

# T/ITS

## 中国智能交通产业联盟标准

T/ITS 0021-2015

---

### 协同交叉口交通信号提示与违规报警系统 性能要求和测试规程

**Cooperative intersection signal information and violation warning systems -  
(CIWS) Performance requirements and test procedures**

2015 - 11 - 23 发布

2016 - 01 - 01 实施

中国智能交通产业联盟 发布



# 目 次

目次 .....	I
前言 .....	II
引言 .....	III
协同交叉口交通信号提示与违规报警系统 性能要求和测试规程 .....	1
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
3.1 .....	1
停车距离 Stopping distance .....	1
3.2 .....	1
车辆速度 Speed of vehicle .....	1
3.3 .....	1
距交叉口停止线的时间 Time to arrive at stop line of intersection TTAI.....	1
3.4 .....	2
交通信号相位 Traffic signal phase .....	2
3.5 .....	2
停止线 Stop line .....	2
3.6 .....	2
路侧设备 Road side equipment, RSE .....	2
3.7 .....	2
车载设备 On-board equipment, OBE .....	2
3.8 符号.....	2
4 功能与要求 .....	3
4.1 系统结构与分类 .....	3
4.2 系统状态 .....	3
4.3 转换标准 .....	5
4.4 功能需求 .....	5
4.5 系统性能 .....	6
5 性能测试方法 .....	8
5.1 测试车辆 .....	8
5.2 测试场地 .....	8
5.3 测试规程 .....	8

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国智能交通产业联盟提出并归口。

本标准于2015年11月首次发布。

本标准起草单位：清华大学、国家智能交通系统工程技术研究中心、北京航空航天大学。

本标准主要起草人：王建强、李克强、焦伟赟、王云鹏、边永刚、秦洪懋、胡满江、徐彪、王迪、秦晓辉。

## 引 言

为使交叉口交通信号提示与违规报警能够按统一的标准进行说明和描述，特制定本标准。

目前，车车/车路通信技术日趋成熟，世界范围内的智能交通系统厂商都已开始部署协同交叉口交通信号提示与违规报警系统并将之产品化，这一系统已开始逐步进入市场。国际标准化组织发布了 ISO/DIS 26684 2013 智能交通系统—协同交叉口交通信号提示与违规报警系统（CIWS）—性能要求与测试规程（Intelligent transport systems — Cooperative intersection signal information and violation warning systems (CIWS) — Performance requirements and test procedures）。本标准采用了以上国际标准中的内容，并对部分技术参数进行了修改，阐述了协同交叉口交通信号提示与违规报警系统的基本性能要求和测试规程，所规定的性能要求及测试规程适用于中国道路交通环境的协同交叉口交通信号提示与违规报警系统，可以作为其他更先进产品标准的基础。

为了保持标准的适用性与可操作性，各使用者在采标过程中，及时将对本标准规范的意见及建议函告清华大学汽车工程系，以便修订时参阅。地址：北京市海淀区清华园 1 号，邮编：100084，邮箱：wjqlws@tsinghua.edu.cn。



# 协同交叉口交通信号提示与违规报警系统 性能要求和测试规程

## 1 范围

本标准规定了协同交叉口交通信号提示与违规报警系统（CIWS）的性能要求和测试规程，该系统通过提供信号灯相位信息和（或）警告驾驶员即将违反交叉口信号灯等方式，旨在提供一种能够降低在信号控制交叉口发生碰撞事故的可能性和严重程度的车路协同系统。

本标准适用于具备车路通信功能的车辆和信号交叉口，且车辆处于接近信号控制交叉口的过程中。

注：车辆的安全驾驶责任仍为驾驶人本人。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件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文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ISO/DIS 26684:2013 智能交通系统—协同交叉口交通信号提示与违规报警系统（CIWS）—性能要求与测试规程（Intelligent transport systems — Cooperative intersection signal information and violation warning systems (CIWS) — Performance requirements and test procedures）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**停车距离 Stopping distance**

车辆以车速 $v$ 行驶，从驾驶员接到CIWS报警，直到车辆完全停止的过程中，其所行驶的距离为 $X_v$ 。此距离包括驾驶员感知和反应时间中车辆所行驶的距离。

Distance travelled by a vehicle with the speed of  $v$  from the time the driver receives CIWS warning, until the vehicle comes to a complete stop,  $X_v$ . This includes the distance travelled during the driver perception and reaction time.

