

ICS 35 240 60

16532

T/GXDSL

团体标准

T/GXDSL 040—2025

## 人工智能在智慧城市交通管理应用标准

Technical Standard for Artificial Intelligence Applications in Smart City Traffic  
Management

2025 - 5 - 16 发布

2025 - 5 - 18 实施

广西电子商务企业联合会 发布

## 目 次

前 言	III
一、引言	1
(一)目的	1
(二)适用范围	1
(三)规范性引用文件	1
二、术语和定义	2
(一)人工智能 (AI)	2
(二)智慧城市	2
(三)交通管理	2
(四)交通信号控制	2
(五)数据标注	2
三、技术要求	3
(一)数据采集与处理	3
1. 数据采集	3
2. 数据预处理	3
(二)模型选择与训练	3
1. 模型选型标准	4
2. 模型训练规范	5
3. 模型验证体系	6
(三)交通信号控制算法	7
1. 算法选择	7
2. 算法优化	7
(四)系统集成	8
1. 硬件集成	8
2. 软件集成	8
(五)性能评估	8
1. 评估指标	8
2. 评估方法体系	9
3. 专项评估要求	11
4. 评估认证流程	12

四、实施要求 .....	12
(一) 人员培训 .....	12
1. 培训目的 .....	12
2. 培训内容体系 .....	13
3. 培训实施标准 .....	13
4. 培训设施要求 .....	14
5. 培训质量保障 .....	14
(二) 设备维护 .....	14
1. 日常维护 .....	15
2. 故障处理 .....	15
(三) 数据安全 .....	15
1. 数据加密 .....	15
2. 访问控制 .....	16
(四) 持续改进 .....	16
1. 反馈机制 .....	16
2. 技术更新 .....	16
五、附则 .....	16
(一) 标准解释 .....	17
(二) 实施日期 .....	17
(三) 修订与废止 .....	17
(四) 附录 .....	17

## 前 言

本文件依据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。

本文件由广西产学研科学研究院提出。

本文件由广西电子商务企业联合会归口。

本文件起草单位：广西研科院高新技术有限公司，广西产学研科学研究院，中国移动通信集团广西有限公司南宁分公司，深圳零一学院，湖南交通职业技术学院，西安交通大学，中国联合网络通信有限公司南宁市分公司，广西蓝脑科技有限公司，联通(广西)产业互联网有限公司，山东大学，西安蓝脑科技有限公司，成都锦城学院，西北工业大学，西北农林科技大学，海南大学，重庆大学，西安欧亚学院，西北大学，西那瓦留学服务(广州)有限公司，广西小太阳智能科技有限公司，广西奥云智能科技有限公司，广西研科院传媒有限公司，上海信昊信息科技有限公司，上海工程技术大学，广西自贸区蓝脑科技合伙企业(有限合伙)，上海蓝脑企业管理合伙企业(有限合伙)，新疆蓝脑科技有限公司，蓝脑人工智能科技(德州)有限公司，海口蓝脑医疗科技合伙企业(有限合伙)，广西奕如科技有限公司，智链云(山东)人工智能科技有限公司，桂林电子科技大学，上海海事大学，新疆智享联盟电子科技有限公司，中新数字科技(四川)有限公司，湖南交通职业技术学院，东莞市敏宝电子有限公司，广西南方美丽文化科技有限公司。

本文件主要起草人：庄文斌，韦新，龚才春，陈世卿，王建，李征骥，陈媛，李三雁，张志敏，王博知，李鹏，张慧卿，韦博鲲，段玉聪，宋永端，杨猛，庞然、吴丹宁、麦栩鑫，黄海波，郑四海，赵闪光，郑小伟，赵国帅，周建伟，袁红，李高健，罗迪，王钊锦，包奇，陈虎虎，吕波，于波，赵春风，唐青柏，周超，林晓翔，路建国，蒙莉华，李河，刘捷，孟祥岭，陈媛，陈伟强，李世恒。

本文件为首次发布。

# 人工智能在智慧城市交通管理应用标准

## 一、引言

### (一) 目的

本标准旨在规范人工智能在智慧城市交通管理中的应用，提高交通管理的效率和安全性，减少交通拥堵和事故发生率，提升城市交通服务质量。通过明确技术要求、实施要求和评估方法，本标准为智慧城市交通管理部门提供了科学、规范的人工智能应用指导，确保交通管理系统的高效运行和持续优化。

