

ICS 03.220.02

CCS R10

团体标准

T/CITSA 48-2024

城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆 能力分级规范

Grading specification of the ability of urban road infrastructure
to assist autonomous driving vehicles

2024-12-10 发布

2025-01-10 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 缩略语	2
5 总体要求	2
5.1 分级原则	2
5.2 等级划分	3
6 分级标准	4
6.1 I0 等级配置及能力要求	4
6.2 I1 等级配置及能力要求	5
6.3 I2 等级配置及能力要求	6
6.4 I3 等级配置及能力要求	7
6.5 I4 等级配置及能力要求	7
参考文献	9

前 言

本文件按照GB/T 1.1《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。

本文件由北京航空航天大学提出。

本文件由中国智能交通协会归口。

本文件起草单位：北京航空航天大学、中关村国家实验室、交通运输部公路科学研究院、北京交通发展研究院、北京航空航天大学杭州创新研究院、北方工业大学、北京万集科技股份有限公司、蘑菇车联信息科技有限公司、中泰信合智能科技有限公司、山东摩西网络科技有限公司、四川天府新区公园城市建设局、中汽智联技术有限公司、银江技术股份有限公司、北京理工大学深圳汽车研究院。

本文件主要起草人：于海洋、任毅龙、李宏海、崔志勇、赵洁洁、栗红强、朱磊、徐亮、叶泽昌、王博傲、王建斌、谭暨元、孙建平、王吉祥、董承霖、陈思祺、刘帅、姜涵、徐文轩、陈敬龙、苟伟、周波、葛鑫、李岩、吴越、苑寿同、李志强、周彬、刘蓬菲、章步镒、孙超。

城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力分级规范

1 范围

本文件规定了城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力的分级原则、术语定义、等级划分和等级要求。

本文件适用于城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级的划分和管理,以及相关辅助自动驾驶车辆能力的等级划分中关于城市道路基础设施的规划、建设和改造升级。

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 5768.1 道路交通标志和标线第1部分:总则
- GB 5768.2 道路交通标志和标线第2部分:道路交通标志
- GB 5768.3 道路交通标志和标线第3部分:道路交通标线
- GB 14886 道路交通信号灯设置与安装规范
- GB 14887 道路交通信号灯
- GB/T 20609 交通信息采集 微波交通流检测器
- GB 25280 道路交通信号控制机
- GB/T 24726 交通信息采集 视频车辆检测器
- GB/T 26942 环形线圈车辆检测器
- GB/T 29102 道路交通信息服务 通过调频数据广播发布的交通信息
- GB/T 29103 道路交通信息服务 通过可变情报板发布的交通信息
- GB/T 29109 道路交通信息服务 通过无线电台发布的交通信息
- GB/T 29111 道路交通信息服务 通过蜂窝网络发布的交通信息
- GB/T 35548 地磁车辆检测器
- GB 50688 城市道路交通设施设计规范
- GB 51038 城市道路交通标志和标线设置规范
- GB/T 51431 移动通信基站工程技术标准
- CJJ 37 城市道路工程设计规范
- CJJ 152 城市道路交叉口设计规程
- GA/T 497 道路车辆智能监测记录系统通用技术条件
- GA/T 1047 交通技术监控设备设置要求
- T/ITS 0173 智能交通 路侧激光雷达接口技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

城市道路基础设施 road infrastructure

为居民出行和社会产品运输提供道路交通服务的固定工程设施,包括基础物理道路及配套设施。

注:基础物理道路及配套设施包含道路、交通管控设施、感知设施、通信设施、定位设施、边缘计算设施等。

3.2

信息辅助能力 information assistive abilities

城市道路基础设施依靠感知、计算、通信设施及相关算法为自动驾驶车辆提供道路交通信息的能力。

3.3

交通控制能力 traffic control abilities

城市道路基础设施依靠感知、计算、通信设施及相关算法为自动驾驶车辆提供动态信控、运行引导、协同决策的能力。

3.4

城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力 urban road infrastructure assists autonomous driving vehicle ability

