

# 团体标准

T/ITS 0243-2024

## 基于移动通信的道路交通信号灯 信息服务技术要求及测试方法

Technical requirements and testing methods for road traffic signal information

Service based on mobile communication

2024-10-9 发布

2024-10-9 实施

中国智能交通产业联盟 发布



目 次

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 系统架构和流程 ..... 2

5 信息交互内容 ..... 3

6 交通信号灯信息服务质量 ..... 5

7 安全要求 ..... 6

附录 A ..... 6

附录 B ..... 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、上海汽车集团股份有限公司、上海淞泓智能汽车科技有限公司、希迪智驾（湖南）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、中国信息通信研究院、同济大学、北京星云互联科技有限公司、中国信息通信科技集团有限公司、北京万集科技股份有限公司、腾讯云计算（北京）有限责任公司、中国汽车工程研究院股份有限公司。

本标准主要起草人：颜楷文、邵亚萌、梁伟铭、王逸凡、张长隆、马凌峰、窦瑞、于胜波、涂辉招、王平、王易之、王燕文、杨天、赵强、张卓筠、苏贵民、霍燕燕、梁健、戴金钢、洪启安、张广岐、张杰。

# 基于移动通信的道路交通信号灯 信息服务技术要求及测试方法

## 1 范围

本文件规定了基于移动通信采集、处理和发布道路交通信号灯数据的信息服务的技术要求，包括参考架构、基本流程、信息交互内容、数据质量指标要求及计算方法、测试流程、主观评价等方面。

本文件适用于道路交通信号灯信息服务的开发、集成、验证和评估。

## 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 14886-2016 道路交通信号灯设置与安装规范
- GB 25280-2010 道路交通信号控制机
- GB/T 40429-2021 汽车驾驶自动化分级
- GA/T 1743-2020 道路交通信号控制机信息发布接口规范
- T/CCSA 441-2023 车联网服务平台网络安全防护要求

## 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

**道路交通信号控制机** traffic signal control machine

能够改变道路交通信号顺序、调节配时并能控制道路交通信号灯运行的装置。

[来源：GB 25280-2010， 3.1]

#### 3.1.2

**道路交通信号灯信息服务系统** traffic signal information service system

指通过采集和处理道路交通信号控制数据，并将处理后的数据提供给道路交通参与者的完整服务系统。

#### 3.1.3

**道路交通信号控制数据** traffic signal control data

由道路交通信号控制机产生的描述交通信号灯状态的数据，包括信号灯相位、灯色和时长等信息。

#### 3.1.4

道路交通信号灯数据质量 traffic signal data quality

衡量用于交通信号灯信息服务的信号灯数据满足准确性、完整性、一致性和时效性等要求的程度。

#### 3.1.5

道路交通信号灯准确性 traffic signal accuracy

接收端收到的道路交通信号控制数据与交通信号灯实际状态相同的比例。

#### 3.1.6

交通信号灯信息服务质量主观评价 traffic signal information service quality subjective evaluation

从使用者主观感受的角度对服务质量进行的评价,通过定性描述和定量打分的方法实现。

#### 3.1.7

总采样次数 total sampling number

在一定时间段内,系统或设备采集道路交通信号灯数据的总次数。

#### 3.1.8

灯色跳变 traffic signal light color jump

交通信号灯在相邻采样点间的灯色状态发生连续变化。

#### 3.1.9

信号灯完整性 traffic signal information service quality subjective evaluation

统计周期内,车端接收到的各路口各进口道各运动方向的信号灯信息与实际道路交通信号灯信息一致的比例。

### 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件:

UTC:协调世界时(Universal Time Coordinated)

## 4 系统架构和流程

### 4.1 参考架构

道路交通信号灯信息服务系统参考架构如图1所示,应包括交通信号灯数据源、道路交通信号灯数据源平台、道路交通信号灯信息服务运营平台和车端,其中:

- 交通信号灯数据源:负责采集原始道路交通信号控制数据,包括道路交通信号控制机、信号灯数据读取装置等,可参考附录A;
- 交通信号灯数据源平台:接收原始道路信号控制数据,并发送道路交通信号灯实时数据至交通信号灯信息服务运营平台的数据源平台;

- c) 交通信号灯信息服务运营平台:从交通信号灯数据源平台获取道路交通信号灯实时数据,并接收车辆实时位置与运动状态数据,通过信息的匹配运算,为车辆提供信号灯实时信息的服务运营平台;
- d) 车端:实时接收信号灯信息的企业及车辆用户,包括用户车辆及车辆生产企业的相关信息化平台等。

