

团 体 标 准

T/ITS XXX. 2—XXXX

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 management system based on
Intelligent and connected intersections Part 2 evaluation indicators and methods

(征求意见稿)

本稿完成日期：2022 年 12 月 6 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。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

前 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 基础数据要求	4
5 评价方法	5
6 评价指标	6

中国智能交通产业联盟

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 XXXXX《智能网联路口交通运行状态评价诊断治理系统》拟由三个部分构成。

——第1部分：总体要求；

——第2部分：评价指标与方法；

——第3部分：诊断治理及监控要求。

本文件为XX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：

本文件主要起草人：

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、评价方法。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开发、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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能网联路口 intelligent connected intersections

基于路口范围内搭载激光雷达、AI相机、边缘计算单元等路侧感知计算设备，通过AI引擎、数据引擎等进行数据提取及训练，实现路口的交通全要素感知、全过程监管、全方位服务，为路口交通运行监管和智能决策提供支撑，从而实现为路口范围内人、车等交通参与者提供综合一体化服务目标的新型交通体系。

3.2

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]

3.3

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]

3.4

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]

3.5

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]

3.6

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]

3.7

超速事件 speeding incident

车辆在道路上行驶，车辆瞬时速度大于某一设定值的交通事件。

3.8

变道事件 change lane incident

车辆在道路上行驶，存在连续变换车道或强行变道的交通事件。

3.9

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]

3.10

交叉口流量 intersection flow

交叉口流量包括：交叉口平均车流量，指某一交叉口在一段时间内平均通行的车流量；邻接交叉口车流量，指邻接交叉口在一段时间内的车流量之和；邻接交叉口驶入车流量，指某一交叉口邻接交叉口流入该交叉口的车流量。

4 基础数据要求

4.1 全量交通对象检测数据

全量交通对象检测数据包含如下：

- a) 全量交通对象包含未知可移动障碍物、未知不可移动障碍物、轿车、面包车、卡车、大巴车、自行车、摩托车、三轮车、行人、交通锥、猫、狗、三角警示牌等；
- b) 障碍物位置数据包括经度、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) 信号灯灯态包括红灯、黄灯、绿灯、黄闪和黑灯等；
- e) 剩余时间精度不小于1 s。

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3个维度的数据，支持评价诊断治理监控系统。

4.4.2 交通流量

交通量（自然量）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（当量）为交通量（自然量）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 ROI 范围内的车辆数（自然数），不包括待转区内车辆。

ROI 范围为停止线至停止线后至少 200 m 机动车车道线内区域，要求计数绿灯启亮时刻至多 1 s 内 ROI 范围内车辆数。

4.4.4 绿灯启亮时刻排队长度

某流向绿灯启亮时，该流向车辆在等待通过交叉口时形成的最大队列长度。若该流向包含多条车道，则取多条车道中的排队最大值作为该流向绿灯启亮时刻排队长度。

4.5 智能网联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 标准要求。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 标准要求，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、通信距离等。

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、环岛及五路交叉口。

5 评价方法

智能网联路口交通运行状态评价系统，采用“层次分析法”对需要评价的目标路口，按照安全、效率、绿色、智能化四个维度进行评价，再将安全、效率、绿色、智能化各自拆解成子目标进行评价分析。层次分析法是将决策问题按总目标、各层子目标、评价准则直至具体的备投方案的顺序分解为不同的层次结构，然后用求解判断矩阵特征向量的办法，求得每一层次各元素对上一层次某元素的优先权重，最后再加权和方法递阶归并各备择方案对总目标的最终权重。评价方法体系见图1。