城市道路基础设施依靠感知、计算、通信设施及相关算法、技术为自动驾驶车辆提供感知辅助、定位辅助、决策辅助、控制辅助能力，满足不同自动驾驶车辆的应用需求。

3.5

意图辨识 intent recognition

城市道路基础设施根据交通参与者的位置、速度和历史轨迹等信息进行未来车辆意图的判断。

3.6

安全预警设施 security early warning information infrastructure

能灵敏、准确地昭示风险前兆，并能及时提供警示的设施。

3.7

高精度定位 high precision positioning

通过使用航天卫星系统定位设备，精确测量物体的位置、速度和时间等参数的一种技术。

注：具体精度要求取决于应用场景需求，自动驾驶车辆一般要求厘米级。

3.8

高精度地图 high precision map

绝对精度和相对精度均在1米以内的电子地图，具备高精度、高丰富度的特征，能被自动驾驶系统解析并使用的电子地图。

注：它的信息涵盖道路类型、曲率、车道线位置等道路信息，路边基础设施、障碍物、交通标志等环境对象信息，以及交通流量、红绿灯状态信息等实时动态信息。

3.9

广域交通综合信息平台 wide area comprehensive transport information platform

整合交通运输系统信息资源，按一定标准规范完成多源异构数据的接入、存储、处理、交换、分发等功能，并面向应用服务，从而为实现信息共享、制定交通运输组织与控制方案和科学决策、以及开展交通综合信息服务提供数据支持的大型综合性信息集成系统。

3.10

自动驾驶车辆 Autonomous vehicles

利用传感探测技术、自动控制技术、通讯技术和交通流理论等，通过车载装置和路侧配套设施的智能探测、车-车和车-路通信手段、车辆自动操纵控制装置，在特定的道路上实现车辆自动运行的车辆。

[来源：GB/T 37373-2019, 3.5]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

C-V2X: 蜂窝车联网 (Cellular Vehicle to Everything)

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

NB-IoT: 窄带物联网 (Narrow Band Internet of Things)

OBU: 车载单元 (On Board Unit)

RSU: 路侧单元 (Road Side Unit)

5 总体要求

5.1 分级原则

5.1.1 安全性

城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力的分级应以道路的安全性建设为首要考量因素,符合国家道路建设规范要求。

5.1.2 兼容性

城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力的分级应能兼容现有城市道路基础设施,能有效指导城市基础设施的升级改造。

5.1.3 全局性

城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力的分级应满足城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆运行的总体智能化技术需求以及满足城市全局智能化布设要求。

5.1.4 灵活性

城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力的分级内容应适应技术的更迭,能快速适应自动驾驶技术、车路协同技术的进步。

5.1.5 递进性

城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力的分级内容层层递进,每一级都是在上一级的基础上对其功能与服务进行提升。

5.2 等级划分

城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级由低到高分为无智能辅助、静态语义协作、信息共享协同、要素交互融合和一体智能共生五个技术等级。

城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级由低到高分为5级,即 I0、I1、I2、I3、I4级,高等级的内容应涵盖低等级的内容,具体定义及划分见表1。

表 1 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级划分

等级	等级名称	城市道路基础设施	信息辅助能力	交通控制能力
10	无智能辅助	基础物理道路包括接入道路管控设施—道路交通信号灯、可变情报板、交通标志、交通标线等	仅在可视范围内由道路交通信号灯、交通标志标线、可变情报板等交通管控设施提供可视的、由自动驾驶车辆自主识别的交通管理与控制信息	提供基本的道路交通信号灯控制，包括基于交通状况、气象状况、应急事件等特殊情况提供交通诱导、分流、限速等交通管理与控制服务
11	静态语义协作	感知设施—卡口车辆检测系统、视觉传感器、雷达传感器等 通信设施—无线网络基站 边缘计算设施—简单计算能力设施	基于无线网络广播道路和交通动态信息，包括但不限于施工占道、拥堵、事故等，为自动驾驶车辆提供交通信息	感知设备可识别交通参与者的类别（机动车、非机动车、行人），并根据城市区域内的实时交通信息进行动态信号配时等交通控制
12	信息共享协同	管控设施—安全预警设施 感知设施—视觉传感器、雷达传感器 通信设施—V2X 通信 定位设施—高精度导航卫星定位设施（分米级）、高精度地图（分米级） 边缘计算设施—一般计算能力设施	实现道路数据、车路状态数据、路网状态数据的数字化表征，提供感知融合后的共享交通数据，在城市道路上为自动驾驶车辆实时下发动态更新的高精度地图，同时提供高精度定位、交叉口盲区感知补偿等功能	边缘计算设施可根据感知融合后的共享交通数据，同时基于 C-V2X 的车路信息交互，可与自动驾驶车辆进行融合决策，可对自动驾驶车辆进行车速引导控制，为特种车辆提供基于实时共享交通数据的交通信号自适应优化控制，提供优先通行功能
13	要素交互融合	通信设施—低延时 V2X 通信 定位设施—高精度导航卫星定位设施（厘米级）、高精度地图（厘米级） 边缘计算设施—高性能计算能力设施	实现交通参与者意图辨识与轨迹预测，按每个自动驾驶车辆的需求，提供实时车车冲突、人车冲突辨识与预警、盲区预警、路口碰撞预警等信息，对多种信息要素进行交互融合，满足应对城市道路的复杂情况	基于高精度定位以及高性能的 MEC，可在大部分城市道路场景（除交叉口以及部分复杂交通场景），根据车辆运行中的各种实时信息为自动驾驶车辆提供横、纵方向的辅助运行引导指令，如根据已预测的其他车辆的位置、速度和历史轨迹对自动驾驶车辆提供最优行驶轨迹辅助引导功能等；可在紧急情况下，对自动驾驶车辆进行紧急避险预警，辅助自动驾驶车辆在特定场景/情景实现高度自动化驾驶
14	一体智能共生	边缘计算设施—高性能低延时广域交通综合信息平台	为自动驾驶车辆提供全域内的交通数据信息	高性能低延时广域交通综合信息平台基于自动驾驶任务计算需求进行路侧边缘计算资源的协同调度与优化，可在所有城市道路场景和情景下，支持同自动驾驶车辆在横、纵方向运行的协同决策；实现对交通路网状态的精准把控与智能调度，为自动驾驶车辆提供实时动态更新的最优行驶方案，自动驾驶车辆可实现完全自主化

