

ICS 93.080.30

CCS R 00

# 团体标准

T/CITSA 41-2024

## 智能网联城市电动公共汽车车路协同 系统设计技术规范

Technical Specifications for Urban Intelligent Connected Electrical Buses  
V2X System Design

2024-01-16 发布

2024-02-16 实施

中国智能交通协会 发布

目次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 总体架构 ..... 2

5 感知层 ..... 3

    5.1 对象 ..... 3

    5.2 功能和要求 ..... 3

    5.3 载体 ..... 4

6 传输层 ..... 4

    6.1 对象 ..... 4

    6.2 功能和要求 ..... 4

    6.3 载体 ..... 5

7 储存层 ..... 5

    7.1 对象 ..... 5

    7.2 功能和要求 ..... 5

    7.3 载体 ..... 5

8 分析层 ..... 5

    8.1 对象 ..... 5

    8.2 功能和要求 ..... 5

    8.3 8.3 载体 ..... 6

9 发布层 ..... 6

    9.1 对象 ..... 6

    9.2 功能和要求 ..... 6

    9.3 载体 ..... 6

10 体系安全与维护 ..... 6

## 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。

本文件由南京理工大学提出。

本文件由中国智能交通协会归口。

本文件起草单位：南京理工大学、清华大学、同济大学、北京航空航天大学、东南大学、长安大学、北京交通大学、大连理工大学、武汉理工大学、哈尔滨工业大学、河南工业大学、中国信息通信研究院、清华大学苏州汽车研究院（吴江）、北京星云互联科技有限公司、苏交科集团股份有限公司、华设设计集团股份有限公司、南京莱斯网信技术研究院有限公司、华路易云科技有限公司、上海电科智能系统股份有限公司、郑州天迈科技股份有限公司、郑州森鹏电子技术有限公司、厦门清研宏达信息科技有限公司、江苏智城慧宁交通科技有限公司。

本文件主要起草人：戚湧、杨子、裴欣、姚丹亚、胡筋、杨晓光、鲁光泉、王晨、徐志刚、上官伟、马小平、葛宏伟、褚端峰、张暉、司俊德、廖臻、林琳、王易之、张广岐、李家文、钱佳楠、崔录库、艾少龙、刘金伟、万剑、刁含楼、王君羽、夯伟、余红艳、马威、王松浩、王浩、李永康、康莹莹、巩鹏亮、陈磊、高宁波。

# 智能网联城市电动公共汽车车路协同系统设计技术规范

## 1 范围

本文件明确了智能网联城市电动公共汽车车路协同系统的物理组成、系统架构和技术要求，并规定了各层级之间信息感知、传输、处理、分析、发布的基本要求。

本文件适用于城市电动公共汽车智能网联应用的设计、建设、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 18384—2020 《电动汽车安全要求》

GB/T 19056-2021 《汽车行驶记录仪》

GB/T 22239-2019 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》

GB/T 25070-2019 《信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求》

GB/T 26766—2019 《城市公共汽电车车载智能终端》

GB/T 29108-2021 《道路交通信息服务术语》

GB/T 32852.2-2018 《城市客运术语 第2部分：公共汽电车》

GB/T 32960-2016 《电动汽车远程服务与管理系统技术规范》

GB/T 37378—2019 《交通运输信息安全规范》

GB 38032—2020 《电动客车安全要求》

GB/T 39900—2021 《道路交通信号控制系统通用技术要求》

YD/T 3707—2020 《基于LTE的车联网无线通信技术网络层技术要求》

YD/T 3709—2020 《基于LTE的车联网无线通信技术消息层技术要求》

DB43/T 2538-2022 《智能网联公交车路云一体化系统技术规范第1部分：总体技术要求》

DB50/T 10001.1-2021 DB51/T 10001.1-2021 《智慧高速公路 第1部分：总体技术要求》

T/CSAE 53—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/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)》

## 3 术语和定义

GB 38032-2020、GB/T 26766-2019、T/CSAE 53-2017界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 智能网联汽车 Intelligent Connected Vehicle

智能网联汽车是指搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置，并融合现代通信与网络技术，实现车与人、车、路、云端等智能信息交换、共享，具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能，可实现安全、高效、舒适、节能行驶，并最终可替代车内人工操作的新一代汽车。

### 3.2

#### 智能网联城市电动公共汽车 Intelligent Connected Electric City Bus

在城市范围内相对固定路线以承载旅客出行作为职能，搭载先进的车载传感器、控制器等装置，并融合现代通信与网络技术，实现车与X(车、路、人、云等)智能信息交换、共享，具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能，可实现安全、高效、舒适、节能行驶，并实现辅助驾驶员操作的以电力为动力的新一代专用机动车辆。