### 3.2

**车辆速度 Speed of vehicle**

自车速度为 $v$ 。Speed of the subject vehicle,  $v$

自车速度为 $v$ 。Speed of the subject vehicle,  $v$

### 3.3

**距交叉口停止线的时间 Time to arrive at stop line of intersection TTAI**

车辆以速度 $v$ 从其当前位置驶向交叉路口，经过距离 $X$ 到达停止线所需的时间。

Time needed for a vehicle approaching the intersection at a speed of  $v$  to traverse a distance  $X$  from its from its current location to the stop line.

$$TTAL = \frac{X}{v}$$

### 3.4

#### 交通信号相位 Traffic signal phase

在信号控制交叉口,对各种进口道不同方向所显示的不同灯色(绿灯、黄灯和红灯)及其时间间隔的组合。

The green, yellow, and red intervals within a cycle that are assigned to an independent traffic movement or combination of movements.

### 3.5

#### 停止线 Stop line

垂直于车道、用来指示预期的或要求的停车位置的路面标线。

A pavement marking line extending across approach lanes to indicate the point at which a stop is intended or required to be made.

### 3.6

#### 路侧设备 Road side equipment, RSE

一种路侧装置,可以将交通信号信息提供给接近的自车,且能支持确定车辆位置和航向的确定。

A roadside device that can supply traffic signal information to the approaching subject vehicle and may also support determination of vehicle position and heading .

### 3.7

#### 车载设备 On-board equipment, OBE

一种车载装置,基于从路侧设备和车辆所接收到的信息,为驾驶员提供信息和(或)报警。

A in-vehicle equipment that can provide drivers with information and/or warnings based on the information received from the RSE and the vehicle.

### 3.8 符号

$X$  车辆从当前位置到停止线的行驶距离( $m$ )

$X_v$  停车距离( $m$ )

$$X_v = t_{PRT} * v + \frac{v^2}{2d}$$

$X_{AL}$  从路侧设备下载信息的位置( $m$ )

$$X_{AL} = v_{Design} * t_D + \frac{v_{Design}^2}{2d}$$

$V_{Design}$  基于 CIWS 的目的而假定的车辆最高速度( $m/s$ )

$$t_D = t_{PRT} + t_{OBE} + t_{RSE}$$

$t_{PRT}$  驾驶员的感知-反应时间(PRT)

$t_{OBE}$  从车载设备接收到路侧设备的信息到其显示报警之间的时间

$t_{RSE}$	从路侧设备接收到信号状态信息到其广播该信息之间的时间
$v$	来车速度(m/s)
$d$	基于 CIWS 的目的而假定的自车停止在水平路面过程的减速度( $m/s^2$ )
$G$	绿灯持续时间(s)
$G_r$	剩余绿灯时间(s)
$Y$	黄灯持续时间(s)

