

# 团体标准

T/ITS 0191.3-2024

## 合作式智能公交系统 第3部分：实施导则

Cooperative intelligent bus system Part 3: Guidelines for Implementation

2024-10-9 发布

2024-10-9 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

4 基本要求 ..... 4

5 合作式智能公交系统规划 ..... 6

6 合作式智能公交系统设计 ..... 9

7 合作式智能公交系统实施 ..... 18

8 合作式智能公交系统运维 ..... 22

参考文献 ..... 26

## 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。

T/ITS 0191《合作式智能公交系统》由4个部分构成。

- 第1部分：总体架构及应用；
- 第2部分：数据接口规范；
- 第3部分：实施导则；
- 第4部分：系统测试方法。

本文件为T/ITS 0191的第3部分。

本文件起草单位：希迪智驾（湖南）股份有限公司、湖南省交通规划勘察设计院有限公司、湖南湘江智能科技创新中心有限公司、中汽院智能网联汽车检测中心（湖南）有限公司、北京星云互联科技有限公司、中国信息通信研究院、青岛海信网络科技股份有限公司、腾讯云计算（北京）有限责任公司、北京万集科技股份有限公司、苏州市智能网联科技发展有限公司、中兴通讯股份有限公司、上海智能交通有限公司、大连七贤智能科技研究院有限公司、中汽创智科技有限公司、上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司。

本文件主要起草人：张长隆、戴金钢、谢冰、徐联祺、谢国富、刘凯、李朝斌、姜维、王易之、张广岐、陈希、毛祺琦、刘振顶、王芳、刘思杨、王猛、马龙、孙朋、张莉、陈晓、周赛赛、邵冲、方芳、任贵超、党利风、瞿仕波、杨晓东、付沛沛、刘高、毛荣标、黄君贤。

本文件为首次发布。

# 合作式智能公交系统 第3部分：实施导则

## 1 范围

本文件规定了合作式智能公交系统的实施导则，包括基本要求、系统规划、系统设计、系统实施、系统运维内容。

本文件适用于合作式智能公交系统的规划设计、实施部署、设备研发、平台建设、系统运维等。

## 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 14887-2011 道路交通信号灯

GB 25280-2016 道路交通信号控制机

GB/T 31418-2015 道路交通信号控制系统术语

GB/T 51334-2018 城市综合交通调查技术标准

GA/T 1743-2020 道路交通信号控制机信息发布接口规范

JT/T 1355-2020 城市定制公交服务规范

T/CCSA 440-2023 车路协同路侧计算设备技术要求

T/ITS 0013.1-2014 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

T/ITS 0058-2017 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 0117-2020 合作式智能运输系统 RSU与中心子系统间数据接口规范

T/ITS 0118-2020 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/ITS 0128-2021 智能交通 毫米波雷达交通状态检测器

T/ITS 0152-2021 道路视频摄像机智能分析功能及分级要求

T/ITS 0173-2021 智能交通 路侧激光雷达接口技术要求

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 158-2020 基于车路协同的高等级自动驾驶数据交互内容

T/CSAE 159-2024 基于LTE的车联网无线通信技术 直连通信系统路侧单元技术要求

## 3 术语、定义和缩略语

### 3.1 术语

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1.1

#### 合作式智能公交系统 cooperative intelligent bus system

通过人、车、路、云信息交互，实现车辆与道路基础设施之间、车辆与车辆之间、车辆与人之间、车辆与云之间、道路基础设施与云之间、人与云之间的智能协同与配合的一种智能公交系统。

### 3.1.2

#### 合作式智能公交车辆 cooperative intelligent bus

合作式智能公交车辆是具备车载通信设备、计算设备、定位设备等，可实现车辆和道路基础设施之间、车辆与车辆之间、车辆与人之间、车辆与云之间的智能协同与配合的一种公交车辆。

### 3.1.3

#### 车用无线通信技术 vehicle to everything (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）。

[来源：T/ITS 0118-2020, 3.1.3]

### 3.1.4

#### 基于蜂窝无线通信技术的车用无线通信技术 cellular vehicle to everything (C-V2X)

基于第三代合作伙伴计划（3GPP）制定的蜂窝无线通信技术的车用无线通信技术，包括LTE-V2X和5G NR-V2X。

### 3.1.5

#### 基于长期演进的车用无线通信技术 long term evolution vehicle to Everything (LTE-V2X)

基于第三代合作伙伴计划（3GPP）制定的长期演进（LTE）技术的车用无线通信技术。

### 3.1.6

#### 直连通信 direct communication

无线电设备通过无线电传输方式直接进行通信和信息交换。

**注：**本文件指通过C-V2X PC5接口实现系统与其他设备之间信息交换的通信方式。

### 3.1.7

#### 道路交通信号控制机 road traffic signal controller (TSC)

能够改变道路交通信号顺序、调节配时并能控制道路交通信号灯运行的装置。

[来源：GB/T 31418-2015, 2.5.1]

### 3.1.8

#### 交通管控与信息服务平台 traffic control and information service platform

汇聚道路交通控制、交通流、交通事件等各类信息，集成交通指挥、调度、控制与信息发布等功能，并提供信息服务的中心平台。

[来源：GA/T 1743-2020, 3.1]

### 3.1.9

### 公交业务平台 bus service platform

部署在公交运营中心的多套公交业务系统的总称，主要是实现运营调度、乘客信息服务、视频监控等公交业务功能。

#### 3.1.10

### V2X 云服务平台 V2X cloud platform

用于在云端支撑实现V2X应用的服务平台。

#### 3.1.11

### 车载单元 onboard unit (OBU)

安装在车辆上的可实现V2X通信，支持V2X应用的硬件单元。

[来源：T/CSAE 53-2020, 3.1.5]

#### 3.1.12

### 路侧单元 roadside unit (RSU)

安装在路边的可实现V2X通信，支持V2X应用的硬件单元。

[来源：T/CSAE 53-2020, 3.1.6]

#### 3.1.13

### C-V2X 直连通信系统车载单元 C-V2X direct communication OBU

基于C-V2X直连通信技术的OBU，通过C-V2X PC5接口与RSU通信。

#### 3.1.14

### C-V2X 直连通信系统路侧单元 C-V2X direct communication RSU

基于C-V2X直连通信技术的RSU，通过C-V2X PC5接口与OBU通信。

#### 3.1.15

### 车载信息终端 onboard information terminal

用于城市公共交通的调度业务或客运车辆的政府监管、企业监控，同时具有定位、远程通信、车辆数据采集、自动报站等功能，并能够与车载外围设备实现通信的设备。

#### 3.1.16

### 合作式 4G/5G OBU cooperative 4G/5G OBU

安装在车辆上，具备4G/5G通信、高精度定位功能，可通过V2N支持V2X应用的车载信息单元。合作式4G/5G OBU兼具传统车载信息终端的功能，如：车辆数据采集、自动报站，并能够与车载外围设备实现通信。

#### 3.1.17

### 车载外围设备 onboard peripheral equipment

用于支撑实现各种公交业务的车载终端，包括：车载监控摄像机、乘客计数器、电子收费设备等。

#### 3.1.18

### 车载人机交互单元 onboard Human-Machine Interface

在车辆上为司机、乘客提供相关信息显示的屏幕或声光电设备，包括：车辆运行位置显示牌、报站显示屏、路牌、车载信息显示屏等。

#### 3.1.19

### 合作式智能公交移动应用 cooperative intelligent bus APP

为乘客提供合作式智能公交服务的软件载体，如：移动应用程序（APP）、小程序等，服务内容  
包括实时公交、定制公交、车路协同信息服务。

#### 3.1.20

### 定制公交 demand responsive transit

通过整合出行起讫点、出行时间等相近出行需求，向乘客提供预订线路或车次的一种差异化、集约化、高品质的城市公共交通服务。

[来源：JT/T 1355-2020, 3.1]

