

团体标准

T/ITS 0223.2—2023

智能网联路口交通运行状态评价诊断治理 系统 第2部分：评价指标与方法

Traffic operation status evaluation diagnosis and governance system for intelligent
and connected intersections—Part 2: Evaluation indicators and methods

2023 - 07 - 20 发布

2023 - 07 - 20 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 术语和定义 1

4 基础数据要求 2

 4.1 交通对象检测数据 2

 4.2 道路事件检测数据 2

 4.3 路口信号灯感知数据 2

 4.4 交通流指标数据 2

 4.5 车路交互和网络质量数据 2

 4.6 路口类型数据 3

5 评价指标设计与方法 3

 5.1 评价指标体系 3

 5.2 评价指标计算方法 3

 5.3 指标权重 6

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。

T/ITS 0223 《智能网联路口交通运行状态评价诊断治理系统》系列标准由三个部分构成。

——第1部分：总体要求；

——第2部分：评价指标与方法；

——第3部分：监测及诊断治理要求。

本文件为T/ITS 0223的第2部分。

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。

本文件起草单位：中国信息通信研究院、交通运输部科学研究院、北京车百会新能源汽车科技发展研究院、北京百度智行科技有限公司、北京工业大学、重庆邮电大学、湖南湘江智能科技创新中心有限公司、东风商用车有限公司、威马汽车科技集团有限公司、北京万集科技股份有限公司、长沙智能驾驶研究院有限公司、南京慧尔视智能科技有限公司、青岛海信网络科技股份有限公司、腾讯云计算（北京）有限责任公司。

本文件主要起草人：于胜波、李溪昂、邓静、赵晋、于涤、程周、路宏、陈艳艳、王蓉、于润东、武晓博、彭伟、卢凯明、邓福岭、姚广、杨沐庚、凤鸾、包金艳、李啸、邹胜男、郭海洋、孔令鹏、王赛、杜松燕、刘晓刚、李书星、王枫、曾少旭、李阳、吴炜、李连杰、马龙、张长隆、张翼鹏、蒋建春、杜磊、申广俊、魏立夏、王丽杰、杨静、杨晓东、张卓筠。

智能网联路口交通运行状态评价诊断治理系统

第2部分 评价指标与方法

1 范围

本文件规定了智能网联路口交通运行状态评价诊断治理系统的基础数据要求、评价指标设计与方法。本文件适用于城市道路中的智能网联路口交通运行状态评价诊断治理系统的设计、开发和验证，其他类型的路口可以参照执行。

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 24726—2021 交通信息采集 视频交通流检测器

GB/T 28789—2012 视频交通事件检测器

YD/T 3978 基于车路协同的高等级自动驾驶数据交互内容

T/CSAE 53 合作式智能运输系统 车用通信系统 应用层及应用数据交互标准（第一阶段）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

道路事件检测数据 road event detection data

道路上发生的，影响车辆通行及交通安全的异常交通状况行为，主要指停止事件、逆行事件、行人事件、拥堵事件、机动车驶离事件等典型事件种类。

[来源：GB/T 28789—2012, 3.1, 有修改]

3.2

逆行事件 reverse drive incident

车辆在道路上的行使方向与规定方向相反，且行使距离不小于某一设定值的交通事件。

[来源：GB/T 28789—2012, 3.4]

3.3

行人事件 pedestrian entry incident

行人进入机动车或其他禁止进入的区域，且行走时间或行走距离不小于某一设定值的交通事件。

[来源：GB/T 28789—2012, 3.5]

3.4

拥堵事件 jam incident

道路上出现单车道或多车道拥堵状况，影响道路畅通的交通事件。

[来源：GB/T 28789—2012, 3.7]

3.5

机动车驶离事件 drive out of the border incident

行驶中的机动车辆异常驶离正常行驶区域的交通事件。

[来源：GB/T 28789—2012, 3.8]

