

ICS 03.220.20

CCS R 10

团体标准

T/CITSA XX-202X

城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆的能力分级研究

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

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 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 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力分级	2
5.1 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力分级原则	2
5.2 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级划分	2
6 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级要求	3
6.1 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级 L0	4
6.2 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级 L1	4
6.3 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级 L2	5
6.4 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级 L3	6
6.5 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级 L4	7
参考文献	8

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、中路高科交通科技集团有限公司、北京交通发展研究院、北京航空航天大学杭州创新研究院（余杭）、北方工业大学、北京万集科技股份有限公司、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。

本文件主要起草人：于海洋、任毅龙、李宏海、李振华、崔志勇、赵洁洁、栗红强、徐亮、叶泽昌、王博傲、王建斌、谭暨元、孙建平、郝雨晴、张劲泉、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、苑寿同、李志强、周彬、刘蓬菲。

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等级划分原则、术语定义、等级划分和等级要求。

本文件适用于有关城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆的能力等级的划分、制定和管理，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 5768.1-2009 道路交通标志和标线第1部分：总则
- GB 5768.2-2022 道路交通标志和标线第2部分：道路交通标志
- GB 5768.3-2009 道路交通标志和标线第3部分：道路交通标线
- GB 14887-2011 道路交通信号灯
- GB 25280-2016 道路交通信号控制机
- GB/T 7258-2019 机动车运行安全技术条件
- GB/T 20609-2023 交通信息采集 微波交通流检测器
- GB/T 24726-2021 交通信息采集 视频车辆检测器
- GB/T 26942-2011 环形线圈车辆检测器
- GB/T 29012-2012 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 29103-2012 道路交通信息服务 通过可变情报板发布的交通信息
- GB/T 29109-2012 道路交通信息服务 通过无线电台发布的交通信息
- GB/T 29111-2012 道路交通信息服务 通过蜂窝网络发布的交通信息
- GB/T 35548-2017 地磁车辆检测器
- GB/T 51431-2020 移动通信基站工程技术标准
- T/ITS 0173-2021 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

城市道路基础设施功能 functions of urban road infrastructure

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

3.2

辅助自动驾驶车辆等级划分 grading of assisted automatic driving vehicles

依据物理和数字化基础设施水平、信息辅助能力、交通控制能力对城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆的能力等级进行划分。

3.3

意图辨识 intent recognition

意图辨识是根据交通参与物的历史轨迹、速度进行未来轨迹的行为预测。

3.4

高精度定位 high precision positioning

高精度定位是相对于普通定位而言，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。

3.5

高精度地图 high precision map

高精度地图是相对于普通地图而言，能被自动驾驶系统解析并使用的电子地图，绝对精度小于1 m，每100 m相对误差不超过0.1 m，具备高精度定位功能以及车道级轨迹规划能力。

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)

OBU: 车载单元 (On Board Unit)

RSU: 路侧单元 (Road Side Unit)

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

5 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力分级

5.1 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力分级原则

5.1.1 兼容性

城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力的等级划分应能兼容现有的城市道路基础设施建设，能有效指导城市基础设施的升级改造。

5.1.2 全局性

城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力的分级内容应满足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。

5.1.3 安全性

城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力的分级内容应兼顾道路的安全性建设，符合国家和地方的道路安全建设要求。

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 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级划分

5.2.1 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆的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。