## 3.2 缩略语

下列缩略语适用本文件。

3GPP：第三代合作伙伴计划（3rd Generation Partnership Project）

APP：应用程序（Application）

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

HMI：人机交互界面（Human-Machine Interface）

LTE：长期演进（Long Term Evolution）

MAC：媒体访问控制层（Media Access Control Layer）

MTBF：平均无故障工作时间（Mean Time Between Failure）

OTA：空中下载技术（Over-the-Air Technology）

PC5：直连通信（Direct Communication）

SSL：服务器证书（Secure Sockets Layer）

Uu：蜂窝网通信（Cellular Communications with Uu Interface）

V2I：车载单元与路侧单元通讯（Vehicle to Infrastructure）

V2P：车载单元与行人设备通讯（Vehicle to Pedestrians）

V2V：车载单元之间通讯（Vehicle to Vehicle）

V2N：车载单元与网络通讯（Vehicle to Network）

## 4 基本要求

### 4.1 总体结构



合作式智能公交系统由合作式智能公交车载子系统、路侧子系统、中心子系统、移动智能终端组成，通过人、车、路、云信息交互，实现车辆与道路基础设施之间、车辆与车辆之间、车辆与人之间、车辆与云之间、道路基础设施与云之间、人与云之间的智能协同与配合，其总体架构如图1所示。

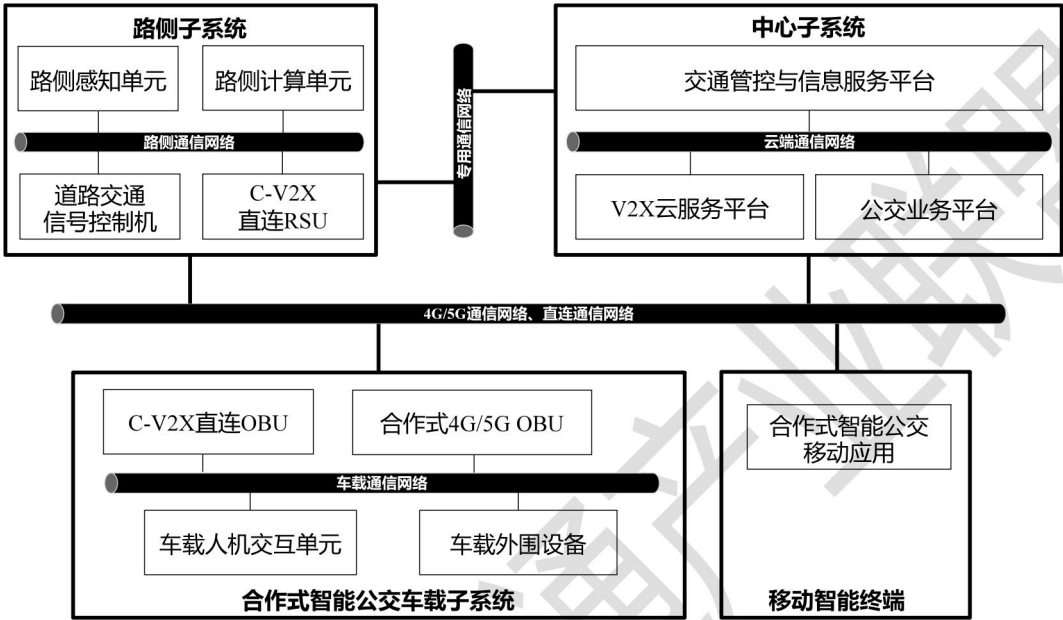


图 1 合作式智能公交系统总体框架

#### 4.2 系统要求

建立和维护一套有效的合作式智能公交系统，宜经过系统规划、针对性设计、合理化建设与部署、以及运行维护等程序，形成实施闭环。

##### 4.2.1 合作式智能公交系统的基本要求

合作式智能公交系统基本要求主要包含以下：

- a) 合作式智能公交系统应具备车载子系统、路侧子系统以及中心子系统之间的互联互通，信息低延迟传输及交互功能；
- b) 合作式智能公交系统应具备兼顾提升社会车通行效益和道路资源利用率、以及自身的安全性和正点率高等特点；
- c) 车载子系统应具备车路协同通信能力，具备信息交互的能力；
- d) 路侧子系统应具备车路协同通信能力，具备动态调整路侧信息发布策略的能力，具备广播车路协同标准消息的能力；
- e) 中心子系统应实现有序管理应用场景，可按需为不同的终端 OTA；

- f) 中心子系统可为路侧设施、车载设备等提供安全身份认证服务，确保车联网通信设备具备可信安全身份，安全身份认证平台和安全认证服务流程应符合国家和行业管理规定和标准要求。

#### 4.2.2 合作式智能公交系统的其他要求

合作式智能公交系统其他要求主要包含以下：

- a) 合作式智能公交系统宜综合考虑道路交通态势、车内外环境和平台信息，实现合理决策；
- b) 路侧子系统宜具备计算和感知能力，一方面可以提供重点区域交通参与者的类型和运动状态等信息以及车速引导等辅助决策服务，另一方面也可以优化相应管控方案通过交通信号灯等路侧设施发布。

#### 4.3 系统建设流程

合作式智能公交系统应按照系统规划、系统设计、系统实施、系统运维的流程进行建设，建设流程示意图如图2。

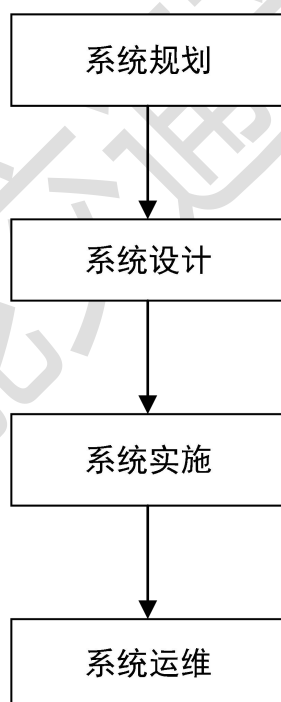


图2 合作式智能公交系统的建设流程

### 5 合作式智能公交系统规划

#### 5.1 规划定位

合作式智能公交系统规划作为公交系统的专项规划之一，旨在提高城市内的公交系统效率、可持续性和用户体验。

## 5.2 一般要求

### 5.2.1 规划范围

合作式智能公交系统规划范围原则上应与城市公共交通运输规划范围一致，根据城市公共交通运输需求与智能网联技术发展情况，规划范围可适当进行调整。

### 5.2.2 规划内容

合作式智能公交系统规划根据其系统架构应包含三类：

- a) 车载子系统规划应包括车载系统架构和功能等；
- b) 路侧子系统规划应包括路侧系统架构和功能等；
- c) V2X 云服务平台规划应包括平台系统架构和功能等。

注：本文件根据业务需要仅针对中心子系统V2X云服务平台进行讨论。

### 5.2.3 工作步骤

合作式智能公交系统规划作为城市公共交通运输规划的一部分，分为交通调研、交通需求分析、方案制定三个步骤。

## 5.3 交通调研

### 5.3.1 交通运行现状调研

明确规划工作要求与目标，在按照GB/T 51334中公共交通运输规划调研的基础上，重点对区域内的交通运行现状、公共交通运输运行现状和乘客出行需求进行专项调研，主要包含以下：