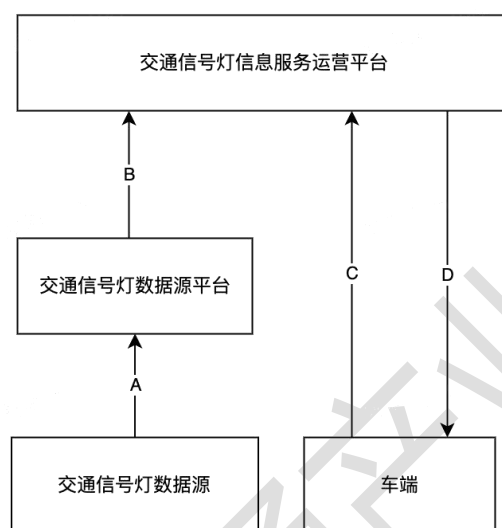


图1 系统参考架构

## 4.2 基本流程

系统应具备如下的基本信息交互流程:

- a) 区域内连续交叉路口的交通信号灯数据源应实时上传信号灯数据到交通信号灯数据源平台,其中数据链路A满足5.1的要求,宜使用专网;
- b) 交通信号灯数据源平台汇聚各路口实时的交通信号灯数据,进行数据质量分析及数据处理后,推送到道路交通信号灯信息服务运营平台,其中数据链路B满足5.2的要求,宜使用专网;
- c) 车端周期性上传车辆位置和状态信息到交通信号灯信息服务运营平台,发送频率宜大于等于1Hz,其中数据链路C满足5.4的要求,宜使用4G/5G蜂窝通信网络;
- d) 交通信号灯信息服务运营平台根据车辆位置匹配出对应路口的信号灯实时数据。
- e) 道路交通信号灯信息服务运营平台将交通信号灯数据封装后发送给车端,其中数据链路D满足5.3的要求,宜使用4G/5G蜂窝通信网络;
- f) 车端接收数据后在车载系统中展示信号灯实时信息。

## 5 信息交互内容

5.1 交通信号灯数据源上传协议

交通信号灯数据源上传数据至交通信号灯数据源平台,应遵循GA/T 1743-2020的要求。

5.2 交通信号灯数据源平台上传协议

交通信号灯数据源平台上传数据至交通信号灯信息服务运营平台系统,应遵循GA/T 1743-2020的要求。

5.3 交通信号灯信息服务运营平台下发信息内容

道路交通信号灯信息服务运营平台下发给车端的信息应符合表1的规定。

表1 下发信息内容

字段	必要性	类型	说明
timeStamp	必选	Uint64	时间戳,表示该消息发送的时间戳。为 UNIX 时间戳,1970 纪元后经过的毫秒数,单位为毫秒。
name	可选	String	路口名称
intersectionId	可选	String	路口 id
trafficLightStatus	可选	integer	路口信号机的工作状态指示。例如:如果参数含义表示'停止计时状态激活'和'用于硬件故障检测',那么二进制为 00000000000110,对应十进制为 6,该参数值填写 6。 二进制第 x 位数字为 1 对应的含义: 0: 手动控制状态开启 1: 停止计时状态激活 2: 用于硬件故障检测 3: 优先状态激活 4: 信号优先级状态激活 5: 固定配时 6: 基于交通流状态的配时 7: 备用操作,可部分关闭或闪烁 8: 故障模式 9: 控制状态关闭
movements	必要	Movement 数组	该进口道各运动方向的信号灯灯态集合, Movement 具体数据结构可参考表 2。



表2 Movement数据内容

字段	必要性	类型	说明
type	必选	Integer	当前转向类型 type: 1: 左转 2: 直行 3: 右转 4: 掉头
lightState	必选	Integer	定义信号灯相位的灯色状态。支持 GB 14886-2016 规定的红绿黄三种信号灯灯色, 以及亮灯、 闪烁和熄灭三种状态。 取值范围: 0: 不可用 1: 黑色 (熄灭状态) 2: 红色闪烁 3: 红色 4: 绿色闪烁 5: 绿色 6: 黄色 7: 黄色闪烁
likelyEndTime	必选	Integer	当前灯色剩余时间
nextDuration	必选	Integer	表示该相位状态第二次出现的 (固定或预测) 持续时长, 在相位固定情况下, 即当前灯状态的固定时长
lightStateConfidence	必选	Double	灯色状态置信度水平, 数值范围 0~100. (%)
likelyEndTimeConfidence	必选	Double	倒计时置信度水平, 数值范围 0~100. (%)