[来源：DB43/T 2538-2022, 3.1, 有改动]

### 3.3

#### 车载单元 On-board Unit (OBU)

## T/CITSA 41-2024

安装在车辆上的具备信息采集、处理、储存、输入和输出接口，具备Uu和PC5双模通信能力的实体。

[来源：GB/T 31024.1-2014，2.3，有改动]

### 3.4

#### 路侧单元 Roadside Unit (RSU)

安装在道路两侧或门架上，通过具备Uu和PC5等通信方式接收来自OBU的信息和向OBU发送信息功能的实体。

[来源：GB/T 29108-2021，8.8]

### 3.5

#### 多接入边缘计算 Multi-access Edge Computing (MEC)

是实现车路云一体化系统的计算设备，用于就近提供边缘计算服务，实现多元信息融合、目标识别、事件检测、数据储存、数据收发、信息安全等功能。

[来源：DB43/T 2538-2022，3.12，有改动]

### 3.6

#### 车路协同 Vehicle-Infrastructure Cooperation

从系统论的观点出发，基于无线通信、传感探测等技术进行车路间信息交互和共享，实现智能信息在车辆和基础设施之间的合理分配和平衡、车载装置和路上设施的智能协同和配合，达到优化利用系统资源、提高道路交通安全性以及智能公路系统整体功能的目标。

[来源：GB/T 29108-2021，8.3]

### 3.7

#### 云控平台 Cloud Platform

采用“云边端”协同控制架构，对采集接入的全量、全时交通信息进行处理和决策分析、实现对部署道路精准管控、高效运营的平台。

[来源：DB50/T 10001.1-2021 DB51/T 10001.1-2021，3.2]