5.2.2 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆的能力等级由低到高分为1到5级，每一级都是在前一级基础上的增强配置和应用服务升级，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	物理/数字化设施设备	信息辅助能力	交通控制能力
L0	无智能辅助	管控设施—交通信号灯、可变信息标志、基础物理设施等	仅在可视范围内提供基本的交通管理与控制信息，需自动驾驶车辆自主识别	交通信号灯、交通标志标线、可变情报板等物理基础设施可为自动驾驶车辆提供相应的交通管理与控制信息
L1	静态语义协作	管控设施—交通信号灯、可变信息标志、基础物理设施等 感知设施—视觉传感器、雷达传感器 通信设施—无线网络广播边缘计算设施—简单计算任务	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宏观交通信息	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
L2	信息共享协同	管控设施—交通信号灯、可变信息标志、安全预警装置、基础物理设施等 感知设施—视觉传感器、雷达传感器 通信设施—无线网络广播、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	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、交通参与物超视距感知、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，提供自动驾驶车辆优先通行功能
L3	要素交互融合	管控设施—交通信号灯、可变信息标志、安全预警装置、基础物理设施等 感知设施—视觉传感器、雷达传感器 通信设施—无线网络广播、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—高性能计算设施	实现交通参与物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边缘计算设施（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在数毫秒内为自动驾驶车辆提供横、纵方向的运行引导指令，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控制，如刹车功能、紧急横向避障功能等，辅助自动驾驶车辆在特定场景/情景实现高度自动化驾驶
L4	一体智能共生	管控设施—交通信号灯、可变信息标志、安全预警装置、基础物理设施等 感知设施—视觉传感器、雷达传感器 通信设施—无线网络广播、低延时 V2X 通信 定位设施—高精度导航卫星定位设施、高精度地图 边缘计算设施—高性能低延时交通信息平台	为自动驾驶车辆提供全域内的交通数据信息，包括为自动驾驶车辆提供最优的全局行驶路线以及最优的微观运行轨迹	高性能低延时交通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，根据车辆运行中的各种实时信息对自动驾驶车辆进行接管与控制，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（包括宏观行驶路线以及微观行驶轨迹），自动驾驶车辆可实现完全自主化

6 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级要求

6.1 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级 L0

6.1.1 物理和数字化设施

应建设有交通信号灯、交通信号机、交通标志标线、可变情报板等物理基础设施，其设置要符合GB 14887-2011《道路交通信号灯》、GB 25280-2016《道路交通信号控制机》、GB 5768.1-2009《道路交通标志和标线第1部分：总则》、GB 5768.2-2022《道路交通标志和标线第2部分：道路交通标志》、GB 5768.3-2009《道路交通标志和标线第3部分：道路交通标线》中的规定。

6.1.2 城市道路基础设施功能

6.1.2.1 交通控制能力与信息辅助能力

a) 交通信号灯、交通标志标线、可变情报板等物理基础设施应为自动驾驶车辆提供相应的交通管理与控制信息，但需自动驾驶车辆自主识别。

b) 应通过可变情报板发布包括交通、气象、事件、路况等动静态信息，信息发布应符合GB/T 29103-2012《道路交通信息服务 通过可变情报板发布的交通信息》的要求。

c) 应提供基本的交通信号灯控制，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信息服务，服务应符合《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）的要求。

6.2 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级 L1

6.2.1 物理和数字化设施要求

在L0等级的基础上，增加物理和数字化设施：卡口车辆检测系统、视觉传感器、毫米波雷达、无线通信网络基站、感知计算单元。

6.2.1.1 路侧感知设施

- 卡口车辆检测系统

- 应能记录车辆到达时刻，计算车辆速度；
- 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；
- 应支持以太网、串口通信等通信方式；
- 应满足GB/T 35548-2017《地磁车辆检测器》、GB/T 26942-2011《环形线圈车辆检测器》、GA/T 497-2016《道路车辆智能监测记录系统通用技术条件》的技术要求。

- 视觉传感器

- 应能采集道路上的实时交通视频流，传输至感知计算单元；
- 应支持以太网、串口通信等通信方式；
- 应满足GB/T 24726-2009《交通信息采集 视频车辆检测器》的技术要求。

- 毫米波雷达

- 应能识别区分机动车、非机动车、行人，具有足够的感知识别精度；
- 应支持以太网、串口通信等通信方式；
- 应满足GB/T 20609-2006《交通信息采集 微波交通流检测器》的技术要求。

6.2.1.2 路侧通信设施

- 无线通信网络基站

- 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；
- 应支持等LTE、4G/5G蜂窝网络、物联网（NB-IOT）等蜂窝网络技术、无线电台、调频数据广播等无线通信方式；
- 应符合GB/T51431-2020《移动通信基站工程技术标准》的技术要求。

