

CITS

团 体 标 准

T/CITS 563—2025

车联网 基于视频分析的驾驶员状态预警系统技术规范

Vehicle networking—Technical specifications of driver state warning system based on video analysis

2025-08-15 发布

2025-08-15 实施

中国检验检测学会 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 一般要求	2
4.1 系统构架	2
4.2 传感器要求	3
4.3 隐私要求	3
5 技术要求	3
5.1 驾驶员状态预警系统自检	3
5.2 驾驶员状态预警系统运行条件	3
5.3 自动激活与停用	3
5.4 手动开启与关闭	3
5.5 驾驶员身份验证	4
5.6 驾驶员疲劳监测	4
5.7 驾驶员分心监测	4
5.8 系统人机交互功能	6
5.9 车联网平台要求	7
6 试验方法	8
6.1 试验环境	8
6.2 试验人员	8
6.3 身份验证测试	9
6.4 疲劳测试	9
6.5 分心测试	10
6.6 协同测试	10
参考文献	12

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。

本文件由中国汽车工程研究院股份有限公司提出。

本文件由中国检验检测学会归口。

本文件起草单位：中国汽车工程研究院股份有限公司、通标伟业（北京）标准化技术研究院、交通运输部公路科学研究院、中汽院新能源科技有限公司、北京列伯实验室技术交流中心、北京算丰征途科技有限公司、北京实安科技有限公司、东南大学、广西职业技术学院、湖北大学网络空间安全学院、湖北汽车工业学院、吉林交通职业技术学院、辽宁理工学院、宁夏大学、宁夏交通职业技术学院（宁夏交通技师学院）、天津交通职业学院、新疆交通职业技术学院。

本文件主要起草人：刘延、苏梦月、刘万阳、胡玮明、胡锦超、徐启敏、刘璐、董轩、周金应、伍泽、杨佩佩、李瑞洁、杨迢迢、任春晓、戴其全、李天敏、穆红、宁斌、何鹏、陈宇峰、高飞、于文泰、庄林彬、林泉、苟春梅。

车联网 基于视频分析的驾驶员状态预警系统技术规范

1 范围

本文件规定了基于视频分析的驾驶员状态预警系统（以下简称“系统”）的一般要求、技术要求和试验方法。

本文件适用于车联网监管的安装有系统的Ⅲ类和Ⅳ类车辆。其他具有相同功能的系统可参照执行。

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 35678—2017 公共安全 人脸识别应用 图像技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

驾驶员状态预警系统 driver state warning system

实时监测驾驶员面部特征、行为状态及环境因素，识别疲劳、分心、危险动作等异常驾驶行为，并在确认异常驾驶行为时主动预警的电子系统。

[来源：GB/T 41797—2022 3.1，有修改]

3.2

车联网平台 connected vehicle platform

基于云端的管理系统，接收并分析车辆实时数据，支持远程监管与风险预警，具备数据存储、异常事件追溯。

3.3

疲劳监测 fatigue monitoring

监测驾驶员眼睑闭合时间占比、眨眼频率、头部运动轨迹等生物特征，结合驾驶时长与环境参数，判断驾驶员是否处于疲劳状态的功能。

3.4

分心监测 distraction monitoring

监测驾驶员视线偏离正前方、注意力分散行为的功能，如频繁转头、操作手机、与乘客交谈等。

3.5

身份验证 authentication

通过面部特征比对匹配，确认驾驶员身份的功能。

3.6

卡罗林斯卡心理量表 karolinska sleepiness scale; KSS

一种用于主观评估个体嗜睡程度的工具，用于反映其个体的嗜睡程度具备从“极度警醒”到“非常困倦，需要极大的努力保持清醒”的9个等级。

4 一般要求

4.1 系统构架

4.1.1 概述

车联网监控下的基于视频分析的驾驶员状态预警系统主要应用于公共运输、园区物流等综合性管理场景，由驾驶员状态预警系统与车联网平台共同组成，驾驶员状态预警系统监测车舱内驾驶员的危险行为、疲劳、分心的状态，车联网平台实时远程监管异常保障车辆正常运行，系统构架见图1。