- a) 应对范围内的交通运行流量进行调研，包含不同时段的道路交通流量、路口排队情况等；
- b) 应对范围内各交叉口的交通组织情况进行调研，包括交叉口渠化方案、公交专用车道等；
- c) 应对范围内各交叉口的信号控制情况进行调研，如信号机品牌和型号、信号机功能、不同时段的信号控制方案等。

### 5.3.2 公共交通运输运行状况调研

公共交通运输运行状况调研主要包含以下：

- a) 应对范围内的公共交通运输网络分布进行调研，包含公交线路走向、途径站点等；
- b) 应对范围内的公共交通运输运营状况进行调研，包含运能配置、客流分布、准点率、满载率、平均运营速度等；
- c) 应对范围内的公共交通运输的功能应用进行调研，如车内视频监控、驾驶员疲劳监控等。

### 5.3.3 乘客出行调研

乘客出行调研内容主要包含以下：

- a) 应对范围内的乘客出行分布和出行习惯进行调研，包括出行频率，出行方式、出行目的，出行时耗，以及出行时间分布特征、空间特征、距离特征等；
- b) 在保证数据安全的情况下，可通过乘客使用的移动应用或智能卡数据来调研乘客的出行模式。

## 5.4 交通需求分析

### 5.4.1 整体规划需求分析

应以区域整体规划与发展为驱动，分析区域未来交通的发展需求，以确定合作式智能公交系统建设与城市未来的增长和变化相协调。

### 5.4.2 乘客出行需求分析

乘客出行需求分析主要包含以下：

- a) 应以乘客交通出行需求为导向，分析区域内各道路网络交通小区之间、以及内部交通小区和外部交通小区之间的交通出行分布；
- b) 应分析范围内合作式智能公交与其他客运方式的接驳需求和换乘需求。

### 5.4.3 多样化需求分析

多样化需求分析主要包含以下：

- a) 可基于范围内乘客出行体验调研，对乘客出行体验改善需求进行分析；
- b) 应针对特殊出行群体的出行特征进行交通出行需求分析，如学生、旅游、夜班通勤等群体；
- c) 应针对公交线网沿途的重点区域特性进行区位公交运行的需求分析，重点区域包含学校、客运站、消防、医院等；
- d) 可对范围内公交车辆的功能升级需求进行分析。

### 5.4.4 制定需求分析报告

需求分析报告主要包含以下：

- a) 应汇总和分析所有收集的数据，并编写需求分析报告。需求分析报告应包括有关乘客需求的详细信息，提供洞见和建议，以指导合作式智能公交系统的规划和设计；
- b) 应与利益相关方沟通并分享需求分析报告，确保相关意见和需求得到充分考虑。利益相关方包括交通管理部门、公共交通运营商、社会投资方和技术提供商等。

## 5.5 方案制定

方案制定主要包含以下：

- a) 不同类型的城市区域宜根据自身特点，以交通需求为依据，充分考虑投资能力，因地制宜地制定科学合理、切实可行、适度超前的合作式智能公交系统规划方案，并预估规划方案实施效果，提出相关保障措施等内容；
- b) 系统详细方案应参照本导则第六章合作式智能公交系统设计制定。

### 5.5.1 可行性分析

应对不同的系统方案进行技术可行性分析，评估引入合作式智能公交系统所需的技术基础设施和资源。

### 5.5.2 成本估算

应从车、路、云三个维度估算不同系统方案的建设和运营成本，包括公交车辆建设、道路基础设施建设、云平台及配套设施建设、人员培训和整体运营费用等。

### 5.5.3 系统评价

结合前期交通调研结果，对规划方案实施后的交通服务水平及预期效果进行定性与定量的综合评价，为规划方案的优化调整提供依据。

### 5.5.4 保障措施

为保障合作式智能公交系统规划的顺利实施，应明确合作式智能公交系统规划的责任主体及部门职责划分等，并建立起长效的资金投入保障机制。

## 6 合作式智能公交系统设计

### 6.1 设计原则与依据

#### 6.1.1 设计原则

合作式智能公交系统设计宜采取下述原则：

- a) 突出实效。宜聚焦解决公交系统中盲区大、易拥堵、准点率低、排班不合理等实际痛点问题，着眼于提升公交的通行效率、行驶安全、服务质量及智能化水平；
- b) 技术先进。宜综合运用车路协同、边缘计算、人工智能、大数据、高精度定位等先进技术，提升公交不同层级业务体系的智能化水平，对智能公交系统实现先进科学的规划、调整和执行；
- c) 创新融合。宜积极开发、吸收和应用新技术、新设备，推进前沿科技技术与公交行业深度融合，实现公交创新型应用；
- d) 全局视角。宜从城市交通全局角度，对智能公交系统进行战略规划及总体设计，自上而下、由近及远指导城市公交综合智慧系统的设计、建设和运行管理；

- e) 兼容与拓展。宜在设施设备向前兼容的基础上，具有一定拓展性。

### 6.1.2 设计依据

合作式智能公交系统的设计应以以下内容为依据：

- a) 国家及所在地相关标准规范、技术文件、政策法规；
- b) 合作式智能公交系统的需求分析报告
- c) 其他相关内容。

### 6.2 详细设计

合作式智能公交系统设计主要包含合作式智能车载子系统、路侧子系统、V2X云服务平台、合作式智能公交应用以及相应的交通组织设计内容。

注：面向合作式智能公交的交通组织设施设计宜为系统可选项。

#### 6.2.1 车载子系统设计

##### 6.2.1.1 一般要求

合作式智能车载子系统设计需考虑因素包含以下：

- a) 合作式智能公交车载子系统可包含 C-V2X 直连 OBU、合作式 4G/5G OBU、车载人机交互单元、车载外围设备等；
- b) 合作式智能公交车载子系统在设计中应考虑其至少实现下面一种通信方式：
  - 1) 基于 PC5 直连通信与路侧 RSU 连接；
  - 2) 基于 Uu 通信与 V2X 云服务平台连接；
- c) 合作式智能公交车载子系统的设计应考虑车型选择、车辆勘查和智能化技术应用等方面因素；
- d) 合作式智能公交车载子系统在设计中可考虑其具备及时识别和应对交通事故和紧急情况等能力；
- e) 合作式智能公交车载子系统可利用现代智能化技术，实现实时车辆定位、车辆状态监测和乘客脱敏信息查询等功能；
- f) 合作式智能公交车载子系统在设计应考虑设备 MTBF 不小于 50000 小时；
- g) 合作式智能公交车载子系统在设计中应考虑远程管理，包括参数配置、性能监测、故障监测和排除、安全管理等内容；
- h) 合作式智能公交车载子系统在设计中应评估设备部署方案对整车安全性的影响。

##### 6.2.1.2 部署要求

合作式智能车载子系统部署需考虑因素包含以下：

- a) C-V2X 直连 OBU 部署要求

- 1) 应根据不同公交车车型对 OBU 的部署方案进行独立设计;
  - 2) 应确保 OBU 部署位置与车内其他电子设备无明显电磁干扰;
  - 3) 应设计 OBU 各接口的线路布设方案,如电源线、C-V2X 天线、GPS 天线、wifi 天线、网线等;
  - 4) 应设计天线接收线在车辆外部的位罝,天线接收器周围应无遮挡,确保信号质量。
- b) 车载人机交互单元部署要求
- 1) 应根据不同公交车车型的空间布局独立设计人机交互单元的部署方案;
  - 2) 应对人机交互单元的安装位置、安装方式、安装角度进行详细设计,保证良好的视认性;
  - 3) 应设计人机交互单元的线路布设方案,如电源线、信号线和网线等,确保线束布局隐蔽、整洁、美观。
- c) 车载外围设备部署要求
- 1) 应根据不同公交车车型的空间布局独立设计车载外围设备的部署方案;
  - 2) 应根据不同车载外围设备的结构特性和功能要求设计安装位置、安装方式和安装角度;
  - 3) 应设计车载外围设备的线路布设方案,如电源线、信号线和网线等,确保线束整洁、美观和安全。

