

团体标准

T/ITS 0243-XXXX

车路云一体化系统 路侧设施运维管理技术要求

Vehicle-Road-Cloud integrated system—Technical requirements for maintenance
management of roadside facilities

(送审稿)

本稿完成日期：2025 年 10 月 28 日

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

20**-**-**发布

2020**-**-**实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

目 次	I
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 路侧设施运维管理总体架构	2
5 感知设施运维管理	3
6 计算设施运维管理	5
7 通信设施运维管理	6
8 交通控制与诱导设施运维管理	8
9 路侧设施运维管理平台	8
附录 A	10

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。

本标准起草单位：智能汽车创新发展平台（上海）有限公司、北京市首都公路发展集团有限公司、北京速通科技有限公司、兆边（上海）科技有限公司、上海汽车集团股份有限公司、上研智联智能出行科技（上海）有限公司、上海淞泓智能汽车科技有限公司、中兴通讯股份有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、中信科智联科技有限公司、中铁十九局集团北京领航智途科技有限公司、上海几何伙伴智能驾驶有限公司

本标准主要起草人：宋理清、陈奔玮、朱煜、徐飞、计锦峰、王搏、李兵、戴梦莹、李海勇、周剑鸣、陈晓、范春晖、王逸凡、龚黎军、周思、杨天、许玲、房家奕、汪大明、甘雨、高吉、董庆战

车路云一体化系统 路侧设施运维管理技术要求

1 范围

本文件规定了车路云一体化系统中感知、计算、通信、交通控制与诱导等路侧设施数据运维、外场运维等技术要求，包括路侧设施运维架构、路侧设备运维管理要求、运维平台服务要求等。

本文件适用于道路管理部门、道路养护机构、道路巡查机构、车路云新型投建运主体等，对新建、已建的城市道路路侧设施开展运维管理工作。高速公路路侧设施运维管理工作可参照执行。

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/T 17859 计算机信息系统安全保护等级划分准则

GB 25280 道路交通信号控制机

GB 44496 汽车软件升级通用技术要求

YD/T 3594 基于LTE的车联网通信安全技术要求

YD/T 3755 基于LTE的车联网无线通信技术 支持直连通信的路侧设备技术要求

YD/T 3756 基于LTE的车联网无线通信技术 支持直连通信的车载终端设备技术要求

YD/T 4770 车路协同路侧感知系统技术要求及测试方法

T/ITS 0117 合作式智能运输系统 RSU与中心子系统间数据接口规范

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

车路云一体化系统 vehicle-road-cloud integrated system

通过新一代信息与通信技术将人、车、路、云的物理空间、信息空间融合为一体，基于系统协同感知、决策与控制，实现智能网联汽车交通系统安全、节能、舒适及高效运行的信息物理系统。

3.1.2

路侧设施 roadside facilities

部署在城市道路的可用于支撑车路云一体化系统的基础设施，主要包括路侧感知设备（相机、毫米波雷达、激光雷达等）、路侧计算设施、路侧通信设施、交通控制与诱导设施等。

3.1.3

运维管理 maintenance and management

相关主体对路侧设施进行日常运营和维护管理的工作。

3.1.4

远程升级 over-the-air update

通过远程方式而不是使用本地连接方式将升级包传输到路侧设施的软件升级。

[来源：GB 44496，3.3，有修改]

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件：

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

CMDB：配置管理数据库（Configuration Management Database）

ESN：电子序列号码（electronic serial number）

OBU：车载单元（On Board Unit）

OTA：远程升级（over-the-air update）

RSU：路侧单元（Road Side Unit）

4 路侧设施运维管理总体架构

路侧设施运维管理构成架构见图 1，包括感知设施、通信设施、计算设施、交通控制与诱导设施等，具体如下：

- a) 感知设施：包括相机、毫米波雷达、激光雷达等感知设备，用于实时采集路侧数据；
- b) 通信设施：包括 RSU 通信设备，实现车辆与路侧通信；
- c) 计算设施：包括边缘计算设备，接入感知数据进行融合处理后输出交通流、交通参与者及交通事件等融合数据。
- d) 交通控制与诱导设施：包括道路交通信号控制相关设备、信号灯采集器等，本文件主要聚焦信号灯采集器的运维管理工作。