### (二) 适用范围

本标准适用于智慧城市交通管理部门在交通信号控制、交通流量监测、交通事故预警、路径规划等环节使用人工智能技术进行交通管理的活动。包括但不限于城市道路、高速公路、公共交通系统等。本标准适用于各类规模的城市，无论其交通规模大小，均可参照本标准进行交通管理。

### (三) 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 19000-2016 质量管理体系 基础和术语

GB/T 19001-2016 质量管理体系 要求

GB/T 25000.51-2016 系统与软件工程 系统与软件质量要求和评价（SQuaRE） 第 51 部分：就绪可用软件产品（RUSP）的质量要求和测试细则

## 二、术语和定义

### (一) 人工智能 (AI)

通过计算机系统模拟人类智能,进行学习、推理、规划、感知、自然语言处理等活动的技术。人工智能技术包括机器学习、深度学习、自然语言处理、计算机视觉等。

### (二) 智慧城市

利用信息技术和人工智能技术,实现城市管理和服务的智能化,提高城市运行效率和生活质量。

### (三) 交通管理

通过技术手段和管理措施,对城市交通进行监控、调度和控制,以提高交通效率和安全性等目标。

### (四) 交通信号控制

利用人工智能技术对交通信号灯进行智能控制,以优化交通流量和减少拥堵等目标。

### (五) 数据标注

对原始数据进行标记和注释,以便机器学习模型能够理解和学习这些数据。数据标注包括图像标注、文本标注、音频标注等。

### 三、技术要求

#### (一)数据采集与处理

##### 1. 数据采集

- **数据来源:** 数据应来源于交通监控摄像头、传感器、GPS 设备、交通管理系统等,确保数据的真实性和可靠性。数据来源应多样化,涵盖不同交通场景和时段。

- **数据格式:** 数据格式应符合国际标准,如 CSV、JSON、XML 等,便于后续处理和分析。数据格式应统一,避免因格式不一致导致的数据处理困难。

- **数据频率:** 数据采集频率应根据交通流量和监控需求确定,确保数据的实时性和连续性。高频数据采集适用于快速变化的交通环境,低频数据采集适用于稳定交通环境。

##### 2. 数据预处理

- **数据清洗:** 去除噪声数据、重复数据和异常值,确保数据的准确性和一致性。数据清洗方法包括去重、填充缺失值、平滑处理等。

- **数据归一化:** 对数据进行标准化处理,消除量纲影响,便于模型训练。归一化方法包括最小-最大归一化、Z-score 归一化等。

- **数据增强:** 通过数据增强技术(如旋转、缩放、平移等)增加数据多样性,提高模型的泛化能力。数据增强适用于数据量不足的情况,能够有效提升模型性能。

#### (二)模型选择与训练

## 1. 模型选型标准

### (1) 交通场景适配模型

任务类型	推荐模型架构	技术特性要求
交通流量预测	时空图神经网络 (ST-GNN)	支持路网拓扑建模, 预测误差 $\leq 8\%$
信号灯动态控制	深度强化学习 (DRL)	响应延迟 $\leq 500\text{ms}$ , 吞吐提升 $\geq 15\%$
事故风险预警	集成学习 (XGBoost+LightGBM)	预警准确率 $\geq 95\%$ , 误报率 $\leq 3\%$
区域协同调度	多智能体系统 (MAS)	支持 100+路口协同, 收敛时间 $\leq 3$ 分钟
出行需求预测	Transformer 时空模型	支持多模态数据融合, $R^2 \geq 0.9$

### (2) 模型复杂度控制

- 动态调度场景:
  - 选择轻量级架构 (参数量 $\leq 5\text{M}$ )。
  - 边缘端推理延迟 $\leq 100\text{ms}$ 。
  - 支持模型热更新 (迭代周期 $\leq 10$  分钟)。
- 战略规划场景:
  - 允许复杂模型 (参数量 $\geq 100\text{M}$ )。
  - 训练数据需求 $\geq 1\text{TB}$  时空数据。
  - 提供可视化决策树 (可解释性 $\geq 80\%$ )。

## 2. 模型训练规范

### (1) 数据治理要求

- 时空数据分割：
  - 训练集：按时间顺序选取前 85%数据（保留周期特性）。
  - 验证集：10%跨时段抽样（含早晚高峰、节假日）。
  - 测试集：5%极端场景（事故、恶劣天气）。
- 数据增强标准：
  - 时空插值（填补缺失检测器数据）。
  - 对抗样本生成（模拟传感器故障）。
  - 域适应处理（跨区域特征对齐）。