### 6.2.1.3 功能要求

OBU功能要求需考虑因素包含以下:

- a) OBU 功能要求
- 1) OBU 功能要求包含针对 C-V2X 直连 OBU 和合作式 4G/5G OBU 的功能要求;
  - 2) C-V2X 直连 OBU 为车载子系统提供 C-V2X 直连通信能力,应符合 T/CSAE 53 的要求,宜支持 T/CSAE 157 以及 T/CSAE 158 标准,标准中规定了场景应用和数据交互协议,应按规定执行;
  - 3) 合作式 4G/5G OBU 应为车载子系统提供 Uu 通信能力,宜支持 4G/5G 技术的蜂窝通信方式(Uu 模式)与平台通信;
  - 4) OBU 宜支持接入车辆 CAN 数据,得到车辆状态数据进行管控;
  - 5) OBU 宜支持接入 HMI 等车载外围设备,得到相关信息进行处理;
  - 6) OBU 应具有时钟同步机制;
  - 7) C-V2X 直连 OBU 的通信距离(无遮挡)应不小于 300 米,应满足 T/ITS 0013.1 要求;
  - 8) C-V2X 直连 OBU 在有效通信距离内的 MAC 层时延应小于 40ms,应满足 T/ITS 0013.1 要求;
  - 9) OBU 应具备良好的定位性能,在开阔天空环境下,性能满足 GB《基于 LTE-V2X 直连通信的车载信息交互系统技术要求及试验方法要求》。

注：在设计中，LTE-V2X直连通信功能和4G/5G Uu通信功能逻辑单元可合设或单独作为一个物理设备。在设计中，不同的逻辑单元可合设为统一的物理实体，如：C-V2X直连OBU和合作式4G/5G OBU可合设为统一的物理设备。

b) 车载人机交互单元功能要求

- 1) 车载人机交互单元应提供车路协同信息和乘客信息显示；
- 2) 车载人机交互单元宜提供实时公交信息查询、语音广播、娱乐信息等服务。

c) 车载外围设备功能要求

- 1) 车载外围设备可包括车载监控摄像机、乘客计数器、车尾屏等；
- 2) 车载监控摄像头应提供车内外的实时视频监控功能，可提供全车 360° 全景融合、驾驶员行为监测、紧急情况报警等功能；
- 3) 乘客计数器应能自动识别乘客的进出行为，可实时准确地统计公交车上乘客数量，包括上车和下车的人数等；
- 4) 车尾屏应能实时显示公交前方路口信号灯灯态信息，可提供倒计时、路线站点、交通事件、交通标识等信息。

## 6.2.2 路侧子系统设计

### 6.2.2.1 一般要求

路侧子系统设计一般要求需考虑因素包含以下：

- a) 合作式智能公交路侧子系统应包含 C-V2X 直连 RSU，可包含路侧感知单元、路侧计算单元、道路交通信号控制机等设备；
- b) 合作式智能公交路侧子系统在设计中应考虑能实现路侧设施、V2X 云服务平台和车载子系统之间的信息交互；
- c) 合作式智能公交路侧子系统宜在设计中应考虑同时实现下面两种通信方式：
  - 1) 基于有线通信与 V2X 云服务平台连接；
  - 2) 基于 Uu 通信与 V2X 云服务平台连接；
- d) 合作式智能公交路侧子系统在设计中应考虑对自身状态进行诊断以及信息上报；
- e) 合作式智能公交路侧子系统在设计中应考虑设备 MTBF 不小于 50000 小时；
- f) 合作式智能公交路侧子系统在设计中可考虑实现交通信息感知、事件监测、交通流数据监测、实时数据处理分发、信号控制等能力。

### 6.2.2.2 部署要求

合作式智能公交路侧子系统在设计中应对节5.2调研内容进行确认，并应在调研内容确认的基础上完成设备部署设计。部署需考虑因素包含以下：

- a) C-V2X 直连 RSU 部署要求



- 1) 应按照功能设计要求确定直连通信设施的布设方案,可采用沿线直连无线信号全覆盖的连续布设、路口点状布设或分段布设的方案;
  - 2) 应在每个红绿灯路口部署 C-V2X 直连 RSU(配套建设或复用已有的杆位、配电及网络);
  - 3) RSU 设置地点应具有良好的有线或 4G/5G 蜂窝网络信号,与道路运行车辆之间无视距遮挡;
  - 4) 环岛路口处, V2X RSU 宜设置于环岛中间;
  - 5) 高处架设,确保可视距覆盖所有进出道路;
  - 6) V2X RSU 如考虑连续覆盖,则设置间距应不高于 400m,在隧道、弯道、高架等复杂路况应根据实际情况调整布设间距。
- b) 路侧感知单元部署要求
- 1) 路侧感知设备的部署应根据不同场景需求选择合适的设备,感知区域内不应有明显遮挡,设备之间应设置合理间距,避免设备之间相互干扰;
  - 2) 路侧感知设备在交叉路口部署时可部署在信号灯杆、电警监控杆等杆件上;
  - 3) 在路口或者关键区域可考虑增加路侧感知单元的布设。
- c) 路侧计算单元部署要求
- 1) 路侧计算单元应根据应用需求和设备性能确定布设方案,宜满足感知设备等对算力的要求,可单点布设使用连续布设;
  - 2) 在路口或者关键区域可考虑增加计算单元的布设;
  - 3) 路侧计算单元宜与路侧直连通信设施等同址布设。

### 6.2.2.3 功能要求

路侧子系统功能要求需考虑因素包含以下:

- a) C-V2X 直连 RSU 功能要求
- 1) C-V2X 直连 RSU 应为路侧子系统提供 C-V2X 直连通信能力,场景应用和数据交互协议应满足 T/CSAE 53、T/CSAE 157、T/CSAE 158 以及 T/CSAE 159 的要求;
  - 2) C-V2X 直连 RSU 应能与车载子系统等建立实时通讯,具备低延迟接收、发送相关信息的能力;
  - 3) C-V2X 直连 RSU 宜与道路交通信号机相连进行交互,获取其状态数据;
  - 4) C-V2X 直连 RSU 可向道路交通信号机发送优先通行请求;
  - 5) C-V2X 直连 RSU 应满足 T/ITS 0117 的要求,实现 RSU 与 V2X 云服务平台间数据交互;
  - 6) C-V2X 直连 RSU 应具有时钟同步机制,支持 GNSS 同步源,宜支持蜂窝基站等其他终端同步源;
  - 7) C-V2X 直连 RSU 应具备参数配置、性能监测、故障监测和排除、安全管理等远程管理功能;