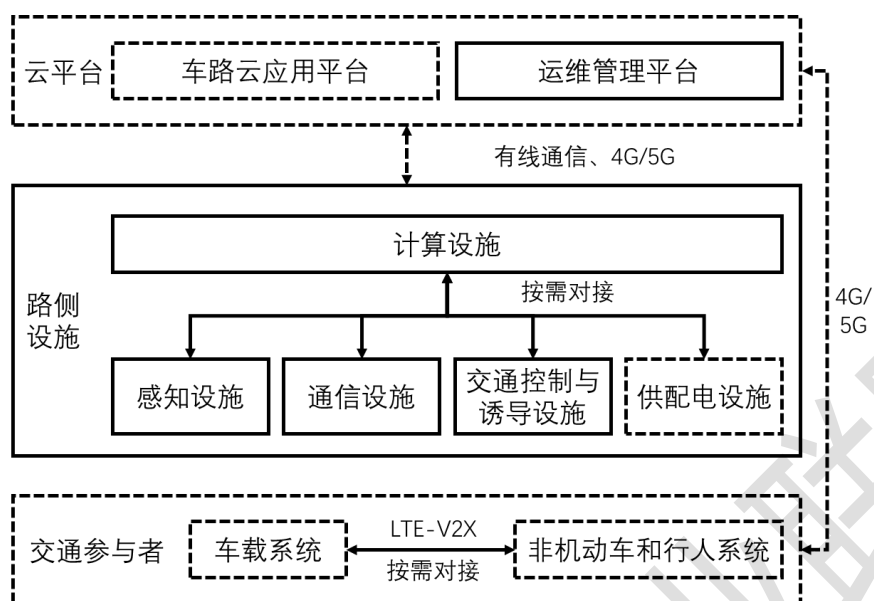


图1 路侧设施运维管理总体架构

5 感知设施运维管理

5.1 一般规定

5.1.1 相机

应定期对相机进行巡检，巡检项目宜包括设备外观，检查电源输入电压、输出电压、输出电流是否合规，确保与网络接入节点的连接稳定。应实时监测相机在线率、OTA，依照5.4.1规定对相机的数据质量进行检查。

5.1.2 毫米波雷达

应定期对毫米波雷达进行巡检，巡检项目宜包括设备外观、发射与接收性能，确保无遮挡物影响信号传输。检查电源输入电压、输出电压、输出电流是否合规，确保与网络接入节点的连接稳定。实时监测毫米波雷达的在线率、OTA，依照5.4.2的规定对毫米波雷达的数据质量进行检查。

5.1.3 激光雷达

应定期对激光雷达进行巡检，巡检项目宜包括设备外观，检查电源输入电压、输出电压、输出电流是否合规，确保与网络接入节点的连接稳定。实时监测激光雷达的在线率、OTA；依照5.4.3规定对激光雷达的数据质量进行检查。

5.2 在线率

在线率应满足以下要求：

- 及时排查离线设备，迅速分析及恢复离线设备，并反馈离线时间及处理过程；
- 通过运维管理平台监控设备实时在线率，实时在线率应不低于 99%，计算方法见公式（1）；

$$A = \frac{n_{online}}{n} * 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

A ——设备在线率；

n_{online} ——在线设备数；

n ——总设备数。

5.3 OTA

设备OTA应符合如下要求：

- 支持远程 OTA 升级，确保设备能够自动接收并安装最新的固件和软件更新；
- 在升级前验证升级后的性能和数据准确性；
- 支持升级过程中不影响设备正常运行和数据采集质量。
- OTA 指令需要完成设备 OTA 的升级管理操作，包含 OTA 升级包信息接入、OTA 升级配置信息下发、OTA 结果信息反馈。OTA 包信息格式符合表 1 的规定。
- 设备 OTA 结束后，设备通过消息机制向云平台反馈 OTA 结果信息，数据格式符合表 2 的规定。

表1 OTA包信息格式

字段名称	字段含义	数据类型	是否必选	说明
otaPackageId	编号	String	必选	OTA 包编号，筛选条件查询根据 otaPackageId 查询
manufacturer	厂商	String	必选	厂商
deviceType	设备类型	String	必选	OTA 包可使用的设备类型
version	版本	String	必选	OTA 包版本
createTime	创建时间	Date	必选	OTA 包信息创建时间