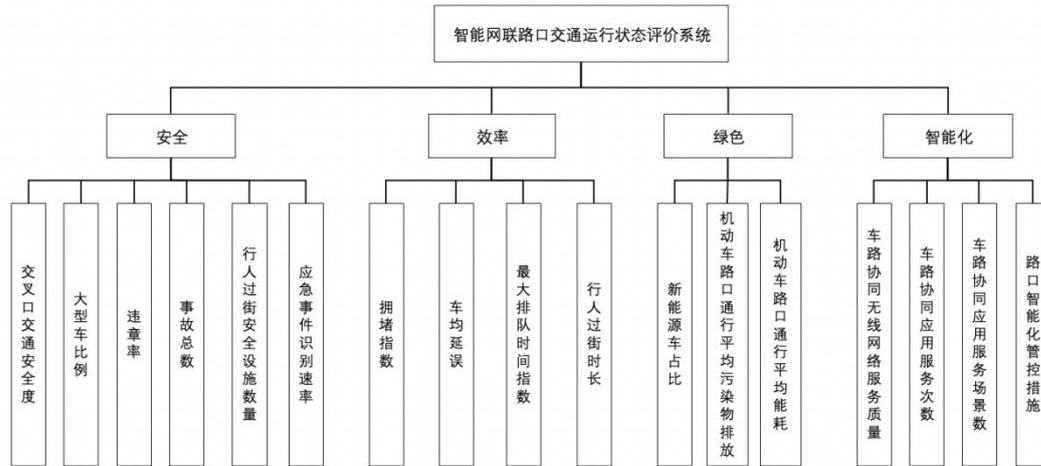


图1 评价指标体系

6 评价指标

6.1 指标权重

6.1.1 概述

围绕安全、效率、绿色、智能化的17项指标单位特性，基于目标路口所在城市一年历史数据，分别对每个指标制定四个级别的评价区间。在实际使用过程中，测算出各指标的具体数值后，按照所占评价区间的比例对应换算成百分制的分数。

在得到目标路口十七项指标的百分制分数后，根据专家意见，确定十七项指标权重，权重加和为一。评价周期可以选择5分钟、小时、日、周、月、年6种不同时间维度。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天为评价周期，以路口级为空间维度，在评价其他时间周期、更细空间颗粒度时可以根据实际情况酌情调整。

6.1.2 路口权重

根据专家意见，最终确定十字路口、Y型路口、T型路口、环岛及五路交叉口等共用一套权重表，按天为评价时间维度，路口为评价空间维度的具体权重值见表2，使用过程中可根据实际情况酌情调整。

表2 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	优 [100, 90]	良 (90, 75]	中 (75, 60]	差 (60, 0]
安全	0.38	1	交叉口交通安全度	0.10	天	[0, 0.01]	(0.01, 0.02]	(0.02, 0.03]	(0.03, 0.07]
		2	大型车比例	0.05	天	[0%, 10%]	(10%, 25%]	(25%, 40%]	(40%, 100%]
		3	违章率(万车)	0.07	天	[0, 300]	(300, 600]	(600, 900]	(900, 2100]
		4	事故总数	0.06	天	[0, 0]	(0, 1]	(1, 2]	(2, 6]
		5	行人过街安全设施数量	0.05	/	[20, 25)	[15, 20)	[10, 15)	[0, 10)
		6	交通事故识别速率	0.05	/	[0, 1)	[1, 2)	[2, 3)	[3, 4)
效率	0.34	7	拥堵指数	0.11	天	[1, 1.5]	(1.5, 1.8]	(1.8, 2.0]	(2.0, 10]

表 2 路口指标权重表 (续)