- 8) C-V2X 直连 RSU 的通信距离（无遮挡）应不小于 500 米，应满足 T/ITS 0013.1 要求；
- 9) C-V2X 直连 RSU 在有效通信距离内的 MAC 层时延应小于 40ms，应满足 T/ITS 0013.1 要求。

b) 路侧感知单元功能要求

- 1) 路侧感知单元应具备路侧交通信息的实时感知能力，宜包含视频摄像机、毫米波雷达、激光雷达等设备。
- 2) 路侧感知单元应能分别实现交通参与者感知、交通流检测、交通事件检测等功能，也可多种设备融合实现上述检测功能；
- 3) 视频摄像机应满足 T/ITS 0152 要求；
- 4) 毫米波雷达应满足 T/ITS 0128 要求；
- 5) 激光雷达应满足 T/ITS 0173 要求；

c) 路侧计算单元功能要求

- 1) 路侧计算单元应具备接入数据处理、融合、信息转发交换等功能；
- 2) 路侧计算单元应支持多设备数据接入；
- 3) 路侧计算单元应具备参数配置、设备运维管理、日志管理、高精度时钟同步等功能；
- 4) 路侧计算单元功能应满足 T/CCSA 440 要求；

d) 道路交通信号控制机功能要求

- 1) 道路交通信号控制机的功能要求应满足 GB 25280 中相关规定；
- 2) 道路交通信号控制机数据协议应遵循 T/CSAE 53 以及 GA/T 1743；
- 3) 道路交通信号控制机可为 C-V2X 直连 RSU、中心子系统提供当前信号灯的状态，宜支持绿波车速引导、公交信号优先等车路协同应用实施。

#### 6.2.2.4 通讯设施

通讯设施需考虑因素包含以下：

- a) 应具备双通道通信链路；
- b) 有线通信设施可包括干线传输网和路段接入网等，要求如下：
  - 1) 干线传输网宜采用光传输网技术；
  - 2) 路段接入网应采用千兆级以上网络；
  - 3) 宜全线布设有线通信设施。
- c) 无线通讯设施可包含蜂窝移动通信等设施，其设计应符合通信领域国家及行业相关标准的有关规定。

#### 6.2.3 V2X 云服务平台设计

##### 6.2.3.1 一般要求

V2X云服务平台应具备交通信息的汇聚、分析、处理、计算、存储、发布与交换功能，并接收合作式智能车载子系统传送的信息，向其提供辅助信息。

### 6.2.3.2 V2X 云服务平台功能要求

V2X云服务平台是用于在云端支撑实现V2X应用的服务平台，应满足下列功能要求：

- a) V2X 云服务平台应具备用户管理、权限管理等基础功能；
- b) V2X 云服务平台应具备设备接入和设备管理的功能；
- c) V2X 云服务平台应支持从路侧系统、车载系统及其他系统获取上报的交通事件、信号灯、路况信息等数据，应支持 T/CSAE 53 中所列的交通事件类型，实现对道路交通运行的监测服务；
- d) V2X 云服务平台可支持控制 V2X RSU 通过 PC5 接口向智能公交车载单元（V2X OBU）下发交通事件、信号灯状态、数字标牌等信息；
- e) V2X 云服务平台应具备对车载子系统、路侧子系统以及中心子系统的其他平台的运行状态监测、辨识、响应能力；
- f) V2X 云服务平台应存储系统运行日志信息、道路交通信息、交通事件信息和车辆上报信息等数据；
- g) V2X 云服务平台应具有信息备份和恢复功能。

### 6.2.4 系统应用设计

#### 6.2.4.1 面向合作式智能公交车辆的典型应用

面向合作式智能公交车辆的典型应用场景包含一阶段场景和二阶段的部分场景，如表1所示。可为公交车辆提供车路协同应用，包括安全预警、效率通行、信息共享、意图共享、协作调度等应用，提升合作式智能公交车辆的安全效率出行。

表 1 面向合作式智能公交车辆的典型设计

序号	应用场景	场景应用标准	说明	场景应用 设计要求	场景应用前置条件
1	前向碰撞预警	参见T/CSAE 53-2020, 5.2.2	一阶段	存在多台合作式智能公辆时可考虑设置设计应结合车辆状态、相对距离等进行应考虑定位精度，防止误触发应考虑预警时机，防止虚警和不及时报警	车辆均应安装OBU
2	交叉路口碰撞预警	参见T/CSAE 53-2020, 5.2.3	一阶段	在交叉路口处可考虑设置设计应结合车辆状态、车辆驾驶意图、车辆相对位置及地图信息等进行应考虑定位精度，防止误触发应考虑预警时机，防止虚警和不及时报警	车辆均应安装OBU 路侧应安装RSU
3	左转辅助	参见T/CSAE 53-2020, 5.2.4	一阶段	在可能发生左转交叉碰撞的路口可考虑设置设计应结合车辆状态、车辆驾驶意图及车辆相对位置及地图信息等进行应考虑定位精度，防止误触发应考虑预警时机，防止虚警和不及时报警	车辆均应安装OBU 路侧应安装RSU

表1（续）

序号	应用场景	场景应用标准	说明	场景应用 设计要求	场景应用前置条件
4	盲区预警/变道辅助	参见T/CSAE 53-2020, 5.2.5	一阶段	存在多台合作式智能车辆时可考虑设置 设计应结合车辆状态、车辆驾驶意图及车辆相对位置等进行 应考虑定位精度,防止误触发 应考虑提醒时机,防止虚警和不及时报警	车辆均应安装OBU
5	逆向超车预警	参见T/CSAE 53-2020, 5.2.6	一阶段	存在多台合作式智能车辆时可考虑设置 设计应结合车辆状态、车辆驾驶意图及车辆相对位置等进行 应考虑定位精度,防止误触发 应考虑预警时机,防止虚警和不及时报警	车辆均应安装OBU
6	紧急制动预警	参见T/CSAE 53-2020, 5.2.7	一阶段	存在多台合作式智能车辆时可考虑设置 设计应结合车辆状态、车辆相对位置等进行 应考虑定位精度,防止误触发 应考虑预警时机,防止虚警和不及时报警	车辆均应安装OBU
7	异常车辆提醒	参见T/CSAE 53-2020, 5.2.8	一阶段	存在多台合作式智能车辆时可考虑设置 设计应结合车辆状态、车辆相对位置等进行 应考虑定位精度,防止误触发 应考虑提醒时机,防止虚警和不及时报警	车辆均应安装OBU
8	车辆失控预警	参见T/CSAE 53-2020, 5.2.9	一阶段	存在多台合作式智能车辆时可考虑设置 设计应结合车辆状态、车辆相对位置等进行 应考虑定位精度,防止误触发 应考虑预警时机,防止虚警和不及时报警	车辆均应安装OBU
9	道路危险状况提示	参见T/CSAE 53-2020, 5.2.10	一阶段	存在感知道路危险状况的路侧设备时可考虑设置 设计应结合车辆状态、车辆与危险道路的相对位置等进行 应考虑定位精度、检测精度,防止误触发 应考虑提示时机,防止虚警和不及时报警	车辆应安装OBU 路侧应安装RSU 路侧可安装感知设备
10	限速预警	参见T/CSAE 53-2020, 5.2.11	一阶段	存在广播限速信息的路侧设备时可考虑设置 设计应结合车辆状态、车辆与限速路段的相对位置等进行 应考虑定位精度,防止误触发 应考虑预警时机,防止虚警和不及时报警	车辆应安装OBU 路侧应安装RSU
11	闯红灯预警	参见T/CSAE 53-2020, 5.2.12	一阶段	存在信控交叉路口/车道时可考虑设置 设计应结合车辆状态、车辆驾驶意图、地图信息及红绿灯信息等进行 应考虑定位精度,防止误触发 应考虑预警时机,防止虚警和不及时报警	车辆应安装OBU 路侧应安装RSU 信号机应具备传输配时方案的能力
12	弱势交通参与者碰撞预警	参见T/CSAE 53-2020, 5.2.13	一阶段	存在合作式智能车辆和具备短程无线通信能力的弱势交通参与者时可考虑设置 设计应结合车辆和弱势交通参与者的状态及两者的相对位置等进行 应考虑定位精度,防止误触发 应考虑预警时机,防止虚警和不及时报警	车辆应安装OBU 弱势交通参与者应携带具备短程无线通信能力的设备
13	绿波车速引导	参见T/CSAE 53-2020, 5.2.14	一阶段	存在信控路口/道路和合作式智能车辆时考虑设置 设计应结合车辆状态、车辆驾驶意图、地图信息及红绿灯信息等进行 应考虑定位精度,防止误触发 应考虑提醒时机,防止虚警和不及时报警	车辆应安装OBU 路侧应安装RSU 信号机应具备传输传输灯态信息的能力
14	车内标牌	参见T/CSAE 53-2020, 5.2.15	一阶段	存在广播标牌信息的路侧设备时可考虑设置 设计应结合车辆状态、车辆与标牌的相对位置等进行 应考虑定位精度,防止误触发 应考虑提醒时机,防止虚警和不及时报警	车辆应安装OBU 路侧应安装RSU