#### 5.4 车端上传信息内容

车端上传至交通信号灯信息服务运营平台的信息应符合表2的规定。

表3 车辆状态信息交互内容

数据	必要性	类型	备注
longitude	必选	Double	经度, 范围±180 度, 东经为正, 西经为负。精度: $10^{-7}$ 度。
latitude	必选	Double	纬度, 范围±90 度, 北纬为正, 南纬为负。精度: $10^{-7}$ 度。
timestamp	必选	UInt64	发布消息的时间。距 UTC 时间' 1970-01-01 00:00:00' 的毫秒数。
speed	必选	Double	速度, 单位 0.02m/s; 数值 8191 表示无效数据。
heading	必选	Double	航向角, 为运动方向与正北方向的顺时针夹角。范围 $0^{\circ}$ ~ $360^{\circ}$ (不含 $360^{\circ}$ ), 以度为单位。
coordinateSystem	必选	String	坐标系类型, WGS84, GCJ02, BD09, CGCS2000。默认值为 GCJ02。
elevation	可选	Double	高程, 单位米。

## 6 交通信号灯信息服务质量

6.1 应用场景

基于移动互联网的道路交通信号灯信息服务场景可分为：

- a) A类场景：用于GB/T 40429-2021规定的L3及L3以上的自动驾驶系统的协同感知的应用场景；
- b) B类场景：用于GB/T 40429-2021规定的L2及L2以下的车辆的信息展示或预警提醒的应用场景。

6.2 数据质量指标要求

交通信号灯数据质量应符合表3的要求，数据质量的测试方法应遵循附录B的要求。

表 4 道路交通信号灯数据质量指标要求

指标名称	指标定义	指标计算方法	指标要求	
			A 类场景	B 类场景
信号灯灯色准确率	车端接收的灯色与路口实际灯色一致即为准确	附录 B. 1. 1	≥99.99%	≥99%
信号灯灯色跳变占比	评估车端接收的灯色状态在相邻采样点间连续变化的次数占总采样次数的比例 <sup>a</sup> 。	附录 B. 1. 2	≤0.01%	≤0.1%
信号灯倒计时准确率	车辆端接收到的倒计时与实际路口倒计时完全一致（不包括分段配时路口的配时方案过渡阶段，人工控制模式、信号优先模式和感应控制模式下的时间段内）	附录 B. 1. 3	≥99%	≥95%
信号灯数据发送频率	采样周期内，路侧发送交通信号灯频率的平均值	附录 B. 1. 4	5Hz	2Hz
丢包率	丢包率定义为交通信号灯信息服务运营平台下发数据给车辆丢失的数据包数量占所发送数据组的比率	附录 B. 1. 5	≤0.1%	≤1%
系统时延	道路交通信号控制机生成交通信号灯信息到车端收到数据之间的平均时间差	附录 B. 1. 6	≤20ms	≤500ms
平均时延抖动	反应分组延迟的最大（平均）变化程度	附录 B. 1. 7	≤50ms	≤100ms
路口连续性	车辆行驶通过一个路口时，能够连续得接收到对应路段的信号灯数据的比率	附录 B. 1. 8	99%	95%
区域可用率	在一个统计周期内，一个定义区域内全部路口中，实际可正常提供交通信号灯数据服务的路口所占比例	附录 B. 1. 9	99%	80%
信号灯完整性	评估在各路口各进口道上，车辆是否能够接收到完整的各个运动方向的信号灯信息	附录 B. 1. 10	99.99%	99%
<sup>a</sup> 示例，在连续三帧数据中，第二帧数据的灯色与第一帧和第三帧数据的灯色都不相同的情况，为灯色跳变。				

7 安全要求

道路交通信号灯信息服务运营平台的安全要求，宜遵循T/CCSA 441-2023中的第8章的第三级安全防护要求。

## 附录 A

### （资料性附录）

#### 交通信号灯数据上传方式

##### A.1 信号灯数据采集装置

信号灯数据采集装置应满足以下要求：

- a) 支持通过接收电平信号并进行转换，以采集道路交通信号控制机的数据；
- b) 采集器通过串口、以太网等有线方式与道路交通信号控制机连接；
- c) 采集器按标准协议采集道路交通信号控制机数据，并将其传输至交通信号灯数据源平台；
- d) 该装置具备远程管理和配置工作参数的功能；
- e) 采取安全防护功能，防止非法访问。

