解交互数据并高效融合数据的能力。

【来源】 T/ITS 0287-2025

#### 3.1.6

##### 互操作对象 information interoperation

进行互操作的两个或两个以上的交通主体、系统或组件。

【来源】 T/ITS 0292-2025

### 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件

RSU:路侧单元(Road Side Unit)

OBU:车载单元 (On Board Unit)

AV: 自动驾驶车辆(Autonomous vehicles)

## 4 自主式交通系统道路交通互操作群智决策控制运行架构

### 4.1 物理结构

自主式道路交通互操作群智决策控制架构图见图1，包括硬件设备、通信网络、控制中心三部分；

a) 硬件设备，包含道路交通信号灯，移动边缘计算单元，可变信息交通诱导屏，网络通信模块，交通检测设备等。

b) 通信网络，包括车车通信，车路通信，应采用通用的网络通信设备构建，可使用有线通信、无线通信或有线无线相结合的通信方式。

c) 控制中心，包括数字孪生仿真平台，决策输出服务器，数据服务中心，存储服务器等。

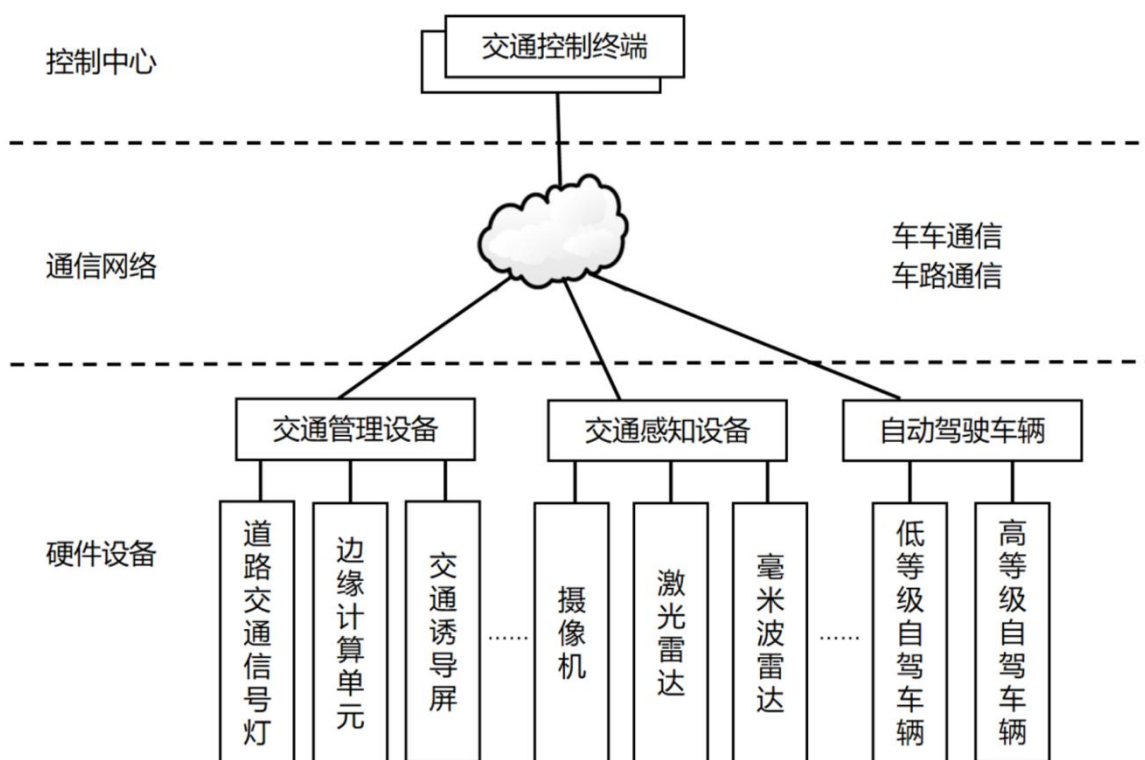


图1 物理结构

#### 4.2 逻辑结构

包括设备层、语义层、网络层、服务层以及应用与展示层：

- 设备层包括车端、路端与云端设备，与物理结构硬件设备对应
- 语义层定义了统一的数据模型语义规范
- 网络层保证各层之间以及系统与外部环境间的信息传输
- 服务层能够建立交通状态评估、交通预测、群智控制等各类功能服务
- 应用与展示层通过建立数字孪生下互操作场景，展示交通信息查询、远程监控等信息服务