6 分级标准

6.1 10 等级配置及能力要求

6.1.1 城市道路基础设施配置要求

应在基础物理道路上施划交通标志标线，配置道路交通信号灯、交通信号机、可变情报板等交通管控设施。物理道路应符合“CJJ 37、GB 50688、CJJ 152中的规定；交通标志标线，配置道路交通信号

灯、交通信号机、可变情报板等交通管控设施，其设置应符合GB 5768.1、GB 5768.2、GB 5768.3、GB 51038中的规定，产品应符合GB 14887、GB 25280、GB 5768.1、GB 5768.2、GB 5768.3中的规定。

6.1.2 信息辅助能力要求

a. 道路交通信号灯、交通标志标线、可变情报板等交通管控设施应能提供可视的、由自动驾驶车辆自主识别的交通管理与控制信息；

b. 可变情报板发布宜包括交通、气象、事件、路况等动静态信息，信息发布应符合GB/T 29103的要求。

6.1.3 交通控制能力要求

应提供基本的道路交通信号灯控制，包括基于交通状况、气象状况、应急事件等特殊情况下提供交通诱导、分流、限速等交通管理与控制服务。

6.2 11 等级配置及能力要求

6.2.1 城市道路基础设施要求配置要求

在I0等级的基础上，应配置卡口车辆检测系统、视觉传感器、雷达传感器、无线通信网络基站、感知计算单元等基础设施。

6.2.1.1 路侧感知设施

a. 卡口车辆检测系统应满足下列要求：

- (1) 应能记录车辆到达时刻，计算车辆速度；
- (2) 应能接入交通信号机，将检测结果输入到信号机进行动态信号控制；
- (3) 应支持以太网、串口通信等通信方式；
- (4) 应满足GB/T 35548、GB/T 26942、GA/T 497的技术要求。

b. 视觉传感器应满足下列要求：

- (1) 应能采集道路上的实时交通视频流，传输至感知计算单元；
- (2) 应支持以太网、串口通信等通信方式；
- (3) 应满足GB/T 24726、GA/T 1047的技术要求。

c. 雷达传感器应满足下列要求：

- (1) 应能感知交通参与者的位置、速度、轨迹等信息；
- (2) 应支持以太网、串口通信等通信方式；
- (3) 应满足GB/T 20609的技术要求。

6.2.1.2 路侧通信设施

无线通信网络基站应满足下列要求：

- (1) 应能基于无线通信网络向城市区域内车辆广播该区域的道路和交通动态信息；
- (2) 应支持4G/5G蜂窝网络、物联网（例如NB-IOT）、无线电台等无线通信方式；
- (3) 应符合GB/T 51431的技术要求。

6.2.1.3 路侧边缘计算设施

感知计算单元应满足下列要求：

- (1) 应能按车道统计交通量信息，包括车流量、地点速度、平均速度、时间占有率、行驶轨迹等信息；
- (2) 应能进行基础交通流分析，并支持信号配时动态优化等简单的计算任务；
- (3) 应支持采用以太网、串口通信等通信方式与检测器、信号机进行通信。

6.2.2 信息辅助能力要求

应能基于无线通信网络广播道路和交通动态信息，包括但不限于施工占道、拥堵、事故等。信息发布应符合GB/T 29111、GB/T 29109、GB/T 29103和GB/T 29102的要求。