### (2) 训练技术标准

- 联邦学习框架：
  - 参与方 $\geq 3$ 个独立行政区。
  - 数据不出域，梯度加密传输。
  - 全局模型更新周期 $\leq 24$ 小时。
- 增量学习机制：
  - 支持在线参数更新（延迟 $\leq 5$ 分钟）。
  - 版本回滚能力（保留 7 天历史模型）。
  - 概念漂移检测（PSI 指标 $\leq 0.1$ ）。

### (3) 关键参数配置

参数项	标准配置	动态调整规则
初始学习率	0.001 (Adam 优化器)	每 10 个 epoch 衰减 50%
批量大小	256 (时空模型)	根据显存使用率自动缩放
正则化强度	L2=1e-4 + Dropout=0.3	过拟合时提升至 0.5
早停耐心值	15 个 epoch	验证损失波动 > 5% 立即终止

### 3. 模型验证体系

#### (1) 离线验证

- 数字孪生测试：
  - 构建 1:1 城市交通仿真环境。
  - 注入 10 类干扰事件（如大型活动、道路施工）。
  - 验证指标：
    - 路网通行效率提升  $\geq 20\%$ 。
    - 平均延误下降  $\geq 15\%$ 。
- 历史回溯验证：
  - 使用过去 3 年完整交通数据。
  - 对比人工调度效果：
    - 高峰时段拥堵指数下降  $\geq 25\%$ 。
    - 事故处置时效提升  $\geq 30\%$ 。

#### (2) 在线验证

- A/B 测试：
  - 实验组覆盖 $\geq 5\%$ 交通节点。
  - 持续验证周期 $\geq 30$  天。
  - 核心指标：
    - 碳排放减少 $\geq 10\%$ 。
    - 公众满意度提升 $\geq 15\%$ 。
- 压力测试：
  - 200%峰值流量冲击（持续 1 小时）。
  - 允许性能衰减 $\leq 10\%$ 。
  - 系统崩溃恢复时间 $\leq 2$  分钟。

### (三) 交通信号控制算法

#### 1. 算法选择

- **算法类型：**根据交通信号控制任务的特点选择合适的算法，如强化学习用于动态信号控制，遗传算法用于优化信号配时。算法选择应考虑任务需求、数据特点和计算资源。

- **算法性能：**算法应具有较高的准确率、召回率和 F1 值，确保信号控制结果的可靠性。算法性能评估应基于测试集进行，避免过拟合。

#### 2. 算法优化

- **参数调优：**通过网格搜索、随机搜索等方法优化算法参数，提高算法性能。参数调优应结合交叉验证进行，确保参数选择的合理性。

- **算法集成:** 采用集成学习方法（如 Bagging、Boosting）提高算法的稳定性和准确性。集成学习方法适用于复杂任务和大数据量场景。

#### (四) 系统集成

##### 1. 硬件集成

- **硬件选择:** 选择高性能的硬件设备，如 GPU、TPU 等，确保系统运行的效率和稳定性。硬件选择应考虑计算需求、存储需求和网络需求。

- **硬件配置:** 合理配置硬件资源，确保系统能够处理大规模数据和高并发任务。硬件配置应动态调整，适应不同交通需求。

##### 2. 软件集成

- **软件架构:** 采用模块化设计，确保系统的可扩展性和可维护性。软件架构应包括数据采集模块、数据处理模块、模型训练模块、信号控制模块等。

- **接口设计:** 设计统一的接口标准，便于系统与其他交通管理系统集成。接口设计应遵循国际标准，确保兼容性和互操作性。

#### (五) 性能评估

##### 1. 评估指标

###### (1) 交通优化指标

指标类别	计算公式/定义	合格阈值	适用场景
延误减少率	$(\text{基准延误} - \text{优化后延误}) / \text{基准延误} \times 100\%$	$\geq 20\%$ (高峰时段)	单点信号控制
通行效率提升	$\text{优化后通行量} / \text{基准通行量} \times 100\%$	$\geq 15\%$ (主干道路网)	区域协同控制
绿灯利用率	$\text{有效绿灯时间} / \text{周期时长} \times 100\%$	$\geq 85\%$	信号配时优化
事故响应时效	从检测到信号调整完成的耗时	$\leq 90$ 秒 (一级事故)	应急事件处理
碳排放减少量	$\text{基准碳排放} - \text{优化后碳排放}$	$\geq 10\%$ (年同比)	绿色交通评估