##### A.2 直接上传

交通信号灯数据直接上传应满足以下要求：

- a) 支持道路交通信号控制机将数据直接上传至交通信号灯数据源平台；
- b) 通过4G、5G等移动网络实现道路交通信号控制机的直接连接；
- c) 道路交通信号控制机应具备标准的数据上传接口；
- d) 上传的数据经过安全校验，以确保数据完整性和真实性；
- e) 具备处理不同道路交通信号控制机品牌和型号之间差异的能力。

##### A.3 云云对接

云云对接应满足以下要求：

- a) 支持与第三方云平台进行数据对接；
- b) 通过标准接口，实时获取第三方平台的信号灯数据；
- c) 具备处理不同云平台的数据格式和传输协议的能力；
- d) 优先采用第三方平台提供的安全认证方式；
- e) 允许第三方平台调用服务系统提供的开放接口。

附 录 B  
(规范性附录)  
数据质量测试方法

## B.1 指标计算方法

### B.1.1 信号灯灯色准确率

通过统计道路交通信号灯的全量数据中的正确信号灯灯色数据的数量，然后除以总采样次数，可以计算得到信号灯状态准确率。

$$A_{lc} = \frac{n_{rlc}}{n} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$A_{lc}$ ——信号灯灯色准确率；

$n_{rlc}$ ——正确信号灯灯色状态数；

$n$ ——总采样次数。

### B.1.2 信号灯灯色跳变占比

通过统计道路交通信号灯的全量数据中的灯色跳变次数，然后除以总采样次数，可以计算得到信号灯灯色跳变次数占比：

$$P_{cj} = \frac{n_{cj}}{n} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

$P_{cj}$ ——信号灯灯色跳变占比；

$n_{cj}$ ——灯色跳变次数；

$n$ ——总采样次数。

### B.1.3 信号灯倒计时准确率

通过统计道路交通信号灯的全量数据中的正确信号灯倒计时的数量，然后除以总采样次数，可以计算得到信号灯倒计时准确率：

$$A_{cd} = \frac{n_{rcd}}{n} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

$A_{cd}$ ——信号灯倒计时准确率；

$n_{rcd}$ ——正确信号灯倒计时次数；

$n$ ——总采样次数。

### B.1.4 信号灯数据发送频率

通过统计一定周期内的道路交通信号灯数据总条数 $n$ 、第一条与最后一条数据的时间戳差值 $\Delta t$ ， $n/\Delta t$ ，可以计算出信号灯数据的发送频率。

$$f_{avg} = \frac{n-1}{\Delta t} \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

$f_{avg}$ ——信号灯数据发送频率(单位:Hz);  
 $\Delta t$ ——时间窗口时间戳差值(单位:s);  
 $n$ ——时间窗口内道路交通信号灯数据总条数。

### B.1.5 丢包率

对每一条预先设置好的交通信号灯信息服务报文,若该服务报文缺少接收时间戳则认为发生丢包。通过对整组信号灯场景信息服务数据报文的丢包情况和单程传输时延进行分析,可以得到丢包率。

$$p = \frac{L}{n} \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

$p$ ——丢包率;  
 $L$ ——丢包数;  
 $n$ ——信息报文发送数。

### B.1.6 系统时延

对每一条预先设置好的交通信号灯信息服务报文,通过比对云端发送时间戳 $t_{send}$ ,接收时间戳 $t_{get}$ 和云端服务器与车端服务器之间的授时固定误差可以得到该服务报文的单程传输时延 $\Delta t = t_{get} - t_{send} - T_{Diff}$ ,将统计周期内所有传输时延之和除以信息报文发送数,可以计算得到系统时延。

$$\overline{\Delta t} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta t_i}{n} \quad \dots\dots\dots (B.6)$$

式中:

$\overline{\Delta t}$  ——系统时延(单位:ms);  
 $\Delta t$  ——单个数据传输时延(单位:ms);  
 $n$  ——数据包总数。

### B.1.7 平均时延抖动

由系统时延 $\overline{\Delta t}$ ,可得平均时延抖动 $s$ :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta t_i - \overline{\Delta t})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (B.7)$$

式中:

$\overline{\Delta t}$  ——系统时延(单位:ms);  
 $\Delta t$  ——单个数据传输时延(单位:ms);  
 $n$  ——数据包总数;  
 $s$  ——平均时延抖动(单位:ms)。

### B.1.8 路口连续性

通过周期性统计车辆在经过路口的时候,信号灯场景信息服务报文中的道路交通信号灯数据与实际道路交通信号灯完全符合的次数,得到连续接收正确数据的次数,然后除以总采样次数,可以计算得出路口连续性指标:

$$c_R = \frac{n_C}{n} \quad \dots\dots\dots (B.8)$$

式中:

$c_R$ ——路口连续性;  
 $n_C$ ——连续接收正确数据的次数;

$n$ ——总采样次数。

### B.1.9 区域可用率

基于统计周期内各路口道路交通信号灯数据的在线时间和总路口数量，计算区域内信号灯服务的可用率：

$$R_a = \frac{\sum T_i}{n_r * T} \quad \dots\dots\dots (B.9)$$

式中：

$R_a$ ——区域可用率；

$T_i$ ——各路口在线时间；

$n_r$ ——总路口数量；

$T$ ——统计周期时间。

### B.1.10 信号灯完整性

区域信号灯完整性指标，表示统计周期内车端接收到的各路口各进口道各运动方向的信号灯信息与实际的道路交通信号灯信息一致的比例。

$$I_{tl} = \frac{\sum n_g}{\sum n_r} \quad \dots\dots\dots (B.10)$$

式中：

$I_{tl}$ ——信号灯完整性；

$n_g$ ——接收到的各方向有信号灯的个数；

$n_r$ ——实际各方向有信号灯的个数；

## B.2 测试流程

### B.2.1 信号灯灯色准确率测试流程

信号灯灯色准确率测试流程见表 B.1。

表B.1 交通信号灯的灯色准确率测试流程

<b>测试目的：</b> 验证车端接收的交通信号灯灯色与实际交通信号灯灯色是否一致。
<b>测试条件：</b> 1. 测试车辆安装了交通信号灯数据接收测试软件。 2. 交通信号灯信息服务运营平台为测试车辆开启交通信号灯信息服务。 3. 准备测量设备采集道路交通信号灯实际状态，要求测量设备具备高精度和数据记录功能。
<b>测试步骤：</b> 1. 启动测试车辆，确保测试软件和测量设备处于正常工作状态。 2. 在不同时间段内，测试车辆重复行驶通过至少 20 个不同的路口。（进口道遍历） 3. 测试软件记录测试车辆接收到的交通信号灯的灯色状态。 4. 测量设备记录交通信号灯的 Actual 灯色状态。 5. 每次行驶通过路口时，至少采集 50 条交通信号灯状态数据。 6. 比较测试软件记录的灯色状态和测量设备记录的 Actual 灯色状态，计算每次测试的准确率。 7. 重复上述步骤，至少进行 30 次独立测试。
<b>通过条件：</b> 对于 A 类场景，交通信号灯的灯色状态准确率均值应不低于 99.99%。 对于 B 类场景，交通信号灯的灯色状态准确率均值应不低于 99%。

B.2.2 信号灯灯色跳变占比测试流程

信号灯灯色跳变占比测试流程见表 B.2。

表B.2 交通信号灯的灯色跳变占比测试流程

<b>测试目的：</b> 验证车端接收到的信号灯灯色跳变的占比是否满足要求。
<b>测试条件：</b> 1. 测试车辆安装了交通信号灯数据接收测试软件。 2. 交通信号灯信息服务运营平台为测试车辆开启交通信号灯信息服务。 3. 准备测量设备采集道路交通信号灯实际状态，要求测量设备具备高精度和数据记录功能。
<b>测试步骤：</b> 1. 启动测试车辆，确保测试软件和测量设备处于正常工作状态。 2. 在不同时间段内，测试车辆重复行驶通过至少 20 个不同的路口。 3. 测试软件记录测试车辆接收到的交通信号灯的灯色状态。 4. 测量设备记录交通信号灯的 Actual 灯色状态。 5. 每次行驶通过路口时，至少采集 50 条交通信号灯状态数据。 6. 比较测试软件记录的灯色状态和测量设备记录的 Actual 灯色状态，计算每次测试的灯色跳变占比。 7. 重复上述步骤，至少进行 30 次独立测试。
<b>通过条件：</b> 对于 A 类场景，交通信号灯的灯色跳变占比均值应不高于 0.01%。 对于 B 类场景，交通信号灯的灯色跳变占比均值应不高于 0.1%。