3.6

交通流量 traffic flow

在规定时间内通过道路上检测断面的车辆数。

[来源：GB/T 24726—2021, 3.3]

4 基础数据要求

4.1 交通对象检测数据

全量交通对象检测数据包含如下：

- a) 交通对象包含人、机动车、非机动车、动物及障碍物等；
- b) 交通检测对象位置数据包括经度和纬度。

4.2 道路事件检测数据

道路事件检测数据包括如下数据：异常停车事件、逆行事件、行人闯入事件、交通拥堵事件、超速事件、变道事件等。

4.3 路口信号灯感知数据

信号灯数据包括相位ID、进口方向、流向、信号灯状态、剩余时间等，各数据要求如下：

- a) 相位ID取值范围1~255，应与信号机设置的相位ID保持一致；
- b) 进口方向包括北、东北、东、东南、南、西南、西、西北；
- c) 流向包括直行、左转、右转、掉头、人行灯等；
- d) 信号灯的状态包括红灯、黄灯、绿灯、闪烁警告信号灯、黑灯等。

4.4 交通流指标数据

4.4.1 概述

交通流指标包括交通流量、排队车辆数、排队长度等，可以统计出路口级、流向级、车道级三个维度的数据，支持评价诊断治理监测系统。

4.4.2 交通流量

交通流量为一段时间内某车道/流向车辆在绿灯时间通过停车线的汽车数量。交通量为交通量乘以各车型换算系数，换算系数见表1。

表 1 换算系数

序号	车辆类型	换算系数
1	小汽车	1
2	面包车	1.25
3	卡车	1.8
4	大客车	1.8

4.4.3 绿灯启亮时刻排队车辆数

某流向绿灯启亮时，该流向对应车道在交叉口范围内的车辆数，车辆数应为自然数。

交叉口范围为停止线到后方至少 200 m 机动车车道线内的区域，要求计算绿灯启亮后 1 s 内交叉口范围内的车辆数。

4.4.4 绿灯启亮时刻排队长度

绿灯启亮时，车辆在等待通过交叉口时形成的最大排队长度。

4.5 车路交互和网络质量数据

4.5.1 车路交互数据

数据内容包括感知数据、决策规划数据和路侧控制数据，数据格式应符合YD/T 3978的要求。基于车路交互数据提供安全、效率、信息服务等领域服务场景，服务场景具体功能应符合T/CSAE 53的要求，主要服务场景如下：

- a) 安全类：闯红灯预警、红绿灯倒计时、行人闯入等；
- b) 效率类：绿波车速引导、绿灯起步、建议行驶车道等；
- c) 信息服务类：差分定位数据服务等。

4.5.2 网络质量数据

指路口车路协同网络服务的核心指标数据，包括丢包率、时延、路口网络覆盖范围等。

4.6 路口类型数据

路口类型分为十字路口、Y型路口、T型路口、环岛、五路交叉口等。

5 评价指标设计与方法

5.1 评价指标体系

智能网联路口交通运行状态评价系统，采用“层次分析法”对需要评价的路口，按照安全、效率、绿色和智能四个维度进行评价，再将安全、效率、绿色和智能各自拆解成子目标进行评价分析。层次分析法是根据问题的性质和要达到的总目标，将问题分解为不同的组成因素，并按照因素间的相互关联影响以及隶属关系将因素按不同层次聚集组合，形成一个多层次的分析结构模型的分析方法。计算时需要先求得最低层各元素得分结果，再逐层加权求和得出各层子目标分值，最终加权汇总出总目标最终得分。评价方法体系见图1。。