## 4 功能与要求

### 4.1 系统结构与分类

#### 4.1.1 系统结构

系统结构如图1所示。

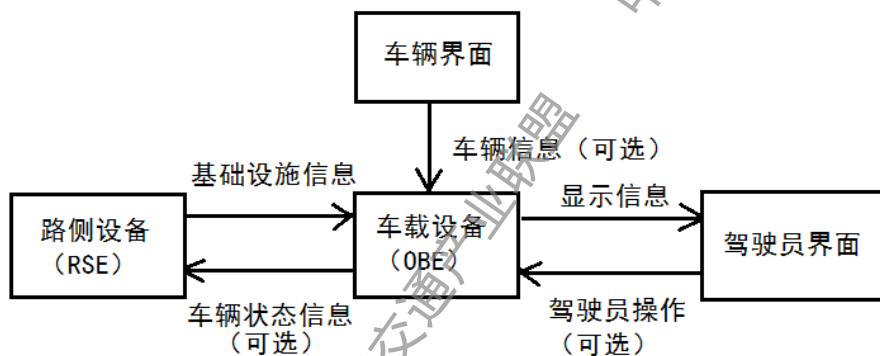


图1 系统结构

#### 4.1.2 应用分类

为了能够通过提高驾驶员在信号交叉口避免碰撞的可能性，从而降低碰撞伤害、财产损失和死亡的可能性，CIWS的应用归类为三种类型，见表1。

I类系统的目的是提供交通信号的当前相位信息，从而提高驾驶员的信号状态意识。

II类系统的目的是为驾驶员提供车内预警，从而减少驾驶员信号违规的可能性。

III类系统服务于未来可能的自动制动控制等功能，从而减少由于驾驶员疏忽而引起的闯红灯违规。

表1 CIWS 应用分类

类别	功能	目标	驾驶员支持	基础设施信息	车辆信息	适用范围
I	信息通知	提供信息	交通信号当前状态	所在方向信号相位（绿、黄、红）	行驶方向	当前适用
			信号变更时间	所在方向信号相位	行驶方向	未来发布
II	报警	避免违规	信号变更或信号违规报警	所在方向信号相位	行驶方向，位置、速度、TTAI	当前适用
III	控制	避免违规	辅助制动或自动停车	所在方向信号相位	行驶方向，位置、速度、TTAI	未来发布