#### 4.3 控制结构

控制结构见图2，包括路段互操作决策控制、交叉口互操作决策控制以及区域互操作决策控制。

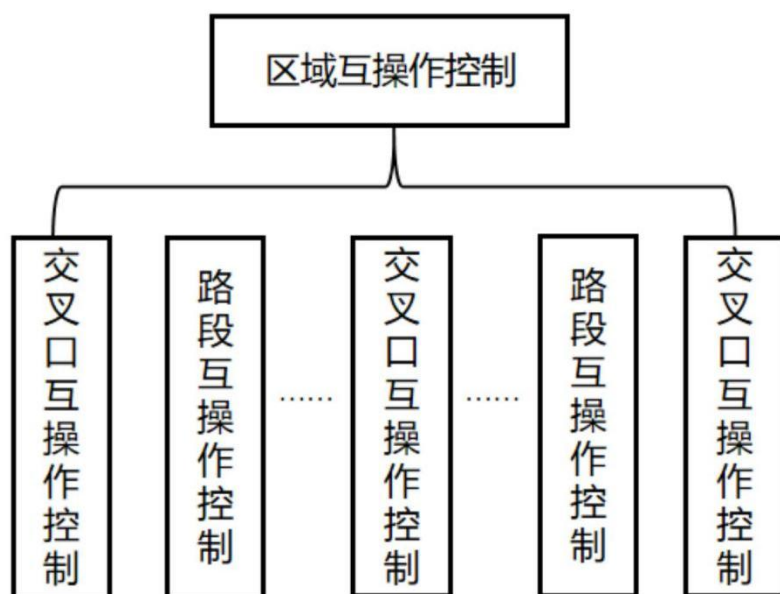


图2 控制结构

## 5 自主式交通系统道路群智控制的互操作功能要求

### 5.1 一般要求

#### 5.1.1 实时性要求

车载直通直连通信频段遵照如下要求：a)支持工作频率范围：5905MHz~5925MHz工作频率；b)信道带宽支持10MHz、20MHz两种制式。

参考YD/T 3755-2020，车载终端通信可靠性应符合：a)安全通信距离内丢包率不大于10%；b)安全通信距离内时延不大于100ms。

#### 5.1.2 协同性要求

互操作群智控制应支持中心式、分布式、分层式架构。

中心式协同结构：存在一个中心节点，所有边缘交通主体将语义信息上传至中心节点，由中心节点进行全局数据处理、融合、计算，再将子任务下发至各个边缘主体；

分布式协同结构：不存在中心节点，各个交通主体地位平等，通过直接通信与其他邻近主体交换语义信息，通过相互协商达成局部协同；

分层式协同结构：融合了中心式和分布式优点的混合模型，将系统划分为不同的层次，不同层次的节点承担不同的职责。

#### 5.1.3 安全性要求

应支持身份认证、数据加密、权限控制、日志追溯、故障检测、异常隔离的功能，当通信中断或关键设备故障时，应进入最小风险运行状态。

#### 5.1.4 互操作数据要求



互操作数据的语义建模、互操作框架参考T/ITS 0292-2025，互操作语言遵循T/ITS 0293.1-2025；互操作数据应采用统一的数据元素定义、统一编码规则和统一消息结构，并支持时间同步、完整性校验及数据溯源。

### 5.1.5 网联联控要求

自主式交通系统互操作控制协议网络层默认采用车联网安全报文协议，同时可兼容TCP/IP、UDP/IP通用网络协议，接入层可按需选配NR-V2X、4G、5G、ETC-DSRC、WiFi等通信制式。