## (2) 系统可靠性指标

指标	计算方法	标准要求
系统可用性	$\text{正常运行时间} / \text{总时间} \times 100\%$	$\geq 99.99\%$
最大并发控制能力	单服务器支持路口节点数	$\geq 500$ 节点
控制指令延迟	决策生成到执行的时间差	$\leq 300\text{ms}$

## 2. 评估方法体系

### (1) 多维度验证框架

- 数字孪生仿真验证：
  - 构建城市级交通仿真环境（覆盖  $\geq 1000$  个路口）。
  - 注入场景：
    - 日常通勤流量（基准测试）。

- 大型活动疏散（压力测试）。
- 极端天气应对（异常测试）。
- 验证指标：
  - 路网通行能力提升 $\geq 25\%$ 。
  - 平均停车次数减少 $\geq 3$ 次/车。
- 历史数据回溯验证：
  - 使用过去3年完整交通运行数据。
  - 对比人工控制效果：
    - 高峰时段平均速度提升 $\geq 15\%$ 。
    - 路口排队长度缩短 $\geq 30\%$ 。

## (2) 实地测试标准

- A/B 测试规范：
  - 实验组/对照组各包含 $\geq 50$ 个相似路口。
  - 测试周期 $\geq 60$ 个自然日。
  - 核心观测指标：
    - 延误时间降低显著性 ( $p < 0.01$ ) 。
    - 公众投诉率下降 $\geq 20\%$ 。
- 实时监测指标：

监测维度	关键指标	预警阈值
运行效率	路段平均车速	$< 20\text{km/h}$ （城市道路）
安全状态	事故检测到响应时间	$> 120$ 秒

监测维度	关键指标	预警阈值
环境影响	区域 PM2.5 浓度	$>75 \mu\text{g}/\text{m}^3$

### 3. 专项评估要求

#### (1) 智能信控专项评估

指标	计算方法	行业基准
绿灯空放率	无车通过的绿灯时间/总绿灯时间	$\leq 8\%$
相位切换合理性	专家评分（1-5 分制）	$\geq 4.2$ 分
优先通行保障度	应急车辆准点率	$\geq 98\%$

#### (2) 系统安全评估

- 网络攻击测试：
  - 模拟 DDoS 攻击（峰值 $\geq 100\text{Gbps}$ ）。
  - 要求系统存活率 $\geq 99\%$ 。
  - 关键数据零丢失。
- 故障切换测试：
  - 主备系统切换时间 $\leq 5$  秒。
  - 数据一致性误差 $\leq 0.1\%$ 。
  - 历史指令可追溯 $\geq 30$  天。

#### 4. 评估认证流程

- 准入条件：
  - 完成 $\geq 1000$ 小时仿真测试。
  - 通过 CNAS 认可实验室检测。
  - 取得信息安全等级保护 3 级认证。
  
- 持续监测：
  - 部署后首年每月提交运行报告。
  - 每年接受第三方复检。
  - 重大算法升级后需重新认证。

### 四、实施要求

#### (一) 人员培训

##### 1. 培训目的

开展人工智能交通管理系统相关人员培训，旨在构建适应智慧城市发展需求的技术队伍，确保智能交通系统的高效部署与安全运维。通过系统性培训，使参训人员掌握人工智能技术与交通管理业务的深度融合能力，理解信号控制优化、交通流预测等核心算法原理，并能够依据标准规范进行系统操作与异常处置。培训将强化对动态交通场景的快速响应能力，降低因人为操作失误导致的系统风险，同时推动交通管理模式创新升级，为城市交通数字化转型提供人才保障。

## 2. 培训内容体系

- 交通 AI 知识图谱：
  - 时空数据分析技术（含浮动车数据、卡口数据融合方法）。
  - 强化学习在信号配时中的应用原理。
  - 车路协同系统通信协议（C-V2X/DSRC）。
  
- 技术实践模块：
  - 交通仿真工具链（SUMO/VISSIM 集成开发）。
  - 边缘计算设备部署（路口智能终端配置）。
  - 应急场景演练（大规模拥堵疏导、事故快速响应）。
  
- 标准实施规范：
  - 系统操作 SOP（含 22 项关键操作流程）。
  - 数据安全合规（符合《汽车数据安全管理规定》）。
  - 系统升级管理（灰度发布与回滚机制）。