表2 OTA结果信息格式

字段名称	字段含义	数据类型	是否必选	说明
reqId	消息流水号	String	必选	消息流水号，与调用的 reqId 保持一致
otaDetails	OTA 详细信息列表	List<OtaDetail>	必选	设备 OTA 详细信息列表，详见表 3
otaResult	OTA 结果	Boolean	必选	OTA 结果，所有设备 OTA 成功返回 true
otaDescription	描述	String	可选	OTA 信息描述
otaTime	执行时间	Long	必选	OTA 执行时间

表3 otaDetail格式

字段名称	字段含义	数据类型	是否必选	说明
otaPackageId	编号	String	必选	OTA 包编号，筛选条件查询根据 otaPackageId 查询
manufacturer	厂商	String	必选	厂商
deviceType	设备类型	String	必选	OTA 包可使用的设备类型
version	版本	String	必选	OTA 包版本
createTime	创建时间	Date	必选	OTA 包信息创建时间

5.4 数据质量要求

设备安装前宜在实验室等内场环境或委托第三方机构，开展一次数据质量检查工作。设备安装后宜通过运维管理平台开展在线数据质量分析，不具备在线分析的宜开展离线数据采集和分析，如遇大

风、雨雪等恶劣天气可适当增加检查频率。数据质量指标宜包括传输时延、丢帧率、检测范围、数据频率、车道覆盖，计算方法如下。

a) 传输时延:

$$\Delta T = T_1 - T_0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

ΔT ——传输时延;

T_1 ——接收感知数据的时间戳;

T_0 ——发出感知数据的时间戳。

b) 丢帧率:

$$p_{\text{loss}} = \frac{n_{\text{loss}}}{n_{\text{send}}} * 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

p_{loss} ——丢帧率;

n_{loss} ——丢失的帧数;

n_{send} ——发送的帧数。

c) 检测范围: 核验以雷达朝向一定距离远处为界限, 观察该范围内目标是否被检测;

d) 数据频率: 记录一定时间间隔内的数据更新次数, 计算数据频率, 计算方式见公式(4);

$$f = \frac{n_{\text{update}}}{\Delta t} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

f ——数据频率(Hz);

n_{update} ——数据更新次数;

Δt ——一定时间间隔。

e) 车道覆盖:

$$R_{\text{avg}} = \frac{R_{\text{total}}}{n} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

R_{avg} ——车道覆盖范围平均值;

R_{total} ——总车道范围;

n ——设备数量。

6 计算设施运维管理

6.1 一般规定

应每日对边缘计算设备进行巡检, 巡检项目宜包括设备外观、设备温度、设备防护措施、设备周围环境等; 实时监测边缘计算设备的在线率、OTA; 依照6.4的规定对边缘计算设备的数据质量进行检查。

6.2 在线率

应符合5.2要求。

6.3 OTA

应符合5.3要求。

6.4 数据质量要求

应至少30日检查一次数据质量，如遇大风、雨雪等恶劣天气可适当增加检查频率，数据质量指标宜包括定位精度、系统时延、数据频率，具体如下：

a) 定位精度：针对不同测试范围（0-50m，50-100m，100-150m），采集自车的定位信息，与路侧融合感知输出的多目标交通参与者定位数据进行匹配，按照 YD/T 4770 中 3.3.3 规定的计算方法计算定位误差；

b) 系统时延：测量从感知设施输入到计算设施，系统融合计算处理后输出结果的时长，应符合 YD/T 4770 的要求，计算方式见公式（6）。

$$D_{\text{sys}} = T_{\text{out}} - T_{\text{in}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

D_{sys} ——系统时延；

T_{out} ——结果输出时间；

T_{in} ——数据输入时间。

c) 数据频率：计算方法见公式（4）。

d) 时间同步：应符合 YD/T 4770 中 6.2.2 的规定。

7 通信设施运维管理

7.1 一般规定

7.1.1 设备管理

设备维护应符合如下要求：

- a) 设备在接入网络时依据 ESN 将自动生成唯一性标识 ID；
- b) 设备支持配置入网类型，支持以太网、4G/5G、WIFI 等类型，配置域名和入网参数；
- c) 设备支持配置设备编号、设备名称、区域、安装位置、杆件编号、IP 地址、设备状态、设备厂家及软件版本号等参数；