### 4.2 系统状态

4.2.1 CIWS 状态表

CIWS应至少根据如图2和图3所示的状态图操作。

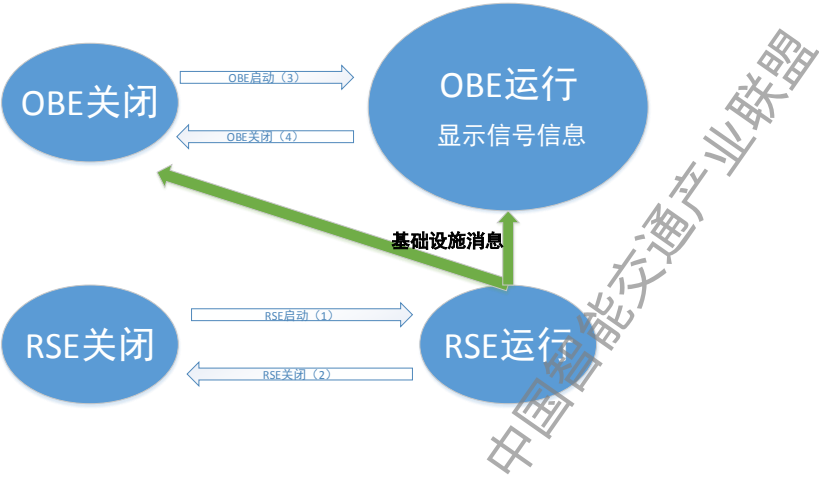


图2 CIWS 系统状态表-I 类系统报警

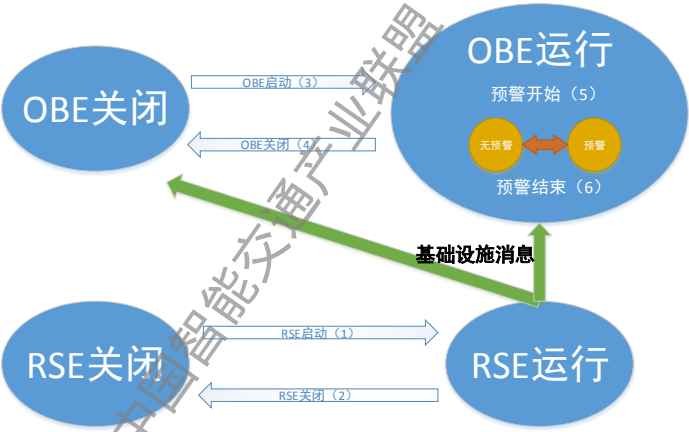


图3 CIWS 系统状态表-II 类系统报警

4.2.2 CIWS 状态

4.2.2.1 路侧设备停止

路侧设备处于停用时的状态。

4.2.2.2 路侧设备运行

路侧设备活跃且将信号相位等信息发送给车载设备的状态。

4.2.2.3 车载设备停止

车载设备停用时的状态

4.2.2.4 车载设备运行

车载设备活跃时的状态，（1）信息提供的条件满足，且系统可为驾驶员提供信息通知（I类系统），或者（2）报警的条件满足，且系统能够为驾驶员报警（II类系统）。

(1) 报警状态:报警条件满足的状态。在该状态下,报警信号被发送给HMI,并由依据其他报警来仲裁优先级。

(2) 无报警状态:报警条件不满足,系统不应给驾驶员报警的状态。

### 4.3 转换标准

#### 4.3.1 路侧设备开始

当路侧设备操作员或者自动系统将路侧设备打开时,其即被激活。

#### 4.3.2 路侧设备关闭

当路侧设备操作员或者自动系统由于故障或者维护等原因而将路侧设备关闭来中断系统时,其即被取消激活。

#### 4.3.3 车载设备开始

当附件或者点火开关被打开时,车载设备被激活。在配有可选ON/OFF开关模式中,当开关被打开时,车载设备被激活。

当故障阶段结束时,车载设备将转换为激活状态。

#### 4.3.4 车载设备关闭

当附件或者开关被关断或者在故障期间内,车载设备被取消激活。在配有可选ON/OFF开关模式中,当开关被关断时,车载设备被取消激活。

#### 4.3.5 II类系统标准(5):报警

对于II类系统的报警,当经过某区域或时间,由于接收到路侧设备信息而需要报警时,应给予报警。报警决策取决于5.5.3指出的标准。

#### 4.3.6 II类系统标准(6):停止报警

当经过停止线或者报警条件不再满足后,报警应当被停止,例如车辆已经减速因而不处于违规危险状态。

### 4.4 功能需求

#### 4.4.1 车载设备

(1) 方向角探测:车辆的行驶方向应当通过使用地点探测功能来获取,如全球导航卫星系统(GNSS),或北斗卫星导航系统(BeiDou Navigation Satellite System, BDS),或路侧设备提供的信息。

方向角精度问题需进一步分析,应剔除粗糙数据,可参考GPS方式。

(2) 位置探测:车辆的位置应当通过使用地点探测功能获取,如全球导航卫星系统GNSS,或者北斗卫星导航系统BDS,或者路侧设备提供的信息。

方向角精度问题需进一步分析,应剔除粗糙数据,可参考GPS方式。

(3) 速度探测:车辆的速度应通过车载传感器获取。

(4) 交通信号信息识别:车辆行驶方向的交通信号的状态信息应当能从由路侧设备所接收到的信息中识别。

(5) 报警必要性和报警内容的判断:发布报警以及预警内容的决策,应当基于对当目标车辆抵达交叉口时的信号状态的估测和目标车辆的位置和速度(II类系统)。

(6) 报警触发时机:触发报警的时机和位置应当考虑驾驶员的感知和反应时间。

(7) 报警终止时机:由于驾驶员的操作,车辆位置,车辆速度,交通信号状态的改变等,或者当事先确定的报警输出时间结束,诸如此类原因导致报警被判断为非必要时,报警应当终止。

(8) HMI界面需求:HMI界面需正确且适宜地显示报警内容。报警方式中,视觉、听觉方式的报警特征见表2。

表2 报警特征

报警类型	视觉报警	听觉报警
碰撞报警	颜色: 红色 位置: 主视方向 亮度: 高亮 间歇: 建议使用短间隔式间歇	音量: 应高于车内其它所有听觉报警 音调: 应容易听到且与车内其它不相关的报警容易区分 间歇: 建议使用短间隔式间歇
预备碰撞报警	颜色: 黄色或者黄褐色 亮度: 日间足够亮, 夜晚不刺眼 间歇: 持续报警或长间隔式间歇	音量: 应超过背景杂音 音调: 应不使人厌烦 间歇: 持续报警, 长间隔式间歇或单一声音

应提供可清楚反映系统工作状态的指示。①系统工作状态指示: 应提供告知驾驶人系统工作的指示(如带指示灯的电源开关); ②系统故障指示: 应提供告知驾驶人系统故障的指示(如仪表板上的故障指示), 应通过用户手册或警告标签等适当方式告知驾驶人系统局限性。

(9) 通信需求:明确设备测试时应达到的周期要求、延时要求、通信数据包内容及标准格式等,明确交通灯相位信息在报文中的呈现形式。

#### 4.4.2 路侧设备

路侧设备应依据系统所使用的通信连接类型安装在交叉口区域。路侧设备应当与交叉口信号控制机连接,从而可以从控制机获取信号配时和相位状态。

(1) 数据集:数据集的分辨率精确度应当足够确保系统的性能;比如(I类系统)各个方向的信号相位和(II类系统)停止线位置,各个方向的信号相位,信号相位的剩余时间,以及下一个信号相位。

(2) 通信范围:路侧设备与以设定速度行驶的车辆间应有足够保证系统性能的通信范围。

(3) 通信延迟:信息应当在足够保证车载设备和路侧设备性能的最大允许延迟时间内输出,如 $t_{OBE}$ 为100 msec,  $t_{RSE}$ 为100 msec。