## 5.2 路段车车互操作群智控制功能要求

### 5.2.1 低等级-低等级车车互操作控制功能

路段车车互操作群智控制系统支持低等级自动驾驶车辆之间的运行状态感知与信息共享，由于低等级自动驾驶车辆环境感知能力和协同决策能力有限，应依托路侧感知与边缘计算设施实现车辆运行信息的汇聚和共享。其功能应包括：

- a) 轨迹预测：根据车辆当前位置、速度、加速度及历史运行轨迹，对车辆未来短时轨迹进行预测，识别潜在冲突点和风险区域；
- b) 风险评估：对车辆间安全距离、碰撞时间等指标进行实时计算，识别换道冲突、汇入区冲突、急减速传播、交通拥堵等风险场景；
- c) 交通管控：低等级车辆驾驶员应根据路侧节点发布的诱导信息进行人工控制或辅助驾驶控制，实现车辆稳定跟驰、协同换道、冲突规避和安全通行。

### 5.2.2 低等级-高等级车车互操作控制功能

高低等级自动驾驶车辆混行时，高等级自动驾驶车辆依托车载软硬件完成自主环境感知与驾驶决策；低等级自动驾驶车辆受车载设备性能限制，需依托路侧基础设施补足感知、决策能力缺口。数据交互规则区分两类车型：低等级车辆通过OBU设备向路侧节点上传位置、车速、加速度、航向角、转向参数、当前车道与目标车道等基础行驶数据；高等级车辆除上报上述基础行车信息外，额外上传目标车速、目标车道、预估行驶轨迹、车辆驾驶决策及实时行车风险评估数据。具体功能划分如下：

- a) 高等级车辆协同控制：高等级车辆应能够接收路侧节点发布的协同决策信息，包括协同轨迹建议、通行优先级、协同速度控制、风险规避策略、冲突消解建议等信息，并结合自身自主决策系统完成控制执行；
- b) 低等级车辆诱导控制：低等级车辆应接收路侧节点发布的诱导控制信息，包括推荐速度、车道选择建议、跟驰距离建议、换道时机建议、风险预警、通行顺序提示等信息，引导驾驶员或辅助驾驶系统执行相应操作；
- c) 冲突消解与优化：通过调整车辆通行顺序、速度引导和轨迹协调策略，实现交通冲突消解和运行效率优化，降低冲突风险和车辆运行延误；
- d) 安全保障：当协商失败或冲突风险超过安全阈值时，系统应触发安全控制机制，包括 风险预警发布、降速控制建议、禁止换道建议、紧急避让建议、安全停车建议。

### 5.2.3 高等级-高等级车车互操作控制功能

高等级车辆应通过车车通信和车路协同通信方式实时共享车辆运行信息，包括：车辆位置、速度、加速度等运动状态信息；车辆航向角、转向状态及控制状态信息；车辆环境感知结果；周边目标检测与识别信息；驾驶意图与行为决策信息；目标轨迹与轨迹规划信息；控制策略与执行状态信息；风险评估与安全状态信息。

高等级车辆基于共享信息构建协同环境模型和群体运行状态模型，实现交通环境认知一致性和运行状态同步，系统应支持以下分布式协同决策功能：

- a) 路权协商决策：车辆应能够针对合流、汇入、交织、换道、超车及交叉路径等场景开展路权协商，动态确定车辆通行优先级和通行顺序；
- b) 分布式协同决策：各车辆应基于共享状态信息和统一协同规则，联合生成车辆运行策略，实现多车协同决策和协同控制；
- c) 冲突预测与主动消解：系统应根据车辆规划轨迹和行为意图对潜在冲突进行预测，并通过速度调整、轨迹重规划或通行顺序优化等方式主动消解冲突；
- d) 群体运行优化：车辆群体应通过协同决策优化整体交通流运行状态，提高道路资源利用效率和通行能力。