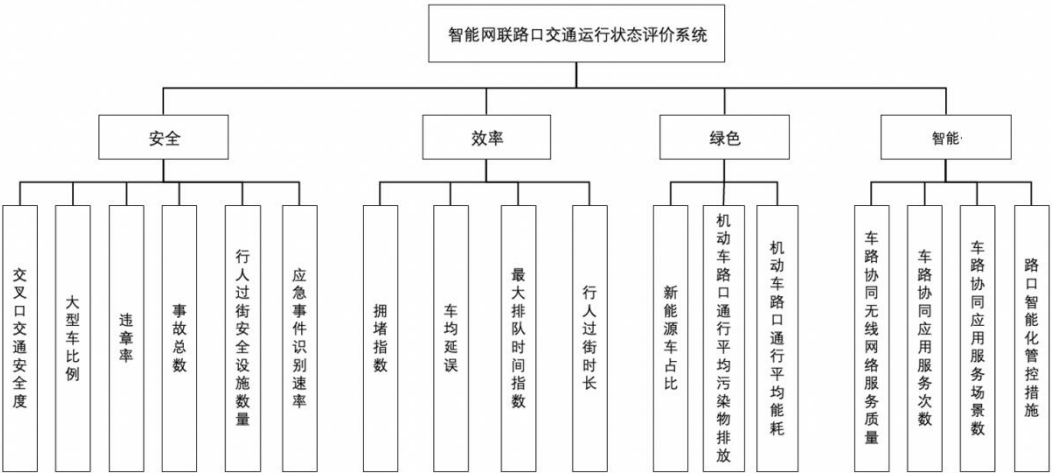


图 1 评价指标体系

5.2 评价指标计算方法

5.2.1 概述

评价方法应包含四个维度的十七项指标，每个指标所表示的范围受到时间、空间两个方面限制。时间层面，指标支持以分钟、小时、日、周、月、年为颗粒度统计。空间层面支持路口级、进口道级、流向级、车道级。本文件评价方法是针对路口层面的评价，时间颗粒度选取以小时为单位。在具体使用过程中，可以根据实际情况以不同时空颗粒度为评价单元。