6.2.1.3 路侧边缘计算设施

- 感知计算单元

- a) 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；
- b) 应能进行基础交通流分析，并支持信号配时动态优化、特殊车辆优先通行控制等简单的计算任务；
- c) 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 城市道路基础设施功能

6.2.2.1 信息辅助功能

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宏观交通信息。信息发布应符合（GB/T 29111-2012）《道路交通信息服务 通过蜂窝网络发布的交通信息》、GB/T 29109-2012《道路交通信息服务 通过无线电台发布的交通信息》、GB/T 29103-2012《道路交通信息服务 通过可变情报板发布的交通信息》和GB/T 29102-2012《道路交通信息服务 通过调频数据广播发布的交通信息》的要求。

6.2.2.2 交通控制功能

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 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级 L2

6.3.1 物理和数字化设施

在L1等级的基础上，增加物理和数字化设施：激光雷达、路侧通信单元RSU、路侧差分基站、高精度地图。提升物理和数字化设施的性能：感知计算单元。

6.3.1.1 路侧感知设施

- 激光雷达
 - a) 应能识别机动车、非机动车、行人的位置、速度，具有足够的感知识别精度；
 - b) 应支持以太网、串口通信等通信方式；
 - c) 应满足T/ITS 0173-2021《智能交通 路侧激光雷达 接口技术要求》的技术要求。
- 感知计算单元
 - a) 应能检测交通目标的坐标、纵向速度、横向速度、所在车道、车辆长度、航向角等信息；
 - b) 应能按车道统计交通量信息，包括断面车流量、地点速度、平均速度、时间占有率、行驶轨迹等信息；
 - c) 应支持采用以太网、串口通信等通信方式与RSU、多接入边缘计算MEC进行通信。

6.3.1.2 路侧通信设施

- 路侧通信单元RSU
 - a) 应支持通过交换机与视频检测器、毫米波雷达、激光雷达等感知设备数据交互，支持与信号机数据交互；
 - b) 应支持采用4G/5G技术的蜂窝通信方式（Uu模式）与C-V2X平台通信，采用直连链路短程通信方式（PC5模式）与车辆及相邻RSU进行通信。

6.3.1.3 路侧定位设施

- 路侧差分基站
 - a) 应能实现卫星定位数据的跟踪、采集、记录等；
 - b) 应能向已登录用户提供不同精度、时效性的数据服务；
 - c) 应通过4G、5G蜂窝网络接入路侧感知、边缘计算等设施。
- 高精度地图
 - a) 数字化高精度地图应具有统一的标准格式；

- b) 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-OBUs的短程通信向车端下发；
- c) 高精度地图精度应达到分米级；
- d) 高精度地图的应具有自动驾驶所需要的所有要素、路网拓扑关系；
- e) 高精度地图应具有高安全性。

6.3.2 城市道路基础设施功能

6.3.2.1 信息辅助功能

- a) 应实现道路数据、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；
- 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、交通参与物超视距感知、交叉口盲区感知补偿等功能。

6.3.2.2 交通控制功能

- 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) 可提供自动驾驶车辆优先通行功能。

6.4 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级 L3

6.4.1 物理和数字化设施

在L2等级的基础上，增加物理和数字化设施：边缘计算单元MEC。提升物理和数字化设施的性能：数字化高精度地图。

6.4.1.1 路侧边缘计算设施

- 边缘计算单元MEC
 - a) 边缘计算单元宜具备千兆光/电网络接口；
 - b) 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；车载OBU可通过RSU间接接入，路侧控制设备通过交换机及RSU接入，支持 C-V2X平台对接；
 - c) 边缘计算单元应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
 - a) 数字化高精度地图应具有统一的标准格式；
 - b) 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-OBUs的短程通信向车端下发；
 - c) 高精度地图精度应达到厘米级；
 - d) 高精度地图的应自动驾驶所需要的所有要素、拓扑关系；
 - e) 高精度地图应具有高安全性；
 - f) 应支持实时动态更新。

6.4.2 城市道路基础设施功能

6.4.2.1 信息辅助功能

- 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) 应实现交通参与物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，满足应对城市道路的复杂情况。