## 5.3 交叉口车路互操作群智控制功能要求

### 5.3.1 低等级车路互操作控制功能

低等级车辆与路侧基础设施之间应通过车路通信、交通诱导设备或移动终端等方式建立互操作关系，实现车辆运行状态感知、交通信息共享和协同控制。具体功能如下：

- a) 路段路侧节点应实时采集车辆位置、速度、加速度、车道占用状态以及道路交通运行状态等信息，并对交通流状态进行分析评估。路段路侧节点应根据车辆运行方向、目的地信息及交通组织需求，向车辆提交通行许可、交通流特征信息以及路段运行状态信息。
- b) 车辆驾驶员应根据接收到的诱导信息实施驾驶操作，实现车辆运行状态与交通控制策略的协同配合。
- c) 通过车路协同控制，可支持交通流运行状态实时感知与共享、车辆到达时间预测与协调控制、信号控制与车辆运行协同优化、排队长度控制与拥堵缓解、车辆冲突预警与风险提示、交通流均衡分配与路网协同运行等功能
- d) 系统应具备异常状态检测与降级运行能力。当通信中断、设备故障或信息异常时，应自动切换至常规交通控制模式，确保道路交通运行安全。

### 5.3.2 高等级车路互操作控制功能

高等级自动驾驶车辆应能够与交叉口路侧节点建立双向实时互操作关系，通过标准化通信协议实现车辆状态、环境感知结果、驾驶意图、规划轨迹及控制指令的高频交互。具体功能如下：

- a) 高等级自动驾驶车辆可实时向交叉口路侧节点上传车辆位置、速度、加速度及姿态信息、当前驾驶状态与自动驾驶等级信息、目标路径与行驶意图信息、预测轨迹与到达时间信息、感知目标及周边环境信息、特殊任务或优先通行需求信息等。
- b) 交叉口路侧节点应融合车辆上传信息、路侧感知设备信息以及交通控制系统信息，构建交叉口全局交通状态模型，实现车辆、非机动车、行人以及交通设施的统一数字化表达。
- c) 基于全局交通状态模型，交叉口路侧节点实现路权协商与动态分配、多主体冲突检测与风险评估、多车辆协同轨迹规划、车辆到达时间优化控制、交通流组织与协调控制、信号控制与轨迹联合优化、优先通行策略生成、交通资源动态分配等功能
- d) 交叉口路侧节点应根据协同决策结果向车辆下发推荐轨迹、推荐速度、推荐加速度、推荐通过时间窗口以及协同控制指令等信息。车辆应结合自身控制系统和安全约束条件，对接收到的信息进行验证与执行，并向路侧节点反馈执行状态。

#### 5.4 区域多交叉口互操作群智控制功能要求

##### 5.4.1 区域多交叉口群智控制知识库

区域控制系统应建立交通群智知识库，包括交通场景知识库、交通规则知识库、决策控制知识库。

- a) 交通场景知识库存储车辆跟驰场景、车辆汇入场景、编队控制场景、路口冲突场景等；
- b) 交通规则知识库存储交通法律法规、交通通行规则、安全规则；
- c) 交通决策知识库存储路权协商策略、冲突消解策略、信号优化策略等。

##### 5.4.2 区域多交叉口群智控制功能

区域多交叉口群智控制应包括如下功能：

- a) 交叉口之间共享流量信息、排队长度、信号状态、风险状态等信息；
- b) 区域控制中心建立全局交通状态模型；
- c) 可进行干线绿波控制、区域协调控制、动态配时控制；
- d) 支持跨交叉口轨迹连续优化、区域级路权动态分配；
- e) 支持突发事件协同处置；
- f) 可实现路网级资源优化、多交叉口协同运行、干线绿波连续通行、区域交通效率最大化。

#### 6 自主式交通系统多交通主体互操作群智控制典型场景

##### 6.1 车车互操作博弈控制场景

###### 6.1.1 车车互操作博弈控制场景具体描述

车车互操作博弈场景具体描述如下：

- a) AV-1（自动驾驶车辆）作为编队主车在道路上行驶，AV-2至AV-n通过互操作链路与AV-1建立连接关系；

- b) 主车AV-1向车队成员AV-2至AV-n发布编队控制请求，各成员车辆反馈自身运行状态、车辆能力和任务需求；
- c) 主车基于车队整体运行目标生成统一控制策略，车队按照统一决策结果完成加速、减速、换道和路径调整，在车辆入队、离队或道路环境变化时，重新生成编队控制策略。