7.1.2 配置管理

应支持如下功能：

- a) 配置参数设置：可以实时修改 RSU 配置参数的值，也可以进行参数项的新增或者删除；
- b) 配置参数查询：即从 RSU 中实时获取配置参数数据；
- c) 配置参数变更及上报：当 RSU 的配置参数发生变更时需要实时上报相关通知到运维管理平台，配置参数变更包括配置参数取值的变更、新增配置项以及删除配置项等场景；
- d) 配置数据恢复：具备保存和管理设备配置参数的历史数据，至少支持最近配置的 3 条历史配置数据，并支持指定某个历史配置数据进行恢复；
- e) 配置数据导出：具备对单个设备或批量的设备配置数据导出功能，导出的文件支持独立存储到文件。

7.1.3 告警管理

应支持如下功能：

a) 实时告警上报: RSU 主动发送事件报告到运维管理平台来实现设备的实时告警。RSU 将实时产生的告警信息主动通知到运维管理平台, 运维管理平台进行相应的处理。

b) 告警同步: 运维管理平台下发告警参数查询命令, RSU 返回对应的告警参数项, 运维管理平台自身进行告警信息的匹配操作, 以满足运维管理平台和 RSU 告警信息的一致性。

7.1.4 功能管理

性能数据应包含7.4中数据质量指标, 宜包含YD/T 3755中第9章的规定, 同时应支持如下功能:

a) 性能数据采集: RSU 定期上传的性能数据, 以便后续进行性能数据的解析和计算。数据采集周期粒度支持 1 分钟, 10 分钟, 15 分钟、30 分钟等不同周期配置, 支持自定义配置采集周期;

b) 性能测量任务定制功能: RSU 支撑性能测量任务定制, 以便定制性能测量任务是否开始、采集时间、采集周期、上报路径等, 以满足运维管理平台性能采集相关的功能业务需求;

c) 性能数据处理及存储: 对原始性能数据保留一定时间(至少 24 小时, 保留时间可由平台进行配置并修改), 以便后续进行核查、分析、重算。对存储的历史性能数据进行检索或删除, 将其数据库中的性能数据定期地备份到外围存储设备中保存;

d) 性能数据异常告警: 当设备的性能下降到门限值的范围, 应产生阈值门限告警;

e) 性能统计查询: 在正常情况下能显示全部设备工作状态、运行参数的画面, 能以直观的形式对性能数据进行显示, 并能对收集的各性能数据进行统计分析, 检测异常状态, 从而判定设备的性能。

宜支持透传业务消息性能统计, 透传业务消息接口符合T/ITS 0117的规定。

7.2 在线率

RSU在线率宜保持在80%以上。若面向YD/T 4770中SL2和SL3, RSU在线率宜保持在95%以上。其他要求应符合5.2要求。

7.3 OTA

应符合 5.3 要求。

7.4 数据质量要求

7.4.1 传输质量

OBU与RSU之间的数据传输速率、误码率应符合YD/T 3755、YD/T 3756的规定。在有效覆盖范围内, 确保在不同环境和条件下数据传输的稳定性。

7.4.2 稳定性质量

设备在一定时间内发生故障的概率应保持在低水平。

RSU的通信距离应保持稳定, 以确保车辆在特定范围内能够可靠地与RSU通信。

7.4.3 安全性

数据传输过程应防止数据被篡改或窃取。RSU通过OTA或离线安装安全证书, 应满足YD/T 3594中相关要求。

7.4.4 维护与可维护性

RSU应易于维护, 包括软件升级、硬件更换。

8 交通控制与诱导设施运维管理

8.1 一般规定

道路交通信号控制相关设备应符合GB 25280的要求。信号灯采集器应进行每日巡检，巡检项目宜包括设备外观、设备防护措施、设备周围环境等；实时监测信号灯采集器的在线率、OTA；依照8.4的规定对信号灯采集器的数据质量进行检查。