6.4.2.2 交通控制功能

a) 基于高精度定位以及高性能的边缘计算设施（MEC），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控制，如刹车功能、紧急横向避障功能等，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 城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级 L4

6.5.1 物理和数字化设施

在L4等级的基础上，增加物理和数字化设施：高性能低延时广域交通信息平台。

6.5.1.1 交通信息平台

● 高性能低延时广域交通信息平台

a) 交通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；

b) 交通信息平台应具备与路侧边缘计算、感知设备的网联能力；

c) 交通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；

d) 交通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 城市道路基础设施功能

6.5.2.1 信息辅助功能

a) 应为自动驾驶车辆提供全域内的交通数据信息，包括为自动驾驶车辆提供最优的全局行驶路线以及最优的微观运行轨迹。

6.5.2.2 交通控制功能

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，根据车辆运行中的各种实时信息对自动驾驶车辆进行接管与控制；

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（包括宏观行驶路线以及微观行驶轨迹），辅助自动驾驶车辆实现完全自动化。

6.5.2.3 资源调度功能

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。

6.5.2.4 智能监测功能

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。

6.5.2.5 停车功能

当在电子地图上输入目的地时，交通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，可提供将乘客送至目的地后，交通信息平台引导自动驾驶车辆到其最优停车位停车。

参 考 文 献

- [1] GB/T 40429-2021 汽车驾驶自动化分级
 - [2] GB/T 7258-2017 机动车运行安全技术条件
 - [3] GB/T 20839-2007 智能运输系统 通用术语
 - [4] GB/T 31024.1-2014 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
 - [5] GB/T 24726-2009 交通信息采集 视频车辆检测器
 - [6] GB/T 20609-2006 交通信息采集 微波交通流检测器
 - [7] GB/T 34982-2017 云计算数据中心基本要求
 - [8] DB 3402/T 15-2021 国省干线智慧公路建设技术指南
 - [9] DB32/T 4192-2022 车路协同路侧设施设置指南
 - [10] DB50/T 10001.1-2021 智慧高速公路 第1部分：总体技术要求
 - [11] DB50/T 10001.2-2021 智慧高速公路 第2部分：智慧化分级
 - [12] DB33/ 2391-2021 智能网联汽车 道路基础地理数据规范
 - [13] T/KJDL 002-2021 粤港澳大湾区城市道路智能网联设施技术规范
 - [14] 国标委联[2019]1号，关于印发《团体标准管理规定》的通知
 - [15] 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
 - [16] 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
 - [17] 欧洲道路运输研究咨询委员会发布《Connected Automated Driving Roadmap》
 - [18] 世界道路协会发布《Smart Roads Classification》
 - [19] 《智能网联道路系统分级定义与解读报告》（征求意见稿）
 - [20] 《城市智慧道路设计标准》（征求意见稿）
 - [21] 《粤港澳大湾区城市道路智能网联设施技术规范》
 - [22] 《智能网联道路智能化建设规范（总则）》
 - [23] 《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）
 - [24] 《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）
 - [25] 《智慧道路系统架构研究》（公路与汽运 总第193期）
 - [26] 《智能网联道路智能化建设规范（总则）》
-

中国智能交通协会团体标准

《城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力分级规范》

编制说明

标准编制组

2024年1月

目 录

一、工作简况.....	1
二、编制原则.....	6
三、标准内容的起草.....	7
四、标准水平分析.....	10
五、采标情况.....	11
六、与我国现行法律法规和有关强制性标准的关系.....	11
七、重大分歧意见的处理过程和依据.....	12
八、标准性质的建议.....	12
九、贯彻标准的要求和建议.....	12
十、废止、替代现行有关标准的建议.....	13
十一、其他应予以说明的事项.....	13

一、工作简况

1. 任务来源

《城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力分级规范》标准源于中国智能交通协会下达的2023年度团体标准制修订计划。该标准编制工作由北京航空航天大学、中关村国家实验室、交通运输部公路科学研究院、中路高科交通科技集团有限公司、北京交通发展研究院、北京航空航天大学杭州创新研究院（余杭）、北方工业大学、北京北京万集科技股份有限公司、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共同参与编制。