B.2.3 信号灯倒计时准确率测试流程

信号灯倒计时准确率测试流程见表B.3。

表B.3 交通信号灯倒计时准确率测试流程

<b>测试目的：</b> 验证车端接收的交通信号灯倒计时与实际交通信号灯倒计时是否一致。
<b>测试条件：</b> 1. 测试车辆安装了交通信号灯数据接收测试软件。 2. 交通信号灯信息服务运营平台为测试车辆开启了数据推送服务。 3. 准备测量设备采集交通信号灯实际状态，要求测量设备具备高精度和数据记录功能。
<b>测试步骤：</b> 1. 启动测试车辆，确保交通信号灯数据接收测试软件处于正常工作状态。 2. 在不同的时间段内，测试车辆重复行驶至少 20 个不同的路口。 3. 测试软件记录测试车辆接收到的交通信号灯的倒计时数据。 4. 测量设备记录交通信号灯的实时倒计时。 5. 每次行驶通过路口时，至少采集 50 条交通信号灯倒计时数据。 6. 比较测试软件和测量设备的结果，计算准确率。 7. 重复上述步骤，至少进行 30 次独立测试，计算准确率均值。
<b>通过条件：</b> 对于 A 类场景，交通信号灯倒计时准确率均值应不低于 99%。 对于 B 类场景，交通信号灯倒计时准确率均值应不低于 95%。

B.2.4 信号灯数据发送频率测试流程

信号灯数据发送频率测试流程见表 B.4。

表 B.4 交通信号灯数据发送频率测试流程

<b>测试目的：</b> 验证交通信号灯数据发送频率是否达到要求，并具有稳定性。
<b>测试条件：</b> 1. 车端设备可以连接交通信号灯信息服务运营平台，并可以接收下发的交通信号灯数据。 2. 交通信号灯信息服务运营平台按照预定频率向车端下发交通信号灯数据。
<b>测试步骤：</b> 1. 启动测试车辆，并确保车端设备处于正常工作状态。 2. 在测试过程中，测试车辆行驶通过 20 个不同的路口。 3. 交通信号灯服务系统以预定的频率发送测试数据，持续时间为 30 分钟。可以在测试前确认预定的频率，例如 2Hz。 4. 车端设备接收测试数据，并统计接收到的数据条数。 5. 计算接收频率，重复测试 10 次，每次测试的持续时间为 30 分钟，然后取平均值。
<b>通过条件：</b> 对于 A 类场景，车端接收交通信号灯数据的平均频率应不低于 5Hz 频率。 对于 B 类场景，车端接收交通信号灯数据的平均频率应不低于 2Hz 频率。



B. 2. 5 丢包率测试流程

丢包率测试流程见表B. 5。

表 B. 5 交通信号灯信息服务系统丢包率测试流程

<b>测试目的：</b> 验证交通信号灯信息服务系统的丢包率是否满足要求。
<b>测试条件：</b> <div>1. 测试数据生成器：用于模拟生成大量测试数据，包括发送总量和记录丢失量。</div> <div>2. 数据接收端：用于接收测试数据并记录实际接收数量。</div> <div>3. 准确的时间同步：确保测试数据的时间戳在发送和接收端之间同步，以便精确计算丢包率。</div>
<b>测试步骤：</b> <div>1. 在测试前，进行时间同步，以确保发送和接收端的时间戳一致。</div> <div>2. 交通信号灯信息服务系统发送 N 条测试数据，其中 N 应不小于 10000 条。</div> <div>3. 数据接收端实时记录接收到的数据数量 M。</div> <div>4. 根据式 B. 5 计算丢包率。</div> <div>5. 重复上述步骤进行至少 10 次测试，以获取丢包率的均值。</div>
<b>通过条件：</b> 对于 A 类场景，丢包率的均值应不大于 0. 1%。 对于 B 类场景，丢包率的均值应不大于 1%。

B. 2. 6 系统时延测试流程

系统时延测试流程见表B. 6。

表 B. 6 交通信号灯信息服务系统时延测试流程

<b>测试目的：</b> 验证交通信号灯信息服务运营平台发送数据到车端的平均系统时延是否满足要求。
<b>测试条件：</b> <div>1. 车端具备接收交通信号灯推送服务的应用。</div> <div>2. 交通信号灯信息服务运营平台具备对应路口的交通信号灯信息推送能力。</div> <div>3. 交通信号灯信息服务运营平台发送数据时添加时间戳。</div> <div>4. 车端设备接收数据时也添加接收时间戳。</div>
<b>测试步骤：</b> <div>1. 在测试前，确保车端设备、交通信号灯信息服务运营平台以及测量设备的时间同步，以保证时间戳的准确性。</div> <div>2. 启动测试车辆，行驶通过多个不同的路口。</div> <div>3. 在每个路口，至少记录 50 条车端接收到的交通信号灯数据，包括灯色，倒计时和对应的时间戳。</div> <div>4. 对比测量设备采集的实际信号灯颜色，倒计时和对应的时间戳。</div> <div>5. 重复上述步骤，至少进行 30 次独立测试。</div>
<b>通过条件：</b> 对于 A 类场景，系统平均时延的均值应不超过 20ms。 对于 B 类场景，系统平均时延的均值应不超过 500ms。