表1（续）

序号	应用场景	场景应用标准	说明	场景应用 设计要求	场景应用前置条件
15	前方拥堵提醒	参见T/CSAE 53-2020, 5.2.16	一阶段	存在能获取、广播拥堵信息的路侧设备时可考虑设置 设计应结合车辆状态、车辆与拥堵路段的相对位置等进行 应考虑定位精度,防止误触发 应考虑预警时机,防止虚警和不及时报警	车辆应安装OBU 路侧应安装RSU 路侧可安装感知设备
16	紧急车辆提醒	参见T/CSAE 53-2020, 5.2.17	一阶段	存在协作式智能车辆和支持直连通信的紧急车辆时可考虑设置 设计应结合车辆状态、车辆相对位置等进行 应考虑定位精度,防止误触发 应考虑提醒时机,防止虚警和不及时报警	车辆应安装OBU 路侧可安装RSU
17	感知数据共享	参见T/ITS 0118-2020, 5.2.1及T/CSAE 157-2020, 6.2.1	二阶段	存在多辆协作式智能车辆,或路侧设备具备感知共享功能时可考虑设置 设计应结合车辆及感知目标的状态、车辆与感知目标的相对位置等进行 应考虑定位精度,防止误触发	车辆应安装OBU 车辆应安装感知设备 路侧可安装RSU 路侧可安装感知设备
18	协作式变道	参见T/ITS 0118-2020, 5.2.2及T/CSAE 157-2020, 6.2.2	二阶段	存在多辆协作式智能车辆,或路侧设备具备短程无线通信、协作功能时可考虑设置 设计应结合车辆状态、车辆驾驶意图及车辆的相对位置等进行 应考虑定位精度,防止误触发 应考虑预警时机,防止虚警和不及时报警	车辆应安装OBU 路侧可安装RSU
19	协作式车辆汇入	参见T/ITS 0118-2020, 5.2.3及T/CSAE 157-2020, 6.2.3	二阶段	存在多辆协作式智能车辆,或路侧设备具备短程无线通信、协作功能时可考虑设置 设计应结合车辆状态、车辆驾驶意图及车辆的相对位置等进行 应考虑定位精度,防止误触发 应考虑预警时机,防止虚警和不及时报警	车辆应安装OBU 路侧应安装RSU
20	协作式交叉口通行	参见T/ITS 0118-2020, 5.2.4及T/CSAE 157-2020, 6.2.4	二阶段	当交叉路口存在多辆协作式智能车辆,路侧设备具备短程无线通信、协作功能时可考虑设置 设计应结合车辆状态、车辆驾驶意图、地图信息、红绿灯信息(若有)等进行 应考虑定位精度,防止误触发 应考虑预警时机,防止虚警和不及时报警	车辆应安装OBU 路侧应安装RSU 信号机(若有)应具备传输灯态信息的能力
21	协作式优先车辆通行	参见T/ITS 0118-2020, 5.2.7及T/CSAE 157-2020, 6.2.7	二阶段	存在信控路口/道路和协作式智能车辆,路侧设备具备短程无线通信、协作功能时可考虑设置 设计可结合早晚点信息、载客人数等因素基于特定环境,如大客流量的定制公交,也可采用绝对优先和无条件优先 应考虑道路交叉口实际的交通流量、排队长度和饱和度,应可抑制或调整信号优先策略,以避免造成严重的交通拥堵 应考虑定位精度,防止误触发	车辆应安装OBU 路侧应安装RSU 信号机具备调整配时方案、传输配时方案的能力
22	弱势交通参与者安全通行	参见T/ITS 0118-2020, 5.2.10及T/CSAE 157-2020, 6.2.10	二阶段	存在合作式智能车辆和具备短程无线通信能力的弱势交通参与者时可考虑设置 设计应结合车辆和弱势交通参与者的状态及两者的相对位置等进行 应考虑定位精度,防止误触发 应考虑预警时机,防止虚警和不及时报警	车辆应安装OBU 弱势交通参与者应携带具备短程无线通信能力的设备

注1: 表1内容仅描述部分合作式智能公交车辆的典型应用设计

#### 6.2.4.2 面向乘客的典型应用

面向乘客的典型应用需包含以下内容：

- a) 合作式智能交通移动智能终端应用程序应与车联网平台交互数据时可基于WebSocket、MQTT、HTTP 或其他协议实现；
- b) 合作式智能交通移动智能终端应用程序宜提供用户车路协同信息和乘客信息显示；
- c) 合作式智能交通移动智能终端应用程序宜提供实时公交信息查询、语音广播、娱乐信息等服务。

## 6.2.5 面向合作式智能公交的交通组织设计

### 6.2.5.1 公交专用道设计

公交专用道调整宜考虑公交专用道的增设与删减、公交专用道所属车道调整、公交专用道长度调整、路口公交专用道行驶方向调整等。

### 6.2.5.2 交叉口渠化设计

交叉口渠化调整应考虑进口流量到达情况、进口排队长度及公交专用道位置和属性等因素，并结合信号配时方案对进口道区域的车道进行渠化调整，如设置动态车道、可逆车道、合并车道、专用车道等形式，提高交叉口的整体通行效率。

### 6.2.5.3 静态交通管理

静态交通管理应考虑路段长度、道路宽度以及流量条件等因素合理规划道路空间资源来提高道路利用率，如设置限时路侧停车位，且宜完善电警管控和抓拍系统，对违停车辆进行有效监督和管理。

## 7 合作式智能公交系统实施

### 7.1 系统部署

系统部署应包含合作式智能车载子系统、路侧子系统和V2X云服务平台等设备设施的实施。

#### 7.1.1 车载子系统建设

车载子系统建设分为安装准备、安装过程和安装确认等阶段。

##### 7.1.1.1 安装准备

车载子系统安装准备需考虑因素包含以下：

- a) 应在安装前建立安全管理体系和安全生产责任制，并与其他单位组织协调，确保安装安全；
- b) 应在安装前根据设计文件撰写安装指导手册，指导安装人员实施；
- c) 应在安装前制定安装计划，确定安装场地、安装人员、安装车辆和安装时间；
- d) 应在安装前检查设计文件、安装记录文件、安装清单的等相关文档是否准备齐全；