2. 起草单位情况

（1）本标准起草单位

本标准起草单位包括北京航空航天大学、中关村国家实验室、交通运输部公路科学研究院、中路高科交通科技集团有限公司、北京交通发展研究院、北京航空航天大学杭州创新研究院（余杭）、北方工业大学、北京踏歌智行科技有限公司、北京万集科技股份有限公司、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。

（2）标准起草单位工作情况

在本标准编制任务中，北京航空航天大学总体负责标准制定工作，组织形成标准征求意见稿、送审稿等各个版本的标准文本、编制说明，收集整理标准制定各阶段的意见建议。

交通运输部公路科学研究院主要负责具体参与标准征求意见稿、送审稿等各个版本的标准文本、编制说明、意见汇总处理表等材料的整理；从等级的分级原则、等级划分、等级功能要求等方面提出标准制定意见建议。

中关村国家实验室、中路高科交通科技集团有限公司、北京交通发展研究院、北方工业大学、北京踏歌智行科技有限公司、北京万集科技股份有限公司、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主要负责从各个等级功能要求方面提出标准制定意见建议。

北京航空航天大学杭州创新研究院（余杭）主要负责整体内容格式、等级的分级原则、等级功能要求编写完善、评审。

3. 主要起草人及其所做的工作

本标准的主要起草人及其所做工作简要介绍如表1所示：

表1 主要起草人及其主要工作

主要起草人	工作单位	主要工作
于海洋	北京航空航天大学	总体框架、总体内容和全面把握。
任毅龙	北京航空航天大学	前期调研分析，编制各个版本的标准文本、编制说明，收集整理标准制定各阶段的意见建议。
李宏海	交通运输部公路科学研究院	前期调研分析，编制各个版本的标准文本、编制说明，等级功能要求部分编写完善。
李振华	交通运输部公路科学研究院	前期调研分析，收集整理标准制定各阶段的意见建

	究院	议，等级功能要求部分编写完善。
崔志勇	北京航空航天大学	前期调研分析，收集整理标准制定各阶段的意见建议，等级功能要求部分编写完善。
赵洁洁	中关村国家实验室	从各个等级功能要求合理性提供技术建议
栗红强	北京万集科技股份有限公司	等从各个等级功能要求合理性提供技术建议
徐亮	北京航空航天大学杭州创新研究院（余杭）	整体内容格式、等级功能要求、等级分级要求部分评审、完善。
叶泽昌	北京航空航天大学	前期调研分析，编制各个版本的标准文本、编制说明，收集整理标准制定各阶段的意见建议。
王博傲	北京航空航天大学	前期调研分析，编制各个版本的标准文本、编制说明，收集整理标准制定各阶段的意见建议。
王建斌	北京航空航天大学	前期调研分析，编制各个版本的标准文本、编制说明，收集整理标准制定各阶段的意见建议。
谭暨元	北方工业大学	从各个等级功能要求合理性提供技术建议
孙建平	北京交通发展研究院	从各个等级功能要求合理性提供技术建议
郝雨晴	北京万集科技股份有限公司	从各个等级功能要求合理性提供技术建议
张劲泉	中路高科交通科技集团有限公司	从各个等级功能要求合理性提供技术建议
王吉祥	北京航空航天大学	前期调研分析，编制各个版本的标准文本、编制说明，收集整理标准制定各阶段的意见建议。
董承霖	北京航空航天大学	前期调研分析，编制各个版本的标准文本、编制说明，收集整理标准制定各阶段的意见建议。
陈思祺	北京航空航天大学	前期调研分析，编制各个版本的标准文本、编制说