6.2.3 交通控制能力要求

感知设备可识别交通参与者的类别（机动车、非机动车、行人）、位置等基本信息，并根据城市区域内的实时交通信息进行动态信号配时等交通控制。

6.3 I2 等级配置及能力要求

6.3.1 城市道路基础设施配置要求

在I1等级的基础上，应配置激光雷达、路侧通信单元、路侧差分基站、高精度地图等城市道路基础设施，并提升感知计算单元的性能要求。

6.3.1.1 路侧感知设施

激光雷达应满足下列要求：

- (1) 能识别机动车、非机动车、行人的位置、速度，具有足够的感知识别精度；
- (2) 支持以太网、串口通信等通信方式；
- (3) 满足T/ITS 0173-2021的技术要求。

6.3.1.2 路侧通信设施

路侧通信单元应满足下列要求：

- (1) 支持与视频检测器、毫米波雷达、激光雷达等感知设备以及信号机数据交互；
- (2) 支持采用4G/5G技术的蜂窝通信方式与C-V2X平台通信，采用直连链路短程通信方式（PC5模式）及OBU与车辆及相邻RSU进行通信。

6.3.1.3 路侧边缘计算设施

感知计算单元应满足下列要求：

- (1) 能计算交通参与者的坐标、纵向速度、横向速度、所在车道、车辆长度、航向角等；
- (2) 能融合区域内共享交通流数据，支持交通信号自适应优化控制、特种车辆优先通行控制等计算任务；
- (3) 支持采用以太网、串口通信等通信方式与RSU、MEC等设备进行通信。

6.3.1.4 路侧定位设施

a. 路侧差分基站应满足下列要求：

- (1) 能实现卫星定位数据的跟踪、采集、记录等；
- (2) 能向已登录用户提供不同精度、时效性的数据服务；
- (3) 通过4G、5G蜂窝网络接入路侧感知、边缘计算等设施。

b. 高精度地图应满足下列要求：

- (1) 数字化高精度地图具有统一的标准格式；
- (2) 高精度地图所需数据应结合路侧定位设施（路侧差分基站）的定位数据，在感知端采集定位辅助数据、在MEC端计算、生成及更新，通过RSU-OBU的短程通信向车端下发；
- (3) 高精度地图精度应达到分米级。

6.3.2 信息辅助能力要求

a. 应实现道路数据、车路状态数据、路网状态数据、历史信号配时方案数据的数字化表征，提供感知融合后的共享交通数据；

b. 应在城市道路上为自动驾驶车辆实时下发动态更新的高精度地图，同时提供高精度定位功能、交通参与者超视距感知、交叉口盲区感知补偿等功能。

6.3.3 交通控制能力要求

a. 宜与自动驾驶车辆进行融合决策，对自动驾驶车辆进行车速引导控制，为自动驾驶车辆提供基于实时共享交通数据的交通信号自适应优化控制；

b. 可提供特种车辆优先通行功能。

6.4 13 等级配置及能力要求

6.4.1 城市道路基础设施配置要求

在I2等级的基础上，增加边缘计算单元，并提升数字化高精度地图的功能等级。

6.4.1.1 路侧边缘计算设施

边缘计算单元应满足下列要求：

- (1) 具备千兆光/电网络接口；
- (2) 支持多台RSU设备通过交换机接入，并支持RSU和并发用户数量的快速扩展，支持路侧感知设备通过交换机接入；OBU可通过RSU间接接入，管控设施通过交换机及RSU接入，支持 C-V2X平台对接；
- (3) 支持对多源传感数据融合处理、对高精地图和高精定位信息的分析计算、对V2X场景和交通事件的智能识别与处理等。

6.4.1.2 路侧定位辅助设施

数字化高精度地图应满足下列要求：

- (1) 数字化高精度地图应具有统一的标准格式；
- (2) 高精度地图所需数据应结合路侧定位设施（路侧差分基站）的差分定位数据，在感知端采集定位辅助数据、在MEC端计算、生成及更新，通过RSU-OBU的短程通信向车端下发；
- (3) 高精度地图精度应达到厘米级；
- (4) 高精度地图应支持实时动态更新。

6.4.2 信息辅助能力要求

- a. 应为自动驾驶车辆提供动态更新的高精度地图以及高精度定位；
- b. 应实现交通参与者意图辨识与轨迹预测，按每个自动驾驶车辆的需求，提供实时车车冲突、人车冲突辨识与预警、盲区预警、路口碰撞预警等信息；
- c. 宜对多种信息要素进行交互融合，以应对城市道路的复杂情况。