- e) 应在安装前检查设备清单和数量是否正确，包括设备主体和辅助材料；
- f) 应将全部待安装设备一次性运送到安装现场，避免重复运送，在运送过程中应注意安全驾驶，避免设备损耗；
- g) 应在安装前对安装人员进行安全教育，确保安装过程中的安全性。

#### 7.1.1.2 安装过程

车载子系统安装过程需考虑因素包含以下：

- a) 应根据设计要求确认各车端设备的安装位置，包括 OBU 安装位置、车载人机交互屏安装位置、车载外围设备安装位置等；
- b) 在安装过程中必须严格按照设计文件执行，若需变更设计时，应按响应流程报审，经涉及设计变更的单位签认同意后再进行实施；
- c) 在安装过程中严禁损坏公交车的原有设备和功能；
- d) 在安装过程中应填写安装记录文件，记录安装过程，便于归档和追溯；
- e) 在安装过程中应填写安装清单，各安装设备的标识号应与车辆车牌信息一一对应；
- f) 在安装过程中必须按照安装指导手册执行，确保安全。

#### 7.1.1.3 安装确认

车载子系统安装确认需考虑因素包含以下：

- a) 应在安装结束后依次检查各设备上电后状态指示灯是否正常；
- b) 应安排检查人员在安装完成后进行安装确认，包括安装工艺检查、安装质量检查、安装安全检查、安装文件检查等。

### 7.1.2 路侧子系统建设

路侧子系统建设分为施工准备、施工过程和施工确认等阶段。

#### 7.1.2.1 施工准备

路侧子系统施工准备需考虑因素包含以下：

- a) 应在施工前建立安全管理体系和安全生产责任制，并与其他施工单位组织协调，确保施工安全；
- b) 应在施工前与相关责任部门如交管、城建等协调，建立应急管理机制，做好应急安全预案；
- c) 施工项目质量控制应符合国家现行有关施工标准的规定，并应建立质量管理体系、检验制度，
- d) 满足质量控制要求；
- e) 应在施工前根据设计文件撰写施工指导手册，指导施工人员实施；

- f) 在施工前必须与相关部门协调，制定施工计划，包含施工时间、施工区域、施工设备和施工人员；
- g) 应在施工前检查设计文件、施工记录文件、施工清单的等相关文档是否准备齐全；
- h) 应在施工前检查设备清单和数量是否正确，包括设备主体和辅助材料；
- i) 应将全部待安装设备一次性运送到施工现场，避免重复运送，在运送过程中应注意安全驾驶，避免设备损耗；
- j) 应在施工前对施工人员进行安全教育，确保施工过程中的安全性。

#### 7.1.2.2 施工过程

路侧子系统施工过程需考虑因素包含以下：

- a) 应根据设计要求确认各路侧设备的安装位置，包括 RSU 安装位置、摄像机安装位置、雷达安装位置和边缘计算单元等；
- b) 在施工过程中必须严格按照施工指导手册和设计文件执行，若需变更设计时，应按响应流程报审，经涉及设计变更单位签认同意后再进行实施；
- c) 在施工过程中应按照施工时间执行，不允许超出规定施工时段；
- d) 在施工过程中必须严格遵守安全规定，设置预警标志和确立安全责任人员，确保施工安全性；
- e) 在施工过程中应降低对道路交通的影响，并应在施工完成后尽快恢复原有的交通秩序；
- f) 在施工过程中应填写施工记录文件，记录施工过程，便于归档和追溯；
- g) 在施工过程中应填写施工清单，各安装设备的标识号应与安装点位信息一一对应；
- h) 在摄像机、毫米波雷达、激光雷达设备安装完成且正常通电通网后，应进行传感器参数标定，将传感器坐标转为经纬度坐标。

#### 7.1.2.3 施工确认

路侧子系统施工确认需考虑因素包含以下：

- a) 应在施工结束后依次检查各设备上电后状态指示灯是否正常；
- b) 应安排检查人员在施工完成后进行施工确认，包括施工工艺检查、施工质量检查、施工安全全检查、施工文件检查等

#### 7.1.3 V2X 云服务平台建设

##### 7.1.3.1 一般规定

建设V2X云服务平台应实现对设备管理、数据管理等功能部署。

##### 7.1.3.2 部署要求

V2X云服务平台部署要求需考虑因素包含以下：



- a) 应根据系统的需求和性能要求确定部署环境，包括操作系统、硬件配置、网络环境等；
- b) 应根据系统的规模和负载要求，确定需要部署的服务器数量和类型；
- c) 应根据系统的需求，在每台服务器上安装操作系统和必要的基础软件；
- d) 应根据系统的要求，进行服务器的配置，包括调整网络设置、优化操作系统参数、安装必要的安全措施等，并将系统的安装包或源代码部署到服务器上；
- e) 在系统部署完成后，应进行系统的测试和验证，确保系统可以正常运行和提供服务，包括功能测试、性能测试、安全测试等；
- f) 在系统上线后，应对系统的性能、可用性、安全性等进行监控和优化，保证系统的稳定性和高可靠性；
- g) 应按照设计要求，设置合适的备份和恢复策略，定期对系统进行备份，以便在系统出现故障或数据丢失时能够快速恢复。

#### 7.1.4 合作式智能公交系统应用部署

##### 7.1.4.1 公交应用

公交应用部署需考虑因素包含以下：

- a) 应在车载子系统、路侧子系统以及 V2X 云服务平台等建设过程中逐步完成公交应用的部署；
- b) 应根据设计要求，对节 6.2.4.1 中规定的部分应用或全部应用进行部署；
- c) 应根据不同应用的功能要求，在车载子系统、路侧子系统以及 V2X 云服务平台上进行对应的软件部署。

##### 7.1.4.2 乘客应用

乘客应用需考虑因素包含以下：

- a) 应在车载子系统建设过程中逐步向社会公众推广合作式智能公交移动智能终端应用程序（APP）、小程序的安装与使用；
- b) 应用程序（APP）、小程序应适配不同操作系统和不同品牌、不同型号和尺寸的显示终端，保障系统稳定性和适配性；
- c) 应用程序（APP）、小程序应具备足够的安全性来保护用户数据和应用程序不受攻击，包括使用服务器证书 SSL、加密、访问控制等措施。

#### 7.1.5 面向合作式智能公交的交通组织建设

面向合作式智能公交的交通组织建设需考虑因素包含以下：

- a) 面向合作式智能公交的交通组织建设应包含与智能公交应用相关的公交专用道建设、交叉口渠化调整和静态交通管理建设等内容；

- b) 应按照设计文件要求完成对应道路路段或交叉口的公交专用道建设、交叉口渠化调整和静态交通管理建设；
- c) 在交通组织建设前必须与相关部门协调，制定施工计划，包含施工时间、施工区域和施工人员；
- d) 在交通组织建设过程中应按照施工时间执行，不允许超出规定施工时段；
- e) 在交通组织建设过程中必须严格遵守安全规定，设置预警标志和安全责任人员，确保施工安全性；
- f) 在交通组织建设过程中应降低对道路交通的影响，并应在施工完成后尽快恢复原有的交通秩序。

## 7.2 验证和测试

### 7.2.1 一般要求

合作式智能公交系统应在建设完成后对车载子系统和路侧子系统的设备信息进行全面存档、对设备状态进行检查和对应用功能进行测试。

### 7.2.2 信息存档

信息存档需考虑因素包含以下：

- a) 车端需对每辆车牌、所属公交线路、设备 ID、设备 SN 号、设备 IP 等信息进行存档；
- b) 路侧需对每个路口名称、设备类型、路侧设备 ID、设备 SN 号、设备 IP 等信息进行存档。