		明，收集整理标准制定各阶段的意见建议。
刘帅	北京航空航天大学	前期调研分析，编制各个版本的标准文本、编制说明，收集整理标准制定各阶段的意见建议。
姜涵	北京航空航天大学	前期调研分析，编制各个版本的标准文本、编制说明，收集整理标准制定各阶段的意见建议。
徐文轩	中泰信合智能科技有限公司	从各个等级功能要求合理性提供技术建议
陈敬龙	山东摩西网络科技有限公司	从各个等级功能要求合理性提供技术建议
苟伟	四川天府新区公园城市建设局	从各个等级功能要求合理性提供技术建议
周波	四川天府新区公园城市建设局	从各个等级功能要求合理性提供技术建议
葛鑫	四川天府新区公园城市建设局	从各个等级功能要求合理性提供技术建议
李岩	中汽智联技术有限公司	从各个等级功能要求合理性提供技术建议
李志强	中汽智联技术有限公司	从各个等级功能要求合理性提供技术建议
苑寿同	中汽智联技术有限公司	从各个等级功能要求合理性提供技术建议
周彬	北京踏歌智行科技有限公司	从各个等级功能要求合理性提供技术建议
刘蓬菲	北京踏歌智行科技有限公司	从各个等级功能要求合理性提供技术建议

4. 主要工作过程

标准修订项目组通过多次会议研讨、邮件交流、独立和集中修改等方

式，共同编制了《城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆等级划分规范》标准。标准编制组开展的各个阶段主要工作如下：

立项阶段：2022年4月到2022年7月，编制准备阶段，通过对道路基础设施辅助自动驾驶车辆能力等级的应用场景、功能范围等的调研分析，主要起草人之间多次研讨、征集意见，形成标准初稿草案，经过协会专家函审，通过立项。

起草阶段：2022年7月到2023年5月，草案讨论并修改完善阶段，形成征求意见稿。该阶段标准编制组进行了多次会议研讨，会议情况如下：

- 1) 2022年8月23日，由北京航空航天大学主持召开线上研讨会议，与会人员就目前车路协同、自动驾驶的实践案例、道路基础设施辅助自动驾驶车运行的应用场景、本标准的规范对象、适用范围、标准撰写思路等进行交流与探讨，进一步完善。
- 2) 2022年10月14日，由北京航空航天大学主持召开网络会议，与会专家对标准初步内容、标准分级思路、结合测评需要考虑的标准条款清晰无争议、等级分级原则、各等级功能如何确认、对《智慧高速公路 车路协同系统框架及要求》、《智能网联道路系统分级定义与解读报告》（征求意见稿）等已有标准如何配合制定、后续工作计划等问题进行讨论。
- 3) 2022年12月19日，由北京航空航天大学主持召开网络会议，编制组全体人员为标准整体内容进行逐条讨论，会议过程中，对

大部分内容都达成一致，而主要对各个等级数字化\物理设备、高等级城市道路需要达到功能、各个等级具体辅助功能、各个等级之间的界限进行了较多讨论。

- 4) 2023年2月14日，编制组专家通过网络会议对城市道路辅助自动驾驶车辆运行等级的划分要求、规范的整体框架及撰写形式、标准后续的推进计划等进行研讨达成一致。
- 5) 2023年4月24日，由北京航空航天大学主持召开网络会议，编制组全体专家对标准最新草案整体内容再次进行逐条研讨，最终与会专家仅对部分术语及定义存在意见，认为目前已有的术语及定义应以引用为主，而对其他内容都达成一致结论。同意对部分术语及定义进行修改后，正式推动标准进入网上征求意见阶段。

二、编制原则

本标准在编制过程中遵循了先进性和合理性原则。

(1) 先进性原则：体现在与既有自动驾驶技术及相关标准的衔接，结合对城市道路基础设施辅助自动驾驶的能力进行的分级，强调路侧对自动驾驶的辅助作用。同时为指导道路交通系统沿着科学路径发展，促进路车融合的道路交通系统的发展，推动形成“车端使能、道路赋能”融合发展的新格局，需要对城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆的能力进行智能化水平分级，形成一个面对城市道路应用场景的城市道路基础设施辅助自

自动驾驶车辆等级划分规范。本标准在制定过程中主要参考了《智慧高速公路 车路协同系统框架及要求》、《机动车运行安全技术条件》（GB/T 7258-2017）和《智能运输系统 通用术语》（GB/T 20839-2007）等相关标准要求，首次提出了基于城市道路背景、适用于自动驾驶车辆运行的城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆等级划分要求，包括各个等级的信息交互要求、交通管理要求、交通控制要求等。