### 6.1.2 车车互操作博弈控制场景工作原理

车车互操作博弈控制场景工作原理如下：

- a) 当编队主车AV-1领导车队通行时，车载计算单元根据实时感知数据，并结合路口的地图信息，给车队中的车辆制定统一的行驶策略，包括给不同的车辆规划不同的车道、对应的行驶速度、行驶路径等；
- b) AV-2至AV-n接收来自AV-1的信息，并将消息发送给自车车载计算单元，结合自身感知的路况信息与自身通行需求，通过车辆线控系统按照原本制定的行驶策略或AV-1更新的行驶策略对车辆进行实时控制；
- c) 自动驾驶车辆入队或离队时，向AV-1发送请求信息，根据接收到的行驶策略，结合自身感知的路况信息通过车辆线控系统对车辆进行入队/离队控制。

### 6.1.3 车车互操作博弈控制场景预期效果

降低车辆跟驰间距，提高道路通行能力；减少车辆频繁加减速行为，提高行驶稳定性；降低车辆能耗和碳排放；提升车辆群体运行效率和安全水平；实现复杂交通环境下的协同驾驶能力。车车互操作博弈控制场景见图3。



图3 车车互操作博弈控制场景

## 6.2 车路互操作博弈控制场景

### 6.2.1 车路互操作博弈控制场景具体描述

车路互操作博弈控制场景具体描述如下：

- a) AV-1（自动驾驶车辆）的感知单元检测到接近交叉口；
- b) AV-1的车载感知设备将车辆的位置、速度及行驶意图等信息发送给互操作计算单元进行实时处理；
- c) AV-1以互操作语言将信息发送给通信范围内的交叉口RSU，获取交叉口实时信号状态；

- d) 边缘控制节点建立车辆与信号联合优化模型；
- e) 系统生成车辆最优轨迹和信号优化方案；
- f) AV-1按照推荐轨迹运行；
- g) 信号控制机根据交通需求动态调整信号配时。

### 6.2.2 车路互操作博弈控制场景工作原理

车路互操作博弈控制场景工作原理如下：

- a) 自动驾驶车辆通过互操作链路向路侧发送车辆运行状态；
- b) 路侧系统获取信号剩余时间、相位状态及交通流信息；
- c) 路侧计算单元建立车辆轨迹优化模型和信号控制优化模型，利用群智协同算法联合求解最优控制策略；
- d) RSU将输出的推荐速度、通过时间窗口以及轨迹控制信息，以点对点的方式通过互操作链路发送给自动驾驶车辆；
- e) 自动驾驶车辆根据反馈的优化结果调整行驶轨迹；
- f) 信号控制系统根据整体交通需求优化相位时长和相位顺序，通过循环优化实现车辆与信号协同运行。

### 6.2.3 车路互操作博弈控制场景预期效果

自动驾驶车辆在运行过程中，可减少车辆停车次数，降低交叉口延误提升交叉口通行效率，降低车辆油耗和能源消耗，提高交通流运行连续性和稳定性。车路互操作博弈控制场景见图4。