8.2 在线率

应符合5.2要求。

8.3 OTA

应符合5.3要求。

8.4 数据质量要求

应至少30日检查一次数据质量，如遇大风、雨雪等恶劣天气可适当增加检查频率，数据质量指标宜包括数据频率、通信状态、路侧消息广播，具体如下：

- a) 数据频率：记录一定时间的信号灯采集器数据，对时间戳进行差值从而得到数据频率，计算方法见公式（4）；
- b) 通信状态：对信号灯状态数据通信状态进行检查，确保信号灯状态数据能正常接收；
- c) 路侧消息广播：核查数据广播是否正常，广播数据是否为空。

9 路侧设施运维管理平台

平台框架见图2，分为感知层、数据层、业务层三部分。具体如下：

- a) 感知层：主要作用是对机房设备、摄像机、RSU、雷达、边缘计算、信号采集器及业务应用系统的运行状态进行感知，可采用设备直连或管理平台接入两种方式汇聚运行数据及注册控制；
- b) 数据层：承接感知层数据，提供统一的数据接入协议，实现对设备运行状态的集中监控、设备远程控制的集中注册，并基于运行数据制定告警规则，串联组合告警和控制实现自动化运维；
- c) 业务层：分为资产管理、运维管理、统计分析、系统管理、移动运维五大模块，实现运营单位的主要业务需求，保障智能网联路侧设施系统的整体稳定运行。



图 2 路侧设施运维管理平台框架

路侧设施运维管理平台功能性和非功能性要求应符合附录A的规定。

附 录 A

(规范性附录)

路侧设施运维管理平台技术要求

A.1 功能性要求

路侧设施运维管理平台的应符合表A.1的功能性要求。

表A.1 路侧设施运维管理平台功能性要求

名称	描述	功能性要求
资产管理	为相关设施设备以及软件资产建立台帐，对资产的录入、启用、停用、维修、报废等进行统一管理，实现资产的全生命周期跟踪管理	a) 应支持设备基础信息管理，至少包含（或等价）如下字段：名称、编号、设备类型、厂家型号、安装位置、安装时间、维护单位、故障状态、通电状态、网络状态； b) 应支持设备基础信息的新增、删除、修改、查询； c) 应支持设备基础信息的批量导出和导入，宜采用表格文件格式； d) 应支持资产 CMDB 建模管理，包含但不限于资产模型、资产实体、资产属性配置项； e) 应支持资产属性配置项查询； f) 应支持资产属性配置项的批量处理，宜采用表格文件导入或页面批处理方式； g) 应支持备件物资管理，包括单品备件和耗材物资； h) 应支持资产所属项目的信息管理，包含项目名称、代码、责任单位、项目状态等信息； i) 应支持资产变更管理，包括拆除、停用、恢复； j) 应支持资产报废处理、统计。
运维管理	支撑故障维修、日常巡检、交办任务、设备监控，提升运维效率和业务规范性	a) 应支持故障工单填报，至少包含（或等价）如下字段：故障时间、故障设备、故障现象； b) 应支持故障维修流程，流程节点包含但不限于派工、维修、验收； c) 可支持同一节点工单的批量处理； d) 应支持派工处置选择服务级别、维护单位； e) 应支持维修反馈填写故障原因、解决方案，上传附件； f) 应支持日常巡检计划制定，至少包含巡检设备范围、巡检项，宜配置巡检项关联设备类型； g) 应支持按巡检计划自动生成巡检任务； h) 应支持巡检图片、巡检结果反馈，巡检图片应水印处理； i) 应支持巡检任务进度跟踪，至少包含时间进度、任务进度； j) 应支持交办任务流程，至少包含（或等价）流程节点如下：下发、执行、反馈、确认；