（2）合理性原则：体现在与自动驾驶、车路协同相关要求的实际情况相结合。本规范应用场景为城市道路，服务对象为不同等级的自动驾驶车辆，城市交通具有交通量大（包括大量行人与非机动车）、交通参与者种类多、路网构造不同（存在大量交叉口）以及路网分布不均匀等特点，所以自动驾驶车辆对路侧的要求会更高，因此本规范的道路基础设施辅助自动驾驶服务等级划分更加详细，着重考虑机动车之间、机动车与非机动车以及机动车与行人之间的冲突与轨迹预测和其运行路径规划与引导，实时在交叉口等分合流区域做出最优协同决策，使自动驾驶车辆在安全运行的同时，也保证区域内总延误最小。同时也考虑了在城市道路中更加详细的应用场景和情景，如“可在紧急情况下，对自动驾驶车辆进行紧急避险控制，如刹车功能、紧急横向避障功能”等。此外，可提供智能停车服务，解决在城市内停车困难问题。

三、标准内容的起草

1. 主要技术内容的确定和依据

(1) 分级原则的确定

通过对《智慧高速公路 车路协同系统框架及要求》、《智能网联道路系统分级定义与解读报告(征求意见稿)》、《Connected Automated Driving Roadmap》等标准及文献的调研,对目前已有的道路分级要求和原则进行分析,根据本规范的实际应用场景(城市道路)以及面向的对象(不同等级的自动驾驶车辆),确定了本规范的分级原则。

城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆等级分级原则一共五条,分别为:

兼容性:城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆的功能等级分级应能兼容现有的城市道路基础设施建设,能有效指导城市基础设施的升级改造;

全局性:城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆的功能等级分级内容应满足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;

安全性:城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆的功能等级内容应兼顾道路的安全性建设,符合国家和地方安全标准;

灵活性:城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆的功能等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;

递进性:城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆的功能等级内容层层

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。

(2) 等级划分的确定

本规范的等级划分主要是对道路基础设施辅助自动驾驶的能力进行分级，主要内容的确定参考了如表2所示的标准及参考文献等。

表2 功能等级划分研究分析

标准名称	主要内容
《智能网联道路系统分级定义与解读报告》（征求意见稿）	该标准规定了将交通基础设施系统分为 6 级，分别为 I0（无信息化/无智能化/无自动化）、I1（初步数字化/初步智能化/初步自动化）、I2（部分网联化/部分智能化/部分自动化）、I3（基于交通基础设施的有条件自动驾驶/高度网联化）、I4（基于交通基础设施的高度自动驾驶）、I5（基于交通基础设施的完全自动驾驶）。
《Connected Automated Driving Roadmap》	该标准首次定义了 ISAD（自动驾驶的基础设施支持级别，Infrastructure Support levels for Automated Driving），并将其分为了两个大等级（数字化基础设施和传统基础设施）、五个大等级（A 协同驾驶、B 协同感知、C 动态数字化信息、D 静态数字化信息/地图支持、E 传统基础设施/不支持自动驾驶）。数字化基础设施包括 A、B、C 三个等级；传统基础设施包括 D、E 两个等级。
《智慧高速公路 车路协同系统框架及要求》	该标准关于高速公路的道路条件、车路协同能力、车路协同能力，将高速公路一共分为四个等级：1 级（基础道路）、2 级（数字化道路）、3 级（多源融合感知道路）、4 级（协同控制道路）。
《智慧高速公路分级(征求意见稿)》	智慧高速公路等级由低到高分五个技术等级，详细描述了各个等级的基本条件、实现目标、关键内容、服务及管理实施主体、