### 4.5 系统性能

#### 4.5.1 系统功能

CIWS中的车载设备使用路侧设备传输的信息来决策是否应当给予报警或信息通知。传输的信息包括交通信号相位和(或)配时,以及交通信号停止位置或距离信息。

路侧设备将周期性广播无线消息,用以识别交通信号和它的准确位置。消息将指示出当前的信号相位和与信息相一致的行驶方向。消息也会指示出交通信号的下一相位和距离相位切换的时间。

车载设备将从路侧设备接收无线信息,并执行计算,进而确定是否需要发出报警或者提示信息通知。车载设备将会协同交通信号灯位置、相位和(或)配时信息,来显示信号信息或者利用车辆位置、前进方向、速度和加速度等相关信息,来估算进入交叉口时违背交通信号相位的可能性。计算过程也会利用嵌入在路侧设备所发送的交通信号信息中的或者通过其他来源得到的道路状况等相关信息来调整决策算法。

#### 4.5.2 信息提供

(1) 对驾驶员的信息提供:该系统利用多种方式向驾驶员提供信息。然而,本标准注重于路侧设备给驾驶员提供当前交通信号状态(I类系统)或者报警信号(II类系统)的消息。

(2) 故障指示:如果路侧设备检测出系统故障,驾驶员应当被告知该系统已无法提供信息通知。

#### 4.5.3 信号违规报警阈值

当车辆接近交叉路口时,基于GNSS/BDS数据和(或)从路侧设备获得的车辆位置信息的激活条件满足,车载设备依据激活条件被激活,此时车辆与交叉口的距离为 $X_v$ 。此时,车辆从 $X_v$ 距离处到达交叉路口的时间(TTAI)可以由如下所示的距离和车速的函数来确定:

$$TTAL = \frac{X}{v_v}$$

在这种情况下,是否需要提供报警可以通过比较下表所示的车辆靠近交叉口时的剩余绿灯时间来决定。

考虑车辆位置或状态,进而判断不需要报警时,任何报警都应终止。

表3 由 TTAL 确定的 OBE 警报动作情况

时间条件	II类系统	信息内容
$TTAL < G_r$	不报警	前方绿灯
$G_r < TTAL < G_r + Y$	信号违规警报	信号变化-注意和(或)减速
$TTAL > G_r + Y$	信号违规警报	红灯亮起-停车

当路侧设备使用点通信媒体时,路侧设备信息无法连续获取。因此,有两种可能的系统配置。

(1) 车载设备在接近交叉路口时皆可激活:车载设备估算从自车通过路侧设备的时刻开始所经历的时间,并更新剩余绿灯时间和TTAI。在这种情况下,当车辆靠近交叉口时,可以通过比较TTAI和表2所示的阈值,进而决定是否需要报警。考虑车辆位置或状态,进而判断不需要报警时,任何报警都应终止。

(2) 该系统应被安装在信号控制激活,亦即信号可变控制尚未被应用的交叉口。

(3) 车载设备到达路侧设备位置时即可激活:当自车通过距离路侧设备 $X_{AL}$ 位置处,其利用无线通信从路侧设备下载信息,此时车载设备即被初始化。当自车接近交叉路口时,如果考虑绿灯时间周期为G秒钟,那么报警阈值则确定为黄灯信号开启前,亦即绿灯信号结束前的 $G-t_1$ 秒。这样,当目标车辆以速度 $v$ 驶向交叉口时,那么在其到达交叉口前,其有充足的时间用于减速制动,直至安全地地停止停车。对于处于应当提供报警的位置处的目标车辆,报警阈值由车辆速度的函数来确定。

$$t_1 = G - \frac{X_{AL}}{v}$$

当车辆在确定时间 $t$ 时刻以车速 $v$ 驶向距离交叉口为 $X_{AL}$ 的距离范围内时,提供报警的激活条件如下表所示。

考虑车辆位置/状态,进而判断不需要报警时,任何报警都应终止。

表4 到达下个信号灯时间确定的 OBE 警报动作情况

距离为 $X_{AL}$ 时的时间 $t$	II类系统	信息含义
$t_1 < t \leq t_y$	信号违规报警	信号变化-注意

表 4 到达下个信号灯时间确定的 OBE 警报动作情况（续）

距离为 $X_{AL}$ 时的时间 $t$	II类系统	信息含义
$t_y < t \leq t_2$	信号违规报警	信号变化-停车
$t_2 < t \leq t_3$	信号违规报警	红灯亮起-停车