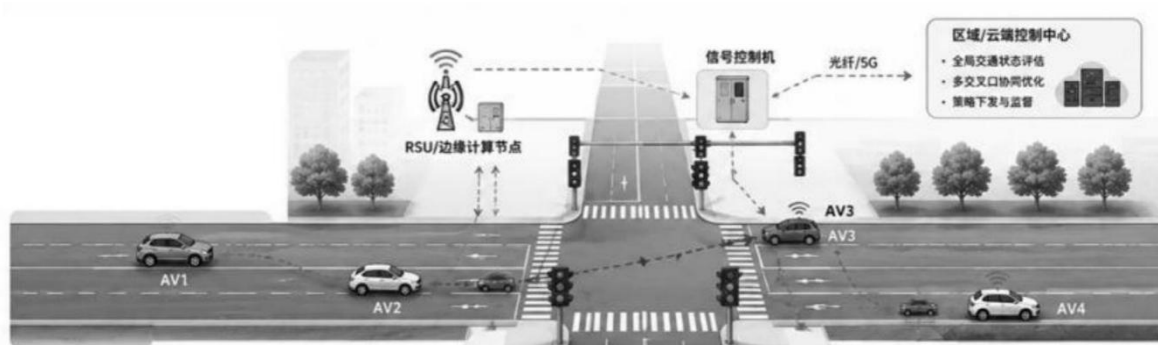


图4 车路互操作博弈控制场景

## 6.3 多交叉口互操作控制场景

### 6.3.1 多交叉口互操作控制场景具体描述

多交叉口互操作控制场景具体描述如下：

- a) 区域控制中心获取干线多个交叉口运行状态；
- b) 沿线RSU实时采集车辆运行信息；
- c) 车辆持续上传运行状态和通行需求；

- d) 区域控制中心构建干线交通数字孪生模型；
- e) 系统计算最优绿波控制方案；
- f) 各交叉口信号机协同执行绿波控制策略；
- g) 车辆按照推荐速度连续通过多个交叉口。

### 6.3.2 多交叉口互操作控制场景工作原理

多交叉口互操作控制场景工作原理如下：

- a) 多个交叉口通过路路互操作链路实现交通信号状态共享；
- b) 自动驾驶车辆通过车路互操作上传实时运行信息；
- c) 区域控制中心融合车辆、路侧和信号系统数据；
- d) 建立干线交通协同优化模型；
- e) 计算绿波带宽、绿波速度和协调相位差；
- f) 动态生成区域级群智决策控制策略；
- g) 控制策略下发至各交叉口信号控制机；
- h) 车辆依据推荐速度运行，实现连续绿波通行；
- i) 系统根据交通流变化实时调整绿波方案。

### 6.3.3 多交叉口互操作控制场景预期效果

提高干线道路平均通行速度；降低停车率和延误时间；提升道路资源利用效率；增强区域交通协同控制能力；实现车路云一体化群智决策控制；提高交通系统整体运行效率和服务水平。多交叉口互操作控制场景见图5。

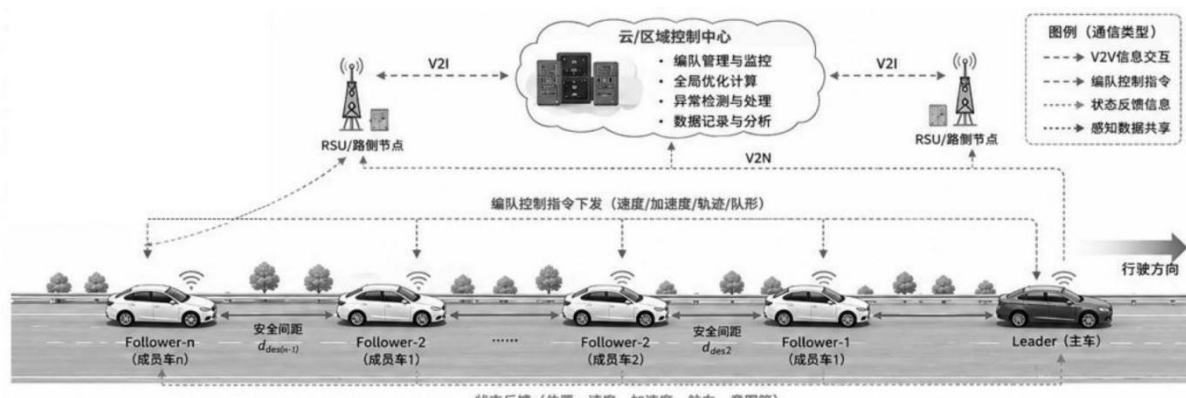


图5 多交叉口互操作控制场景

中国智能交通产业联盟  
标准  
**自主式交通系统 道路交通互操作群智决策控制通用规范**  
T/ITS 0354-XXXX

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.cn>

2026年 X 月第一版 2026 年 X 月第一次印刷