	<p>信息服务方式、管控方式、外场设备设施，其中五个等级分别为：D0级智慧化、D1级智慧化、D2级智慧化、D3级智慧化、D4级智慧化。</p>
<p>《Smart Roads Classification》</p>	<p>该标准将道路分为了五个等级，即：人工道路路段(Humanway, HU)：路段不支持自动化，不鼓励司机启用自动驾驶系统；辅助道路路段(Assistedaway, AS)：路段对自动化提供了部分支持，与HU路段相比，这些路段的脱离明显少；自动道路路段(Automatedway, AT)：路段与AS路段具有相似的物理特征，但也具有连通能力，可以帮助连通的车辆避免脱离；全自动化道路路段(Full Automatedway, FA)：路段为SAE4级车辆提供全面支持，具有良好连接能力。智能自动驾驶路段(Autonomousway, AU)：路段为SAE4级车辆提供了全方位的支持，并具有卓越的连接能力。</p>

最终本规范主要规定了城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆的等级划分要求，包含各个等级所规定的交通管理能力和交通辅助能力以及具体的数字化\物理设施。

2. 标准中英文内容的汉译英情况

本标准中新提出的标题、术语和定义的英文由标准编制组翻译，目前已有的术语定义则主要以引用为主。经过北京航空航天大学叶泽昌的核对，认为汉译英内容能准确表达原条款的真实意思，翻译语句通顺，符合英文习惯。

四、标准水平分析

目前，既有标准中，《智慧高速公路分级(征求意见稿)》规定了智慧高速公路由低到高分五个技术等级，其中五个等级分别为：D0级无智慧、D1级简单智慧、D2级基本智慧、D3级协同智慧、D4级可持续、自主可控智慧。该标准中详细描述了各个等级的基本条件、实现目标、关键内容、服务及管理实施主体、信息服务方式、管控方式、外场设备设施的相关要求。《Smart Roads Classification》描述了不同等级道路对自动驾驶车辆的功能辅助，并将不同等级的智能道路的辅助范围与不同等级自动驾驶车辆进行了匹配。

这些标准对城市道路辅助自动驾驶车辆能力的等级划分提供了一定的参考和指导意义，而目前关于城市道路场景的相关分级标准还存在缺失。本标准正是为填补城市道路基础设施辅助自动驾驶能力分级标准空白，全面系统化规范了适用于城市道路场景，面向自动驾驶车辆的等级划分原则和要求。标准编制过程中，对国内外相关标准及文献进行了调研分析，因此，本标准具备一定的先进性。

五、采标情况

本标准不涉及采用国际标准或国外先进标准制修订等情况。

六、与我国现行法律法规和有关强制性标准的关系

本标准内容对工信部、公安部、交通运输部发表的《智能网联汽车道

路测试与示范应用管理规范（试行）》、公安部发表的《道路交通安全法（修订建议稿）》、国家网信办、国家发改委、工信部、公安部、交通运输部发表的《汽车数据安全若干规定（试行）》中的道路建设标准、交通设施通信安全等要求有所参考和引用。

七、重大分歧意见的处理过程和依据

无。

八、标准性质的建议

《标准化法》规定“对保障人身健康和生命财产安全、国家安全、生态环境安全以及满足经济社会管理基本需要的技术要求，应当制定强制性国家标准”。本标准主要规定了城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆的分级原则和要求，适用于有关城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆的功能等级的划分、制定和管理，以及相关辅助自动驾驶车辆的功能等级划分中关于城市道路基础设施的规划、建设和改造升级等，不属于《标准化法》中强制性标准的范围，建议为智能交通领域推荐性团体标准。

九、贯彻标准的要求和建议

本标准主要规定了有关城市道路基础设施辅助自动驾驶车辆的功能等级的划分、制定和管理，以及相关辅助自动驾驶车辆的功能等级划分中

关于城市道路基础设施的规划、建设和改造升级。建议相关单位能够积极主动的学习标准和相关资料、结合实际业务需求组织学习研究标准，贯彻实施标准。标准实施后，建议标准编制组组织标准宣贯，并与之相关的标准规范配合使用，填补该领域的空白，以响应《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》对十大数字化应用场景中的首位场景“智能交通应用场景”的发展战略要求。

十、废止、替代现行有关标准的建议

本标准为新立项制定的标准，不影响现行有关标准。

十一、其他应予以说明的事项

无。