		k) 应支持交办任务催办操作，可采用醒目位置和字体提醒执行人； l) 应支持据实结算流程，至少包含（或等价）流程节点如下：方案上报、施工、验收； m) 应支持对设备的通信状态和工作状态进行监控。
统计分析	对设备信息、业务数据进行统计、分析，旨在全方位掌握系统整体运维状况	a) 应支持多维度报表统计，至少包含服务质量、服务效果维度统计，宜加入资产信息统计、维修成本、设备数据质量、设备网络质量维度统计； b) 应支持服务闭合率统计； c) 应支持设备完好率统计； d) 应支持设备可用率统计； e) 宜支持数据质量评价统计，包括存在性、完整性、准确性、一致性和时效性； f) 宜支持网络质量评价统计，包括丢包率、时延和连通性； g) 应支持维护单位考核管理，基于考核指标自动生成考核单，考核指标宜同时支持手动和自动两种模式； h) 应支持系统自动生成运维报告，可自定义报告生成时间或周期； i) 应支持丰富的运维报告展示方式，至少包含表格、饼图、柱状图、折线图； j) 应支持运维综合监控，监控内容可包含设备完好率、闭合率、维修进展； k) 应支持地图展示设备分布，设备图标可采用醒目颜色或样式区分正常、故障状态； l) 应具备高精度地图接入能力； m) 宜采用主题化运维监控方式，主题可划分为设备、维修、巡检、预警； n) 运维监控可展示人员维修、巡检轨迹。
系统管理	设备运维系统使用过程中，对知识库、日志记录、用户账号、业务权限进行配置和管理，保障系统框架范围内结合实际业务情况进行可配置化调整和跟踪	a) 应支持知识库的查询、新建、修改、删除； b) 应支持知识库分组或分类管理； c) 应具备知识评价体系，如统计阅读量、点赞数； d) 应支持系统日志收集，应包括业务操作日志、系统运行日志； e) 应支持按用户、日期检索业务操作日志； f) 应支持用户的新建、修改、停用、查询； g) 应支持用户权限配置，可采用角色或分组方式管理； h) 应支持系统基础数据和业务数据的定期备份，每月数据全量备份 1 次以上。
移动运维	为提升维护人员工作效率，实现维修、巡检、签到的移动端快捷处理，并对业务过程中的图片、轨迹进	a) 应支持移动端的维修反馈、巡检记录、签到考勤； b) 应兼容 Android 或 IOS，可选实现方式包括客户端、微信、钉钉等 c) 应支持 LTE-V2X、4G 通信制式，可选支持 5G； d) 应支持用户的账号和权限在移动端与平台之间共通；

	行收集	e) 应支持签到自动获取用户定位信息, 包括经纬度、位置; f) 应支持签到点 (或考勤点), 可限制远离签到点一定距离的签到操作; g) 应支持维修反馈上传图片或录像; h) 应支持分别上传维修前后图片; i) 应支持巡检记录上传图片、巡检结果; j) 应支持上传图片自动水印处理, 水印内容包括时间、经纬度、位置; k) 应支持移动端关键操作的轨迹记录, 包括接单、到达、维修反馈、巡检记录。
数据管理	实现设备运行数据收集、远程控制注册的统一数据管理, 为自动化智能运维的实现提供规范的接口和协议	a) 应提供统一的设备运行数据收集接口和协议; b) 应支持设备运行数据可视化监控; c) 应支持自定义设备告警规则; d) 应支持设备告警通知; e) 应提供设备运行状态查询接口; f) 宜提供统一的设备控制注册接口和协议; g) 可支持自定义智能运维决策链 (或等价), 告警自动触发或提醒人工控制。

A.2 非功能性要求

路侧设施运维管理平台的应符合表A.2的非功能性要求。

表A.2 路侧设施运维管理平台非功能性要求

名称	非功能性要求
性能要求	a) 平台业务操作响应时间不超过 3 秒; b) 系统支持同时在线用户不少于 50 个; c) 系统容纳用户账号应达到 1000 个以上; d) 应急与报警信息处理不超过 1 小时; e) 业务数据存储时间应不少于 1 年。
安全性要求	a) 应满足 GB/T 17859 第二级及以上安全要求; b) 应加密存储数据库中关键数据, 用户密码应采用不可逆加密算法加密后存储, 可采用多次 MD5、SHA-256 等算法。
接口要求	a) 应提供数据收集接口 (南向接口), 用于收集设备、平台运行状态数据; b) 应提供数据共享接口 (北向接口), 为其他系统提供设备、工单数据; c) 应采用统一的通信方式, 可采用以下方式: Http、MQTT、WebService、TR069 等; d) 应采用可扩展的数据格式, 可采用以下格式: Xml、Json、ASN.1 等。

T/ITS 0243-XXXX

中国智能交通产业联盟
标准
车路云一体化系统
路侧设施运维管理技术要求
T/ITS 0243-20XX

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>

20XX 年 X 月第一版 20XX 年 X 月第一次印刷