B. 2. 7 平均时延抖动测试流程

平均时延抖动测试流程见表B. 7。

表 B. 7 交通信号灯数据平均时延抖动测试流程

<b>测试目的：</b> 验证交通信号灯信息服务系统的平均时延抖动是否满足要求。
<b>测试条件：</b> <div>1. 车端具备接收交通信号灯推送服务的应用。</div> <div>2. 交通信号灯信息服务运营平台具备对应路口的交通信号灯信息推送能力。</div> <div>3. 交通信号灯信息服务运营平台发送数据时添加时间戳。</div> <div>4. 车端设备接收数据时也添加接收时间戳。</div>
<b>测试步骤：</b> <div>1. 在测试前，确保车端设备、交通信号灯信息服务运营平台以及测量设备的时间同步，以保证时间戳的准确性。</div> <div>2. 启动测试车辆，行驶通过多个不同的路口。</div> <div>3. 在测试过程中，连续发送 N 条测试数据，其中 N 应不小于 10000 条，每条数据都带有时间戳。</div> <div>4. 根据式 B. 7 计算平均时延抖动。</div>
<b>通过条件：</b> 对于 A 类场景，平均时延抖动的均值应不大于 50ms。 对于 B 类场景，平均时延抖动的均值应不大于 100ms。

B. 2. 8 路口连续性测试流程

路口连续性测试流程见表B. 8。

表 B. 8 交通信号灯数据路口连续性测试流程

<b>测试目的：</b> 验证车辆在连续通过多个路口时是否能够完整接收信号灯数据。
<b>测试条件：</b> <div>1. 测试车辆已安装信号灯数据接收测试软件。</div> <div>2. 交通信号灯信息服务运营平台已为测试车辆开启数据推送服务。</div> <div>3. 准备测试场景, 包含多个连续的路口。</div>
<b>测试步骤：</b> <div>1. 启动测试车辆, 沿预定路线通过 20 个连续路口。</div> <div>2. 测试软件记录车辆进入和离开每个路口的时间。</div> <div>3. 测试软件记录每个路口的信号灯数据接收情况。</div> <div>4. 测量设备采集车辆前方交通信号灯实际状态。</div> <div>5. 每次行驶通过路口时，至少采集 50 条交通信号灯状态数据。</div> <div>6. 验证车辆在经过每个路口时接收到的信号灯数据是否与车辆前方实际的信号灯数据一致。</div> <div>7. 计算正确接收的数据数量与总接收数据数量的比例。</div> <div>8. 重复上述步骤，至少进行 30 次独立测试。</div>
<b>通过条件：</b> 对于 A 类场景，路口连续性比率应不低于 99%。 对于 B 类场景，路口连续性比率应不低于 95%。

B. 2. 9 区域可用率测试流程

区域可用率测试流程见表B. 9。

表 B. 9 交通信号灯数据区域可用率测试流程

<b>测试目的：</b> 验证交通信号灯信息服务系统是否可以为区域内全部路口提供信号灯数据服务。
<b>测试条件：</b> <div>1. 定义包含多路口的测试区域。</div> <div>2. 获得测试区域内全部路口的列表。</div> <div>3. 测试车辆已安装信号灯数据接收测试软件。</div> <div>4. 准备测量设备以采集交通信号灯的实时状态，确保设备具备高精度和数据记录功能。</div>
<b>测试步骤：</b> <div>1. 测试车辆逐一驶过测试区域内的所有路口。</div> <div>2. 测试软件记录每个路口的信号灯数据接收情况。</div> <div>3. 检查每个路口的信号灯数据是否成功接收。</div> <div>4. 统计测试区域内未接收到数据的路口数。</div> <div>5. 根据式 B. 9 计算区域可用率。</div>
<b>通过条件：</b> 对于 A 类场景，区域可用率应不低于 99%。 对于 B 类场景，区域可用率应不低于 80%。