模块	权重	序号	指标名称	权重	评价时间周期	优 [100, 90]	良 (90, 75]	中 (75, 60]	差 (60, 0]
效率	0.34	8	车均延误	0.09	天	[0, 30]	(30, 45]	(45, 60]	(60, 120]
		9	最大排队时间指数	0.08	天	[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)	0.06	天	(0, 50%]	(50%, 100%]	(100%, 150%]]	(150%, 200%]]
绿色	0.11	11	新能源汽车占比	0.03	天	(80%, 100%]	(60%, 80%]	(40%, 60%]	(0, 40%]
		12	机动车路口通行平均污染物排放量	0.03	天	(0, 10]	(10, 30]	(30, 70]	(70, +∞)
		13	机动车路口通行平均能耗	0.03	天	(0, 0.5]	(0.5, 1.0]	(1.0, 1.5]	(1.5, +∞)
智能化	0.17	14	车路协同无线网络服务质量	0.06	天	[100, 90]	(90, 75]	(75, 60]	(60, 0]
		15	车路协同应用服务次数	0.04	天	[360, 480)	[240, 360)	[120, 240)	[0, 120)
		16	车路协同应用服务场景数	0.03	/	[50, 60)	[29, 50)	[17, 29)	[0, 17)
		17	路口智能化管控措施	0.04	/	[3, 4]	[2, 3)	[1, 2)	[0, 1)

6.2 计算方法

6.2.1 概述

评价方法应包含的 4 个维度 17 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 5 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。

6.2.2 安全

6.2.2.1 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。

严重交通冲突次数（单位为次/小时交叉口），冲突包括相会、超越、交错、追尾。严重冲突为车辆距离冲突点时距小于 1.5 s。

混合交通流量（单位为 MPCU/小时交叉口），混合流量是考虑机动车、非机动车、行人灯混合交通换算量。

6.2.2.2 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。

$$P_1 = \frac{N_1}{Q} \dots\dots\dots (1)$$

6.2.2.3 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。

$$P_2 = \frac{N_2}{Q} \dots\dots\dots (2)$$

6.2.2.4 事故总数

一段时间内，目标路口发生交通事故的总数(N)。

$$N = L_1 + L_2 + \dots + L_n \dots\dots\dots (3)$$

6.2.2.5 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。

6.2.2.6 应急事件识别速率

从发生紧急交通事件到系统识别所经过的时间，单位为 min。

6.2.3 效率

6.2.3.1 拥堵指数

车辆通过目标路口实际时间(T_2)与车辆畅通时通过此路段时(T_1)的比值。

$$P_3 = \frac{T_2}{T_1} \dots\dots\dots (4)$$

6.2.3.2 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。

$$P_4 = \frac{T}{Q} \dots\dots\dots (5)$$

6.2.3.3 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。

6.2.3.4 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路灯时长作为统计指标。

6.2.4 绿色

6.2.4.1 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。

$$P_5 = \frac{G}{Q} \dots\dots\dots (6)$$

6.2.4.2 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，单位是克。

$$E = \sum_i (P_i \times EF_i \times L_i \times 10^{-6}) / \sum_i P_i \dots\dots\dots (7)$$

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，单位为公里/辆。

注 1：气态污染物指一氧化碳 (CO)、碳氢化合物 (HC)、氮氧化物 (NO_x)。

注 2：颗粒物 (PM) 指温度不超过 325 K (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，介于路口场景下蒸发排放影响低，此处暂不讨论，具体评估方法参考《道路机动车排放清单编制技术指南》。

6.2.4.3 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。

$$D = \sum_i (P_i \times DF_i \times L_i \times 10^{-2}) / \sum_i P_i \dots\dots\dots (8)$$

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/百公里）；

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。

6.2.5 智能

6.2.5.1 车路协同无线网络服务质量

一段时间内，目标路口无线网络基于丢包率、时延、覆盖范围构成的服务质量指标（QoS）。无线网络服务质量权重见表3。

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3 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	优[100,90]	良(90,75]	中(75,60]	差(60,0]
1	丢包率(%)	30%	小时	[0,5%]	(5%,10%]	(10%,15%]	(15%,20%]
2	时延(ms)	35%	小时	[0,100]	(100,200]	(200,300]	(300,400]
3	覆盖范围(m)	35%	小时	[900,500]	(500,100]	(100,50]	(50,0]
4	无线网络服务质量	总和					

6.2.5.2 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。

6.2.5.3 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。

6.2.5.4 路口智能化管控措施

路口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。

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 XXXX.2-202X

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>

202x年x月第一版 202x年x月第一次印刷