6.4.3 交通控制能力要求

- a. 基于高精度定位以及高性能的边缘计算设施，应在大部分城市道路场景（除交叉口以及部分复杂交通场景），根据车辆运行中的各种实时信息在数毫秒内为自动驾驶车辆提供横、纵方向的辅助运行引导指令，如根据已预测的其他车辆的行驶轨迹对自动驾驶车辆提供最优行驶轨迹辅助引导功能等；
- b. 应在紧急情况下，对自动驾驶车辆进行紧急避险预警，辅助自动驾驶车辆在特定场景/情景实现高度自动化驾驶。

6.5 14 等级配置及能力要求

6.5.1 城市道路基础设施配置要求

在I3等级的基础上，增加高性能低延时广域交通综合信息平台。

6.5.1.1 交通综合信息平台

高性能低延时广域交通综合信息平台应满足下列要求：

- (1) 交通综合信息平台应具备对大范围路网海量数据和复杂任务的实时计算处理能力，以及统一的运行监测和综合管理能力；
- (2) 交通综合信息平台应具备与路侧边缘计算、感知设备的网联能力；
- (3) 交通综合信息平台应具有根据交通状态进行态势分析、预测及决策能力，时延应控制在毫秒级；
- (4) 交通综合信息平台可在所有城市道路场景，支持同自动驾驶车辆在横、纵方向运行的协同决策，为自动驾驶车辆提供系统的感知、预测、决策等功能。

6.5.2 信息辅助能力要求

应为自动驾驶车辆提供全域内的交通数据信息。

6.5.3 交通控制能力要求

- a. 基于自动驾驶任务计算需求进行路侧边缘计算资源的协同调度与优化,宜在所有城市道路场景和情景下,支持同自动驾驶车辆在横、纵方向运行的协同决策;
- b. 应实现对交通路网状态的精准把控与智能调度,为自动驾驶车辆提供实时动态更新的最优行驶方案,辅助自动驾驶车辆实现完全自主化。

6.5.4 资源调度功能

基于自动驾驶任务计算需求可在交通综合信息平台中进行路侧边缘计算资源的协同调度与优化。

6.5.5 智能监测功能

交通综合信息平台应实现针对恶劣天气、大流量及事故高发路段等多种场景进行智能侦测预警,并实时将监测得到的信息及时反馈至自动驾驶车辆,保证自动驾驶车辆的安全运行。

6.5.6 停车信息功能

当在电子地图上输入目的地时,交通综合信息平台可提供停车场的车位信息以及基于目的地周边的最优停车场位置推荐以及停车场的高精地图。

参 考 文 献

- [1] GB 7258 机动车运行安全技术条件
- [2] GB/T 20609 交通信息采集 微波交通流检测器
- [3] GB/T 20839 智能运输系统 通用术语
- [4] 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
- [5] GB/T 34982 云计算数据中心基本要求
- [6] GB/T 40429 汽车驾驶自动化分级
- [7] DB 3402/T 15 国省干线智慧公路建设技术指南
- [8] DB 32/T 4192 车路协同路侧设施设置指南
- [9] DB 33/ 2391 智能网联汽车 道路基础地理数据规范
- [10] DB 50/T 10001.1 智慧高速公路 第1部分：总体技术要求
- [11] DB 50/T 10001.2 智慧高速公路 第2部分：智慧化分级
- [12] T/KJDL 002 粤港澳大湾区城市道路智能网联设施技术规范
- [13] 国标委联[2019]1号，关于印发《团体标准管理规定》的通知
- [14] 广东省工业和信息化厅 广东省公安厅广东省交通运输厅关于印发《广东省智能网联汽车道路测试与示范应用管理办法（试行）》的通知
- [15] 上海市嘉定区人民政府关于印发嘉定区标准化指导性技术文件《智慧道路建设技术导则》的通知
- [16] 欧洲道路运输研究咨询委员会发布《Connected Automated Driving Roadmap》
- [17] 世界道路协会发布《Smart Roads Classification》
- [18] 《智能网联道路系统分级定义与解读报告》（征求意见稿）
- [19] 《城市智慧道路设计标准》（征求意见稿）
- [20] 《粤港澳大湾区城市道路智能网联设施技术规范》
- [21] 《智能网联道路智能化建设规范（总则）》
- [22] 《道路基础设施数字化研究进展与展望》（中国公路学报 第33卷 第11期）
- [23] 《数字时代全球智慧高速公路发展趋势及建设思考》（公路 2022年4月 第4期）
- [24] 《智慧道路系统架构研究》（公路与汽运 总第193期）
- [25] 《智能网联道路智能化建设规范（总则）》
- [26] 《交通运输突发事件应急管理规定》（交通运输部令2011年第9号）