$t_0$ : 绿灯信号被初始化时的时间（当每个绿灯相位开始时， $t_0$ 应被设置为0.0s）

$t_1$ : 当报警激活条件满足时的时间

$t_y$ : 黄灯信号被初始化时的时间

$t_2$ : 红灯信号被初始化时的时间

$t_3$ : 当红灯信号切断，且下一绿灯信号被初始化时的时间

## 5 性能测试方法

### 5.1 测试车辆

测试车辆应装有记录设备，将CIWS的输出记录为时间和车辆位置的函数。

### 5.2 测试场地

#### 5.2.1 环境条件

- 测试交叉口应处于平坦、干燥的柏油或者水泥路面道路；
- 温度应为-20℃~40℃；
- 水平能见度应大于1km；
- 测试可在日光条件下进行。

#### 5.2.2 几何条件

测试场地应处于信号控制交叉口，不应处于公共道路。

注：测试场地为专用场地，可预设信号配时，报文内容、通信能力及道路条件。

#### 5.2.3 仅在 $X_{AL}$ 范围内才能提供通信的系统的路侧设备位置

如果CIWS系统具有报警功能，那么车辆从路侧设备下载信息的位置到交叉口之间，应提供充足的距离，使得驾驶员可以在不需考虑行驶速度的条件下做出安全的停车决策。为此，CIWS的最大速度值 $V_{Design}$ 确定方式如下，适用于以车辆允许速度可达的信息接收最小距离范围内。

$$X_{AL} = v_{Design} * t_D + \frac{v_{Design}^2}{2d}$$

其中， $t_D = t_{PRT} + t_{OBE} + t_{RSE}$ 。

### 5.3 测试规程

以下部分描述了信号通知和违规报警系统的最低测试需求（I类系统和II类系统）。

#### 5.3.1 测试方法

示例,在以下参数被给定时, $X_{AL}$ 计算值为125m; $v_{Design} = 90 \text{ km/h}$  (25 m/sec),  $d = 3.1 \text{ m/sec}^2$ ,  $t_D = 1.0 \text{ sec}$ ,  $t_D$ 为路侧设备显示信息的最小延迟时间与驾驶员感知-反应时间的加和。

注:建议加入包括方向角、位置、通信能力等在内的基础性能测试,并提出明确指标要求。

### 6.3.1.1 报警测试

(1) 依据目标车辆接近速度设定报警阈值:本测试的目的是为检查以下内容:车内CIWS系统可以为I类系统提供信息通知,而当自车接近交叉路口需要报警时,可为II类系统提供报警。测试应按如下方式执行。

自车应以稳定车速 $v$  ( $v < v_{Design}$ ) 行驶于测试场地。报警阈值应按5.5.3描述进行设置。

例如,如果目标车辆以65km/h (18m/s) 的速度接近交叉路口,绿灯相位时间为30.0s,那么报警阈值 $t_1$ 即为当绿灯信号开始时刻( $t_0$ )后的23.0s。

(2) 基于位置的报警发布:此情况下,当自车以车速 $v$ 在确定时间 $t$ 驶向交叉口,到达 $X_{AL}$ 距离范围内时,系统应依据表3中所示的提供的报警类型信息的激活条件发布报警。

(3) 基于TTAI的报警发布:当自车接近交叉路口时,其到达交叉口的时间(TTAI)会依据车辆的位置 $X_v$ 而被不断地更新。此时,基于TTAI的 $X_v$ 以及车辆速度的函数的激活条件(如表2所示),系统应当发布报警。

### 6.3.1.2 测试运行

测试时应当依据所设定的自车接近速度而进行多次重复试验。三个速度值的设定如表5所示。

表5 依据自车速度的测试运行

自车车速	I类系统: 信息通知	II类系统: 报警
$v = v_{Design}$	1次尝试(通过或失败)	2轮: 一种报警激活情况, 一种未激活情况(通过或失败)
$v = v_{Design} - 15 \text{ km/h}$	1次尝试(通过或失败)	2轮: 一种报警激活情况, 一种未激活情况(通过或失败)
$v = v_{Design} - 30 \text{ km/h}$	1次尝试(通过或失败)	2轮: 一种报警激活情况, 一种未激活情况(通过或失败)



中国智能交通产业联盟标准  
**协同交叉口交通信号提示与违规报警系统**  
**性能要求和测试规程**  
T/ITS 0021-2015

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>

2015 年 11 月第一版 2015 年 11 月第一次印刷