B. 2. 10 信号灯完整性测试流程

信号灯完整性测试流程见表B. 10。

表 B. 10 交通信号灯完整性测试流程

<b>测试目的：</b> 验证交通信号灯信息服务系统是否可以为区域内全部路口各进口道各运动方向提供信号灯数据服务。
<b>测试条件：</b> <div>1. 定义包含多路口的测试区域。</div> <div>2. 获得测试区域内全部路口的列表。</div> <div>3. 测试车辆已安装信号灯数据接收测试软件。</div> <div>4. 准备测量设备以采集交通信号灯的实时状态，确保设备具备高精度和数据记录功能。</div>
<b>测试步骤：</b> <div>1. 测试车辆逐一驶过测试区域内的所有路口。</div> <div>2. 测试软件记录每个路口各个进口道各个运动方向的信号灯数据接收情况。</div> <div>3. 测量设备记录各个路口各个进口道各个运动方向的实际交通信号灯的情况。</div> <div>4. 根据式 B. 10 计算信号灯完整性。</div>
<b>通过条件：</b> 对于 A 类场景，信号灯完整性应不低于 99. 99%。 对于 B 类场景，信号灯完整性应不低于 99%。

B. 3 主观评价

### B.3.1 主观评价指标

#### B.3.1.1 数据跳变感知度

数据跳变感知度应基于以下两个方面：

- a) 信号灯灯色跳变感知度：评估信号灯灯色状态在相邻数据点之间是否连续；
- b) 信号灯倒计时跳变感知度：评估信号灯倒计时在相邻数据点之间是否连续。

#### B.3.1.2 信号灯切换位置准确性

路口切换位置感知：判断车辆在经过路口时是否在适当的位置进行路口切换，介于路口中心和对向人行横道之间。

### B.3.2 主观评价方法

#### B.3.2.1 数据跳变感知度评价细则：

数据跳变感知度评价细则如下：

- a) 10分（无感知）：车辆在信号灯状态或倒计时变化时，驾驶员几乎没有察觉到明显的变化，过渡平滑，不会干扰驾驶；
- b) 8分（轻微感知）：驾驶员轻微感知到信号灯状态或倒计时的变化，但这种感知不会引起不适或驾驶干扰；
- c) 5分（明显感知）：驾驶员明显感知到信号灯状态或倒计时的变化，可能会引起轻微的不适，但不会对驾驶造成严重干扰；
- d) 0分（严重错乱）：信号灯状态或倒计时的变化对驾驶员造成严重的混乱和干扰，可能导致危险情况的发生。

#### B.3.2.2 信号灯切换位置准确率评价细则

信号灯切换位置准确率评价细则如下：

- a) 10分（精确匹配）：车辆在经过路口时始终位于适当的位置进行路口切换，介于路口中心和对向人行横道之间；
- b) 8分（较准匹配）：车辆在大多数情况下位于适当的位置进行路口切换，但偶尔可能出现轻微的偏差；
- c) 5分（一般匹配）：车辆在路口切换时位置一般，但存在明显的偏差；
- d) 0分（不匹配）：车辆在经过路口时位置明显不适当，可能导致交通混乱或安全问题。

选取5名具有代表性和丰富评价经验的评价员，每个评价员对设定的评价场景分别进行20次评分测试。汇总统计所有评价员的评分结果。

### B.3.3 主观评价实施

主观评价实施流程如下：

- a) 制定评价计划：确定评价流程和时间安排，明确评价的具体步骤；
- b) 评价员选定：选择合适的评价员，确保其具有代表性和丰富的使用经验；
- c) 设计典型评价场景：设计涵盖不同情境的评价场景，以便评估各项指标；
- d) 进行评价并记录结果：评价员按照设定场景进行评价，同时记录他们的评价结果和感受；
- e) 统计分析：对评价数据进行整理和分析，以获取综合的主观体验评估结果；
- f) 对比分析：将主观评价结果与客观指标结果进行比较和分析，以获取全面的服务质量评估。

#### B.3.4 总体主观评价结果计算

总体主观评价结果计算规则如下：

- a) 评价员的平均得分：对每位评价员在每个评价场景下的评分进行平均计算。这反映了他们的主观意见；
  - b) 指标权重分配：为每个评价指标（如数据跳变感知度、信号灯切换位置准确性）分配权重，以表明它们对总体评价的相对重要性；
  - c) 加权平均得分：对每个评价指标的平均得分进行加权平均，使用指标的权重来计算；
  - d) 总体主观评价得分：将各个指标的加权平均得分合并，得到总体主观评价得分。这个得分用于衡量系统或产品在主观评价方面的性能；
  - e) 可选的归一化：根据需要，将总体得分归一化到一个标准分数范围（例如 0 到 100 分），以便更容易理解和比较；
  - f) 当总体主观评价得分超过 80 分时，表示信号灯服务表现良好。
-

中国智能交通产业联盟

标准

**基于移动通信的道路交通信号灯  
信息服务技术要求及测试方法**

T/ITS 0243-2024

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>

2024 年 10 月第一版 2024 年 10 月第一次印刷