### 7.2.3 功能测试

针对系统功能测试需考虑因素包含以下：

- a) 系统应根据不同应用设计需求，检查车载子系统、路侧子系统以及 V2X 云服务平台所部署的固件版本和应用配置是否正确；
- b) 系统应根据不同应用设计需求，测试车载子系统、路侧子系统以及 V2X 云服务平台所部署的应用程序运行是否正常；
- c) 系统宜根据不同应用设计需求对应用功能进行整体测试，并评估功能是否响应、响应方式和响应时间等是否满足功能设计要求；
- d) 系统可根据不同应用设计需求设置不同测试环境和测试条件，对可能出现的应用场景进行综合测试；
- e) 系统可对应用功能测试结果进行分析和评估，同时应对异常情况进行诊断、处理和优化。

## 8 合作式智能公交系统运维

### 8.1 总体要求

合作式智能公交系统运维为保障合作式智能公交系统正常运转，包括智能公交车载子系统、智能网联路侧子系统、V2X云服务平台和第三方服务等运维，并对每一部分需要考虑的操作内容提供了建议。

#### 8.1.1 合作式智能公交车载子系统

合作式智能公交车载子系统运维应包含对C-V2X直连OBU、合作式4G/5G OBU、车载人机交互单元、车载外围设备（含车载感知单元、计算单元和辅助控制单元等）的运维工作。

#### 8.1.2 智能网联路侧子系统

智能网联路侧子系统运维应包含对C-V2X直连RSU、路侧感知单元、路侧计算单元、道路交通信号控制机等设施的运维工作。

#### 8.1.3 V2X 云服务平台

V2X云服务平台运维应包含对边缘云、网联数据中心、网联运营管理中心、云端安全系统等服务的运维工作。

#### 8.1.4 第三方服务

第三方服务运维应由第三方服务提供单位负责运维，服务包含路侧租赁的运营商网络、车载运营商网络、差分定位服务、云资源服务等。

### 8.2 合作式智能公交车载子系统运维

#### 8.2.1 设备运维功能

合作式智能公交车载子系统设备运维功能需考虑因素包含以下：

- a) C-V2X 直连 OBU、合作式 4G/5G OBU、车载人机交互单元、车载外围设备（含车载感知单元、计算单元和辅助控制单元等）应支持将设备运行状态、故障码等数据上传 V2X 云服务平台；
- b) C-V2X 直连 OBU、合作式 4G/5G OBU、车载人机交互单元、车载外围设备（含车载感知单元、计算单元和辅助控制单元等）应支持远程登录及近端运维接入、应支持平台 OTA 或近端固件更新；
- c) C-V2X 直连 OBU、合作式 4G/5G OBU、车载人机交互单元、车载外围设备（含车载感知单元、计算单元和辅助控制单元等）应支持设备间互操作。

#### 8.2.2 设备维护

合作式智能公交车载子系统设备维护需考虑因素包含以下：

- a) 合作式智能公交车载子系统设备出现一般故障，处理周期宜为得到报障信息后，响应时间为 2 小时，维护人员在 6 小时内到达现场进行勘察，24 小时内排除故障，送修时间在 4 个工作日内；
- b) 合作式智能公交车载子系统设备出现重大故障，处理周期宜为得到报障信息后，响应时间为 1 小时，维护人员在 2 小时内到达现场进行勘察，4 小时内查明故障原因，并优先恢复设备基本功能。

### 8.3 智能网联路侧子系统运维

#### 8.3.1 设备运维功能

路侧子系统设备运维功能需考虑因素包含以下：

- a) 智能网联路侧子系统应保障设备 MTBF 不小于 50000 小时；
- b) C-V2X 直连 RSU、路侧感知单元、路侧计算单元、道路交通信号控制机等设施应支持将设备运行状态、故障码等数据上传 V2X 云服务平台；
- c) C-V2X 直连 RSU、路侧感知单元、路侧计算单元、道路交通信号控制机等设施应支持远程登录及近端运维接入、应支持平台 OTA 或近端固件更新；
- d) C-V2X 直连 RSU、路侧感知单元、路侧计算单元、道路交通信号控制机等设施应支持设备间互操作。

#### 8.3.2 设备维护

路侧子系统设备维护需考虑因素包含以下：

- a) 智能网联路侧子系统设备出现一般故障，处理周期宜为得到报障信息后，响应时间为 2 小时，维护人员在 6 小时内到达现场进行勘察，24 小时内排除故障，送修时间在 4 个工作日内；
- b) 智能网联路侧子系统设备出现重大故障，处理周期宜为得到报障信息后，响应时间为 1 小时，维护人员在 2 小时内到达现场进行勘察，4 小时内查明故障原因，并优先恢复设备基本功能。

### 8.4 V2X 云服务平台运维

#### 8.4.1 设备运维功能

V2X 云服务平台设备运维功能需考虑因素包含以下：

- a) V2X 云服务平台应 C-V2X 直连 OBU、合作式 4G/5G OBU、车载人机交互单元、车载外围设备等车端设备进行运维管理，至少包括设备管理、配置管理、日志管理、远程升级管理、安全管理等功能；

- b) V2X 云服务平台应支持对 C-V2X 直连 RSU、路侧感知单元、路侧计算单元等路侧设备进行运维管理，至少包括设备管理、配置管理、日志管理、远程升级管理、安全管理等功能；
- c) 边缘云、网联数据中心、网联运营管理中心、云端安全系统应支持升级迭代功能。

#### 8.4.2 设备维护

V2X云服务平台出现重大故障，得到报障信息后，建议响应时间为0.5小时，维护人员在0.5小时内进行勘察，4小时内查明故障原因，并优先恢复设备基本功能。

#### 8.5 第三方系统运维

第三方系统运维需考虑因素包含以下：

- a) 宜支持对公交设备相关的联网服务进行管理，支持接入相应三方服务接口，以实现批量激活、绑定等功能，应具备低流量预警、流量消耗异常等功能；
- b) 宜支持对差分基站服务的接入管理能力，以保证差分服务的时刻在线；
- c) 宜按固定周期或更新则同步的机制同步本地最新高精地图，以满足网联及智驾应用；
- d) 应对接国家智能网联汽车监管平台、交通局监管平台、交警监管平台等，确保数据具备安全性、合法性、监管性、拓展性、兼容性等功能。
- e) 应接入安全管理服务，实现对车路云之间的通信、计算、传输等安全管理服务的接入及管理。
- f) 宜按月按路线进行路线信息走查，以判断对应公交的路线、站点、发车时间、到站时间等信息是否有变更及同步；
- g) 宜按事件更新对公交的排班计划、发车计划进行更新维护；
- h) 宜按月按路线对公交相关支撑类信息，如换乘信息、站点周边商圈信息进行核查更新。

### 参 考 文 献

- [1] GB 5768.2-2022 道路交通标志和标线 第2部分：道路交通标志
  - [2] GB 5768.3-2018 道路交通标志和标线 第3部分：道路交通标线
  - [3] GB 14886-2016 道路交通信号灯设置与安装规范
  - [4] GA/T 527.6-2018 道路交通信号控制方式 第6部分：公交车交叉口优先通行控制规则
  - [5] JTG/T 2430-2023 公路工程设施支持自动驾驶技术指南
  - [6] 车联网基础设施参考技术指南1.0
-

中国智能交通产业联盟  
标准

合作式智能公交系统 第3部分：实施导则  
T/ITS 0191.3-2024

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>

2024年10月第一版 2024年10月第一次印刷