### 3.8

#### 无人定制公交 Customized Autonomous Bus Line

指乘客可以通过公交官方网站、微信公众号等平台进行线上定制公交的查询和预定，公交公司可以根据乘客的需求和出行时间安排线路和站点的无人公交线路。

### 3.9

#### 群体决策、群体控制策略 Group Decision-making and Control Strategy

在车辆通行调度中采用综合考虑所有车辆通行需求进行相互协调、相互合作从而达到优化通行效率的控制策略。

## 4 总体架构

4.1 智能网联城市电动公共汽车的车路协同系统在设计时应包含感知、传输、储存、分析、发布五个层级。

4.2 感知层应包括车载端传感器、路侧传感器、场站传感器等载体，实现交通信息的感知。

4.3 传输层应包括车载单元、路侧单元和云控平台等载体，实现信息从感知层往储存层的传输。

4.4 储存层应包括车载存储设备、路侧单元存储设备以及中心数据存储阵列等载体，实现数据的上传、下载、储存、更新等相关处理。

4.5 分析层应包括车载计算装置、路侧边缘计算装置以及云控平台等载体，根据应用需求进行数据计算和分析。

4.6 发布层应包括车载单元、路侧单元、云控平台等载体，将分析层处理得到的信息面向车载单元和路侧单元进行发布。

4.7 每个层级根据应用场景有自己分属的对象、功能和载体，用于实现公共汽车系统的协同管控。系统体系架构如图1所示。

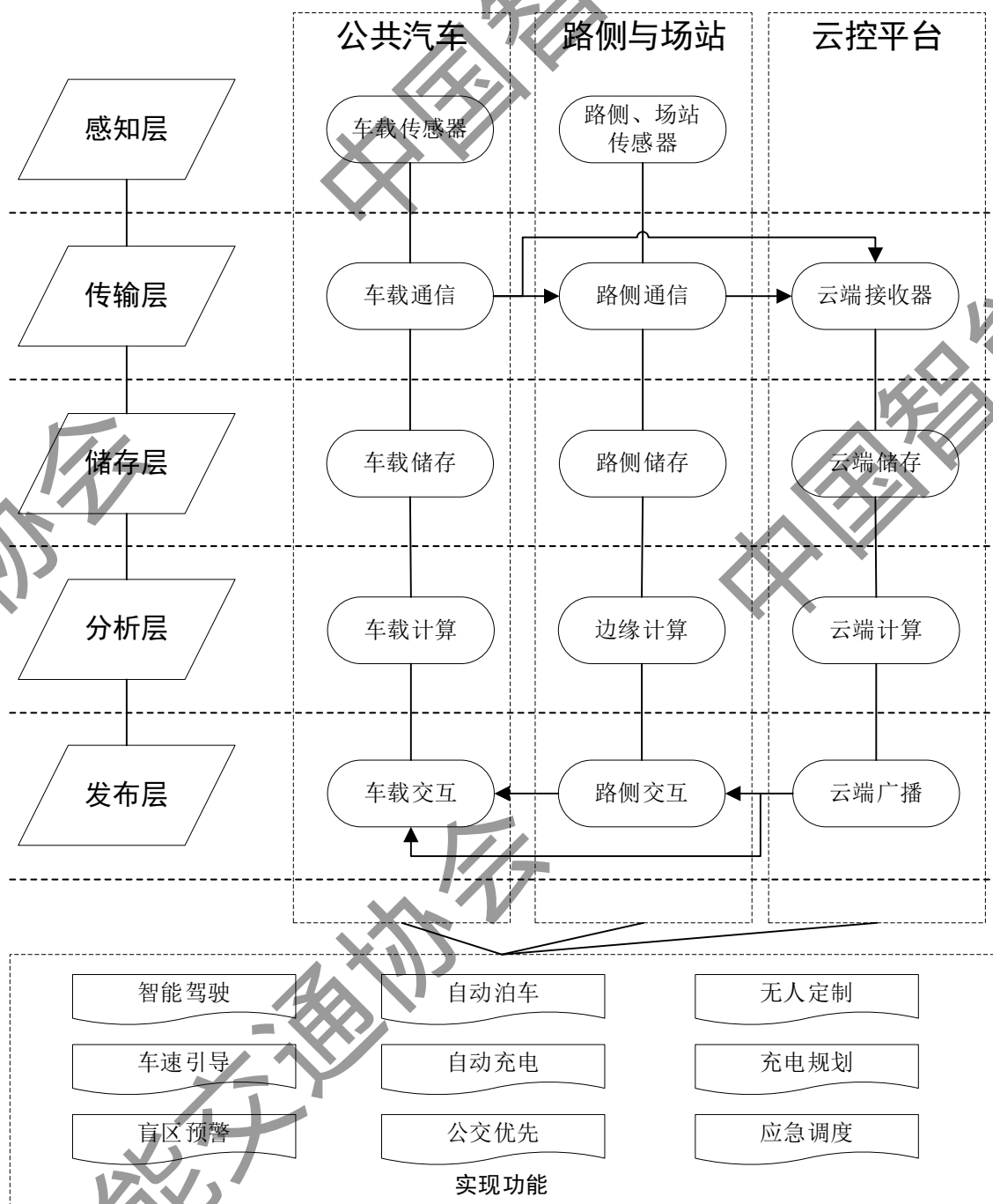


图1 智能网联城市电动公共汽车车路协同体系架构总体图

## 5 感知层

### 5.1 对象

感知对象应包括公共汽车运行状态、周边交通参与者位置和运动状态、路上交通运行状态、场站运营状态、气象环境等信息。

### 5.2 功能和要求

5.2.1 感知层功能应包含且不限于车辆自身信息采集功能、交通状态感知功能、场站智能感知功能、高精度定位感知功能等。

- 5.2.2 车辆自身信息采集功能总体应符合 GB/T 19056-2021 第 5 章相关采集要求。
- 5.2.3 进行车辆自身信息采集的车载单元应符合 GB/T 32960.2-2016 中第 4 章关于车载终端的要求，具备车辆总线信息读取分析功能，能够记录包括但不限于公共汽车电量、位置、速度、加速度、运行状态等数据。
- 5.2.4 采集数据方式应支持 T/CSAE 53-2017 第 6、7 章和 T/CSAE 157-2020 第 6、7 章数据标准，数据更新速率不低于 10Hz。
- 5.2.5 高精度定位模块应能够实时获取车辆的运行状态信息，包括车辆的位置信息、速度信息、航向角信息等。
- 5.2.6 车辆自身数据采集整体定位精度平均应达到亚米级，横向和纵向误差界限为 0.39m（其中要求 95% 的定位精度小于 0.10m）。
- 5.2.7 车载感知模块、路侧感知模块应能够实时感知公共汽车周围交通参与者的运行状态，并支持多目标跟踪检测功能。
- 5.2.8 路侧感知模块需要有前置信息接入功能，有能力接收预定义的区域性信息，如本地高精度地图、本地交通信号控制信息、本地网联车辆信息等。前置接入信息模块接入的高精度地图应含有道路类型、亚米级别的曲率精度、车道线位置等关键道路信息，同时需包含路边基础设施、障碍物、交通标志等环境对象信息。
- 5.2.9 对于交通信息感知综合检测效果应满足更新频率不低于 50ms，平均时间占有率误差不超过 10%，车流量误差不超过 5%，检测距离误差范围在  $\pm 5\%$  以内，速度检测绝对误差不应大于 1m/s，检测覆盖范围纵向不小于 100m，且横向至少覆盖当前道路车道数。
- 5.2.10 场站内车辆道闸应具备成熟的车牌识别功能，适应多种光照环境，能够以不低于 95% 的检测精度对车牌进行识别。
- 5.2.11 场站内人员道闸应支持多种识别方式，包括人脸识别、IC 卡识别与身份证识别等，并保证秒级的校验速度，能够以不低于 95% 的检测精度对人员进行识别。
- 5.2.12 场站内智能电表应能够实时记录并上传电动公共汽车的相关用电信息，包括当前电量、单位用电量、预计行驶里程等。
- 5.2.13 场站内监控摄像头应具备车辆场站内越界绊线行为检测、人员位置数量检测、充电设备运行监测等功能。其中，周界摄像头和人群摄像头应支持 AHD 720P，温控摄像头的测温误差应控制在  $\pm 1^\circ\text{C}$  以内。