## 3. 培训实施标准

培训层级	目标群体	核心内容	学时	认证要求
初级	一线操作人员	系统基础操作与日常维护	40h	通过实操考核（≥85 分）
中级	技术工程师	算法参数调优与故障诊断	80h	取得工信部 AI 应用证书
高级	系统规划师	战略级交通优化方案设计	120h	发表 1 篇实施案例研究报告

#### 4. 培训设施要求

- 数字孪生实验室：
  - 1:1 仿真城市路网（覆盖 $\geq 100$  个智能路口）。
  - 实时交通流模拟系统（支持 10 万辆虚拟车辆）。
  - AR 增强现实运维训练平台。
  
- 实战演练场：
  - 真实路口控制设备集群（含信号机、雷视一体机等）。
  - 压力测试场景库（含 20 类极端交通事件）。
  - 网络安全攻防演练平台。

#### 5. 培训质量保障

- 动态课程更新：
  - 每季度新增交通管理典型案例（ $\geq 5$  个）。
  - 每年更新 30% 技术课程内容。
  - 实时同步最新国家标准。
  
- 效果追踪机制：
  - 培训后 6 个月岗位胜任力评估。
  - 系统误操作率下降 $\geq 50\%$ 。
  - 应急事件处置时效提升 $\geq 40\%$ 。

#### (二) 设备维护

## 1. 日常维护

- **硬件维护**: 定期检查硬件设备的运行状态, 及时更换损坏的部件。硬件维护应包括清洁、润滑、紧固、更换等。
- **软件维护**: 定期更新软件系统, 修复漏洞和 bug, 确保系统的安全性和稳定性。软件维护应包括版本更新、补丁安装、配置调整等。

## 2. 故障处理

- **故障诊断**: 通过日志分析、性能监控等手段诊断系统故障。故障诊断应包括故障定位、原因分析、影响评估等。
- **故障排除**: 根据故障诊断结果, 采取相应的措施排除故障, 恢复系统正常运行。故障排除应包括修复、替换、重启等。

### (三) 数据安全

#### 1. 数据加密

- **传输加密**: 采用 SSL/TLS 等加密技术, 确保数据在传输过程中的安全性。传输加密应包括数据加密、身份认证、完整性校验等。
- **存储加密**: 采用 AES 等加密算法, 确保数据在存储过程中的安全性。存储加密应包括文件加密、数据库加密、备份加密等。

## 2. 访问控制

- **权限管理:** 根据用户的角色和职责, 设置不同的访问权限, 确保数据的安全性和隐私性。权限管理应包括用户认证、权限分配、权限回收等。

- **审计日志:** 记录用户的访问和操作日志, 便于事后审计和追踪。审计日志应包括登录日志、操作日志、错误日志等。

### (四) 持续改进

#### 1. 反馈机制

- **用户反馈:** 建立用户反馈机制, 收集用户对系统的意见和建议。用户反馈应包括问卷调查、用户访谈、意见箱等。

- **数据分析:** 通过数据分析, 找出系统的不足之处, 提出改进措施。数据分析应包括数据收集、数据处理、数据挖掘等。

#### 2. 技术更新

- **技术跟踪:** 跟踪人工智能技术的最新发展, 及时引入新技术和新方法。技术跟踪应包括技术调研、技术评估、技术引进等。

- **系统升级:** 根据技术更新和用户反馈, 定期升级系统, 提高系统的性能和功能。系统升级应包括版本更新、功能扩展、性能优化等。

## 五、附则

### (一) 标准解释

本标准由归口广西电子商务企业联合会。任何单位和个人在执行本标准过程中遇到问题，均可向广西电子商务企业联合会咨询。

### (二) 实施日期

本标准自 2025 年 5 月 18 日起实施。各智慧城市交通管理部门应根据本标准的要求，逐步实施人工智能交通管理系统。

### (三) 修订与废止

本标准的修订与废止由广西电子商务企业联合会根据技术发展和实际需求进行，修订后的标准将及时发布并实施。修订和废止程序应包括征求意见、专家评审、公示发布等。

### (四) 附录

附录 A：数据采集与处理流程图

附录 B：模型选择与训练流程图

附录 C：信号控制算法流程图

附录 D：系统集成架构图

附录 E：性能评估指标表

本标准由广西电子商务企业联合会研制，符合国家相关规定，旨在为智慧城市交通管理部门提供科学、规范的人工智能应用指导。希望通过本标准的实施，能够推动智慧城市交通管理的智能化升级，提高交通管理效率和安全性，减少交通拥堵和事故发生率，提升城市交通服务质量。