5.2.2 安全

5.2.2.1 交叉口交通安全度

一段时间内，目标路口严重交通冲突次数与混合交通流量的比值。

严重冲突次数为车辆距离冲突点时距不大于 1.5 s 的次数，冲突包括相会、超越、交错、追尾。

混合交通流量，混合流量是考虑机动车、非机动车、行人灯混合交通换算量。

5.2.2.2 大型车比例

一段时间内，通过目标路口的大型车数 N_1 与交通流量 Q 的比值。

$$P_1 = N_1/Q \quad \dots\dots\dots (1)$$

5.2.2.3 违章率

一段时间内，经过目标路口发生违章车辆的数量 N_2 占交通流量 Q 的比值。

$$P_2 = N_2/Q \quad \dots\dots\dots (1)$$

5.2.2.4 事故总数

一段时间内，目标路口发生交通事故的总数 N 。

$$N = L_1 + L_2 + \dots + L_n \quad \dots\dots\dots (1)$$

5.2.2.5 行人过街安全设施数量

一定空间范围内，城市交通道路设计中为行人服务的安全设施总数。如：行人安全岛、行人过街斑马线、触摸式行人过街信号灯、学校过街巡逻队、无障碍设施、路口显示屏等。

5.2.2.6 应急事件识别时间

从发生紧急交通事件到系统识别所经过的时间，单位为 min。

5.2.3 效率

5.2.3.1 拥堵指数

车辆通过目标路口实际时间 T_2 与车辆畅通行驶通过此路段时 T_1 的比值。

$$P_3 = T_2/T_1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

5.2.3.2 车均延误

车均延误是指目标路口一段时间内每辆车延误时间之和 T 与交通流量 Q 的比值。

延误时间是指车辆通过目标路口时间减去畅通时车辆通过目标路口时间。

$$P_4 = T/Q \quad \dots\dots\dots (1)$$

5.2.3.3 最大排队时间指数

最大排队时间指数是指一段时间内目标路口的排队时间与信号灯周期的比值。

排队时间是指一段时间内目标路口某进口道车辆的排队时间。单位为 s。

信号控制周期时长是指车辆通过停止线时所在周期之前的连续 3 个周期的平均值。单位为 s。

5.2.3.4 行人过街时长

行人过街时长是指满足等候过街的行人安全一次过街的信号灯（绿灯）时长。由于每个路口宽度不一，本文件按照行人过街时长占比绿灯时长作为统计指标。

5.2.4 绿色

5.2.4.1 新能源汽车占比

一定的空间和时间范围内，新能源汽车 G 与交通流量当量 Q 的比值。

$$P_5 = G/Q \quad \dots\dots\dots (1)$$

5.2.4.2 机动车路口通行平均污染物排放量

机动车通过路口过程中尾气平均排放污染物 E ，主要包括气态污染物和颗粒物，单位是 g。

$$E = \sum_i (P_i \times EF_i \times L_i \times 10^{-6}) / \sum_i P_i \quad (1)$$

式中：

P_i 为经过目标路口的 i 类型机动车数量，单位为辆；

EF_i 为 i 类型机动车行驶单位距离尾气所排放的污染物的量，单位为 g/km，若车辆类型 i 为电动车，则此项为 0；

L_i 为 i 类型车辆在目标路口的平均行驶里程，单位为 km/辆。

注 1：气态污染物指一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物。

注 2：颗粒物指温度不超过 52° 的稀释排气中，由规定的过滤介质上收集到的所有物质。

注 3：机动车污染物排放除尾气排放污染物外，还有一部分蒸发排放污染物，主要包括加油过程中的蒸发排放和其他环节的蒸发排放两部分。

5.2.4.3 机动车路口通行平均能耗

机动车通过路口过程中平均能耗 D ，主要分为燃油耗能或电力耗能，单位为 kg。

$$D = \sum_i (P_i \times DF_i \times L_i \times 10^{-2}) / \sum_i P_i \quad (1)$$

式中：

P_i 为经过目标路口的 i 类型机动车数量，单位为辆；

DF_i 为 i 类型机动车行驶单位距离所消耗的燃油或电能，统一转化为标准煤，单位为 kg/(100km)；

L_i 为 i 类型车辆在目标路口的平均行驶里程，单位为 km/辆。

5.2.5 智能

5.2.5.1 网络服务质量

一段时间内，路口无线网络基于丢包率、时延、覆盖范围构成的服务质量。无线网络服务质量权重见表2。网络服务质量是由丢包率、时延、覆盖范围三个指标得分结果加权后计算得出，各指标的具体得分由指标数值结合分级阈值按照线性插值方法计算得出。

丢包率是指设备A向设备B发送数据时，设备B接收设备A发送的数据中丢失的数据量占设备A所发送数据总量的比率。考虑到实际行驶中车辆通信100 m范围内的通信较为关键，规定100 m范围内的设备向目标路口部署的设备A发送数据时，设备A接收的丢包率，记为设备A的100 m通信范围丢包率。

时延是指从设备A的应用程序将应用层数据包传递到较低层的时间点到设备B从较低层接收传递给应用程序的应用层数据包的时间点之间的时间差，单位为ms。

覆盖范围是指业务层面正常工作的路侧发射机到车端接收机的最大通信距离，单位为m。

表 2无线网络服务质量权重表

序号	指标名称	权重	评价时间周期	4 级 [100, 90]	3 级 (90, 75]	2 级 (75, 60]	1 级 (60, 0]
1	丢包率(%)	30%	日	[0, 0.5%]	(0.5%, 1.5%]	(1.5%, 3%]	(3%, 5%]
2	时延 (ms)	35%	日	[0, 100]	(100, 200]	(200, 300]	(300, 400]
3	覆盖范围 (m)	35%	日	[900, 500]	(500, 100]	(100, 50]	(50, 0]