### 5.3 载体

感知层载体应当涵盖但不限于以下设备：车载单元、车载摄像头、车载雷达、路侧摄像头、路侧雷达，以及场站内的车辆道闸、人员道闸、监控摄像头和智能电表等。

## 6 传输层

### 6.1 对象

传输层对象应包括但不限于感知层采集的公共汽车运行状态、周边交通参与者的位置及运动状态、道路交通运行状况以及场站运营状态等信息。

### 6.2 功能和要求

- 6.2.1 传输层功能应当涵盖但不限于车对车通信、车对路通信、车对云通信以及路对云通信等功能。
- 6.2.2 车-车通信功能应实现包括但不限于车辆各自的行驶状态、车载传感器获取的信息、本车获得局域前置信息在不同车辆之间的交互。
- 6.2.3 车-车通信需支持 LTE-V2X、5G-V2X 等新兴通信技术，并且应遵循 IEEE802.11b/g/n 协议。其通信距离需达到 200m 以上，下行速率不低于 200Mbps，上行速率不低于 50Mbps，而且信息丢包率应控制在 0.1% 以下。
- 6.2.4 车-路通信功能应包括但不限于本地高精度地图、本地交通信号控制信息、本地交通管理信息、其他本地网联车辆信息以及场站基础信息等车辆在车辆和路侧单元之间的交互。
- 6.2.5 车-路通信需支持 LTE-V2X、5G-V2X 等通信技术，并遵守 IEEE802.11b/g/n 协议。其通信距离应

不小于 500m，下行速率至少为 200Mbps，上行速率至少为 50Mbps，而且信息的丢包率应不超过 0.1%。

6.2.6 智能网联城市电动公共汽车以及路侧单元（包括场站内的路侧单元）都应具备与云控平台通信的功能

6.2.7 车-云和路-云通信应使用 4G、5G 或直接连网的通信技术。其下行速率需达到 100Mbps 以上，上行速率至少为 20Mbps，信息丢包率不得超过 0.1%，并保证准确率达到 99%以上。

### 6.3 载体

传输层载体应包括但不限于车载单元、路侧单元、通信基站，以及云控端的无线通信设备等。

## 7 储存层

### 7.1 对象

储存层的对象应包括但不限于传输层接收的公共汽车运行状态、附近交通参与者的位置和运动状态、道路交通运行状况、场站运营状态等信息，以及发布层发布的调度计划、运行策略和附近交通参与者的接入信息等。

### 7.2 功能和要求

7.2.1 储存层功能应包括但不限于实现数据的储存、数据的安全访问以及数据的更新等。

7.2.2 车端存储器应保留过去 24 小时内全部自车运行信息，附近的高精度地图信息，以及与自车行驶决策相关的信息。对于常规线路公共汽车的车端存储器，应储存站点信息。对于无人定制公共汽车的车端存储器，还需储存上下客位置和时间信息等。

7.2.3 车端存储器容量应不低于 128G，读取速度不低于 100MB/s，写入速度不低于 50MB/s。

7.2.4 车端存储器在异常断电状态下的数据保存要求，应符合 GB/T 32960.2-2016 的相关规定。

7.2.5 路侧存储器应包含本地的高精度地图，并动态储存本地的交通信号控制信息、本地接入网联车辆信息以及本地发布的信息等。

7.2.6 场站内的存储器还需要储存场站运行状态、人员管理以及资源情况等基础信息。

7.2.7 场站存储器容量应不低于 1TB，读取速度不低于 150MB/s，写入速度不低于 75MB/s。

7.2.8 云控平台需要储存整个公交系统的运营信息以及所有端、边上传的运行信息，采用磁盘阵列进行数据存储。

7.2.9 云控平台储存容量不得低于 100TB，读取速度不低于 1GB/s，写入速度不低于 500MB/s。

7.2.10 储存层的数据访问必须设立严格的权限控制，应确保数据访问的完整性和机密性，并抵御重放攻击。为了维护用户隐私，用户侧设备的匿名化处理应在应用层进行，而在传输层和发布层通常不应出现包含用户个人信息的数据。如果需要使用个人数据在分析层面提供如定制化公交等个性化服务，则必须做好数据隔离。

7.2.11 各层级储存的数据应根据应用的需求进行适时的更新。

### 7.3 载体

储存层载体应包括但不限于车载存储设备、路侧单元存储设备以及中心数据存储阵列等。

## 8 分析层

### 8.1 对象

分析层的对象应包括但不限于感知层获取的数据、传输层传递过来的数据以及储存层中的数据。

### 8.2 功能和要求

8.2.1 公共汽车上安装的车载计算装置应能够基于自车运行状态、感知到的周围环境、交通参与者的动态运动情况以及通信层传输来的本地交通参与者信息进行分析和决策，从而确定自车的横向和纵向运动控制策略。

8.2.2 车端分析决策的响应时间应不超过 500ms。

8.2.3 多接入边缘计算（MEC）节点应能够基于其覆盖范围内交通参与者的时空分布和运动态势来进行车辆运行的群体决策和群体控制策略分析，并将这些信息发布并推送给车辆和行人。

8.2.4 在信号交叉口，计算节点应能够控制信控设备以实现公交优先通行。

8.2.5 在道路交汇处，路侧单元应根据主路和辅路上的车辆运行状况来实现车速引导，从而提高交汇效率。

8.2.6 对于公共汽车车载传感器可能存在盲区的行驶地点，路侧单元应提供盲区预警功能。

8.2.7 在场站内部，路侧单元应当能对进站车辆进行充电编排和管理，实现公共汽车的快速充电。

8.2.8 路侧计算节点的分析决策的响应时间应不大于 1000ms。

8.2.9 云控平台应能够对所有公交线路、车辆及客流的当前状态进行分析，并预测未来的趋势。

8.2.10 对于无人定制线路的公交，应在云端对乘客上下车的地点和路径进行综合分析和规划。若线路或车辆出现故障，云端应能及时发现并响应，生成紧急调度方案。

8.2.11 云控平台还应根据车辆当前的电量、预计充电时间和预计充电地点对充电计划进行合理的规划。

### 8.3 载体

分析层的载体应包括但不限于车载计算装置、路侧边缘计算装置以及云控平台等。

## 9 发布层

### 9.1 对象

发布层的对象应包括但不限于调度计划、运行策略以及附近交通参与者的接入信息等。

### 9.2 功能和要求

9.2.1 发布层应具备云控平台的信息发布功能和路侧信息发布功能。

9.2.2 云控端应能够支持 4G、5G 或 LTE-V 等通讯方式，能够将调度计划、定制公交的线路和上下客信息、以及应急调度方案等传递到路侧端和车端。

9.2.3 云控端下行速率不应低于 100Mbps。

9.2.4 路侧端应能够支持 4G、5G、LTE-V 等通信方式，能够将公交优先、盲区预警、交汇车速引导等应用策略，以及本地信控信息、地图信息等其他信息传递给车端。

9.2.5 路侧端的下行速率不应低于 100Mbps。

### 9.3 载体

发布层载体应包括但不限于车载单元、路侧单元、通信基站、以及云控端的无线通讯设备等。

## 10 体系安全与维护

10.1 智能网联城市电动公共汽车车路协同系统的体系安全应包含车辆、通信、道路等多个子系统在内的共同完整性的安全。

10.2 电动公共汽车车辆安全需符合 GB 18384-2020、GB 38032-2020 和 GB 7258-2017 相关要求。

10.3 车载智能终端需符合 GB/T 26766-2019 相关要求。

10.4 交通控制信息内容和传输需符合 GB/T 39900-2021 相关要求。

10.5 通信信息安全需符合 GB/T 37378-2019 相关要求。

10.6 地理信息的使用需包含创建、使用、存储、传递、更改、销毁等全生命周期，并符合 GB/T 22239-2019、GB/T 25070-2019 相关要求。