5.2.5.2 车路协同应用服务次数

一段时间内，目标路口车路协同应用服务次数累计值。

5.2.5.3 车路协同应用服务场景数

一段时间内，目标路口车路协同服务实际支持的场景种类数。

5.2.5.4 路口智能化管控措施

用于智能管控交通的信息化设施，如红绿灯配时自适应调整、潮汐车道等。

5.3 指标权重

5.3.1 概述

围绕安全、效率、绿色、智能的17项指标单位特性，基于路口历史数据对每个指标评价区间进行调优。在实际使用过程中，各指标的具体得分由指标数值结合分级阈值按照线性插值方法计算得出，安全、效率、绿色、智能得分结果由各指标得分结果加权后计算得出。

在得到目标路口17项指标的百分制分数后，根据专家意见，确定17项指标权重，权重和为1。评价周期可以选择5分钟、1小时、1日、1周、1月、1年等不同时间维度。评价空间维度可以选择路口级、进口道级、流向级、车道级。本文件中提供的参考权重以日为评价周期，以路口为空间维度，在评价其他时间周期、空间维度可以根据实际情况做调整。

5.3.2 路口权重

十字路口、Y型路口、T型路口、环岛及五路交叉口等共用一套权重表，按日为评价时间维度，路口为评价空间维度的具体权重值见表3，使用过程中可根据实际情况酌情调整。

表 3 路口指标权重表

模块	权重	序号	指标名称	权重	评价时间周期	4级 [100, 90]	3级 (90, 75]	2级 (75, 60]	1级 (60, 0]
安全	38%	1	交叉口交通安全度	20%	日	[0, 0.01]	(0.01, 0.02]	(0.02, 0.03]	(0.03, 0.07]
		2	大型车比例	20%	日	[0%, 10%]	(10%, 25%]	(25%, 40%]	(40%, 100%]
		3	违章率（万车）	10%	日	[0, 300]	(300, 600]	(600, 900]	(900, 2100]
		4	事故总数	10%	日	[0, 0]	(0, 1]	(1, 2]	(2, 6]
		5	行人过街安全设施数量	20%	/	[20, 25]	[15, 20)	[10, 15)	[0, 10)
		6	交通事故识别速率	20%	/	[0, 1)	[1, 2)	[2, 3)	[3, 4)
效率	34%	7	拥堵指数	30%	日	[1, 1.5]	(1.5, 1.8]	(1.8, 2.0]	(2.0, 10]
		8	车均延误	20%	日	[0, 30]	(30, 45]	(45, 60]	(60, 120]
		9	最大排队时间指数	30%	日	[0, 0.8]	(0.8, 1.5]	(1.5, 2.1]	(2.1, 4.5]
		10	行人过街时长（占比绿灯时长）	20%	日	(0, 50%]	(50%, 100%]	(100%, 150%]	(150%, 200%]
		11	新能源汽车占比	35%	日	(80%, 100%]	(60%, 80%]	(40%, 60%]	(0, 40%]
		12	机动车路口通行平均污染物排放量	35%	日	(0, 10]	(10, 30]	(30, 70]	(70, +∞)
		13	机动车路口通行平均能耗	30%	日	(0, 0.5]	(0.5, 1.0]	(1.0, 1.5]	(1.5, +∞)
智能	17%	14	车路协同无线网络服务质量	20%	日	[100, 90]	(90, 75]	(75, 60]	(60, 0]
		15	车路协同应用服务次数	20%	日	[360, 480)	[240, 360)	[120, 240)	[0, 120)
		16	车路协同应用服务场景数	30%	/	[50, 60)	[29, 50)	[17, 29)	[0, 17)
		17	路口智能化管控措施	30%	/	[3, 4]	[2, 3)	[1, 2)	[0, 1)

T/ITS 0223.2-2023

中国智能交通产业联盟

标准

智能网联路口交通运行状态评价诊断治理系统 第2部分：评价指标与方法

T/ITS 0223.2-2023

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>

2023年7月第一版 2023年7月第一次印刷