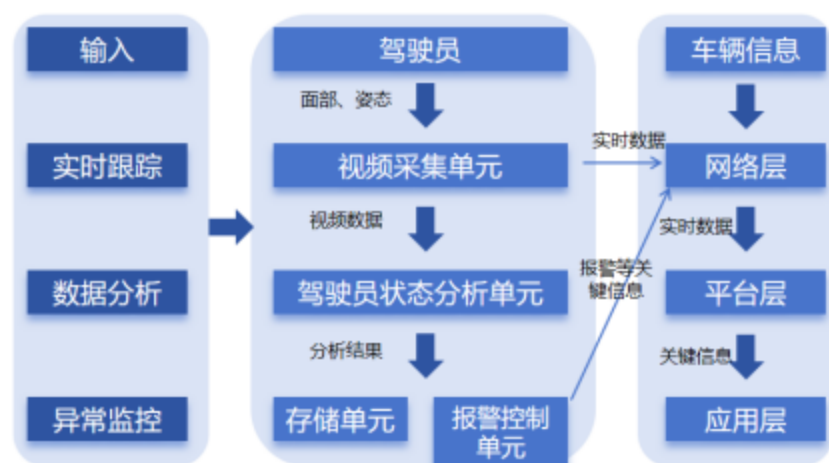


图1 系统架构

4.1.2 驾驶员状态预警系统

4.1.2.1 视频采集单元：采集驾驶员信息的视频流。

4.1.2.2 驾驶员状态分析单元：从驾驶员视频流抓取面部信息用于身份注册与数据比对以完成驾驶员身份验证、疲劳、分心状态监测。

4.1.2.3 报警控制单元：判断驾驶员驾驶状态是否达报警条件，若满足则按报警优先级控制报警器报警。

4.1.2.4 视频存储单元：存储驾驶员状态监测过程中失败及异常状态视频。

4.1.3 车联网平台

4.1.3.1 网络层：传输视频数据至平台层，数据能够快速、稳定地在车与平台间流转。

4.1.3.2 平台层：对接收到的海量驾驶员状态数据、车辆行驶数据等进行实时处理与分析，对数据进行清洗、分类、关联分析等操作，提取相关信息发送至应用层。

4.1.3.3 应用层：将处理的数据实时展现至平台界面，为管理者提供实时监测动态数据、异常状态预警、远程故障诊断等应用服务。

4.2 传感器要求

4.2.1 应至少布置 1 个视频采集传感器安装至驾舱内，能清晰捕捉驾驶员面部及姿态特征，不被方向盘或杂物遮挡。

4.2.2 传感器应为红外线成像功能或可见光成像功能的摄像头，摄像头分辨率至少 720 p，补光灯功率 2 W 以上，成像清晰稳定，对车内场景的光线变化表现鲁棒性。

4.2.3 传感器应采集至少驾驶员面部三角区（眉心-鼻尖-下颌）完整区域及胸部以上肢体区域，面部关键点检测误差应不大于 3 mm。

4.3 隐私要求

系统具备生物特征识别功能，应具备必要的隐私保护安全性要求，应将用户的使用信息、身份特征等必要信息进行加密处理，同时未向用户明示或未经用户同意不应擅自修改用户数据。

5 技术要求

5.1 驾驶员状态预警系统自检

系统应在通电后进行自检且至少具备以下自检功能：

- a) 检查相关电气部件是否正常运行；
- b) 检查相关传感元件是否正常运行。

5.2 驾驶员状态预警系统运行条件

5.2.1 系统应有效运行，系统在车辆启动后自动开启并进入待机状态；

5.2.2 系统应至少在 20 km/h 时自动监控驾驶员状态，车辆制造商或车辆管理商可自行设置最低激活速度。

5.2.3 系统开启后 1 min 内自动校准传感器。

5.3 自动激活与停用

5.3.1 系统满足激活条件后由待机状态切换至激活状态，激活条件至少为下列方式之一：

- a) 直接激活：系统成功完成驾驶员身份认证后，由待机状态后自动进入激活状态；
- b) 最低速度激活：车辆速度达到系统设计的最低激活车速时系统自动激活。

5.3.2 系统应在车辆制造商规定的条件下停用，或停用条件满足为下列方式之一，一旦导致停用的条件不存在，系统应自动激活：

- a) 当达到车联网平台对驾驶员状态预警系统的控制限定阈值时，系统自动停用；
- b) 当车辆接管驾驶员进行横向和纵向的操作时，系统自动停用；
- c) 当其余系统完全接管整个驾驶动态任务时，系统自动停用。

5.4 手动开启与关闭

5.4.1 系统应具备驾驶员主动开启和关闭的功能。

5.4.2 当驾驶员主动关闭系统后，系统应主动将信息传达至车联网平台并在车辆的人机交互界面及车联网平台应用层显示持续的视觉报警，直至驾驶员主动开启系统或车联网平台控制车辆开启系统。

5.5 驾驶员身份验证

5.5.1 驾驶员状态预警系统应在驾驶员入座后立即进行身份验证，若驾驶员不在数据库中，系统保存驾驶员目标图片到视频存储单元，并引导驾驶员完成注册与验证流程。

5.5.2 身份验证应筛选出符合要求的人脸图像用于身份验证。人脸图像质量应符合 GB/T 35678—2017 中第 4 章的要求。人脸图像质量影响因素包括人脸图像像素、头部姿态、人脸遮挡程度、环境复杂度、光照变化、化妆装饰品等。

5.6 驾驶员疲劳监测

5.6.1 系统应在激活后实时监测驾驶员的面部状态（眼部特征及嘴部特征），当驾驶员出现疲劳状态时，系统应发出报警。

5.6.2 系统应按照卡罗林斯卡嗜睡量表（KSS），见表 1 对驾驶员的疲劳状态分级评定，在驾驶员疲劳状态达到 8 级及以上时必须发出警告，在 7 级时也可以发出警告。

表 1 卡罗林斯卡嗜睡量表（KSS）

评级	描述
1	极度警醒 (Extremely alert)
2	非常警醒 (Very alert)
3	警醒 (Alert)
4	比较警醒 (Rather alert)
5	不太警醒但也无困意 (Neither alert nor sleepy)
6	有一些困意倾向 (Some signs of sleepiness)
7	有困意，但是不需要努力保持清醒 (Sleepy, but no effort to keep alert)
8	有困意，且需要一定的努力保持清醒 (Sleepy, some effort to keep alert)
9	非常困倦，需要极大的努力保持清醒 (Very sleepy, great effort to keep alert, fighting sleep)

5.7 驾驶员分心监测

5.7.1 系统应在系统激活后实时监测驾驶员的视线及姿态，当驾驶员出现分心状态时，系统应发出报警。

5.7.2 驾驶员的视线从眼参考点起（基于 SAE J941 确认眼参考点），根据驾驶员在驾驶舱的使用功能将驾驶舱划分为 3 个区域，分别是：

a) 区域 1：

指驾驶员正常驾驶时的主要视野范围的区域，区域 1 以外的区域包含车辆中车顶区域与以驾驶员眼睛参考点为中心至少向左 -55° 、至少向右 $+55^{\circ}$ 的两个垂直平面外的区域，具体见图 2。

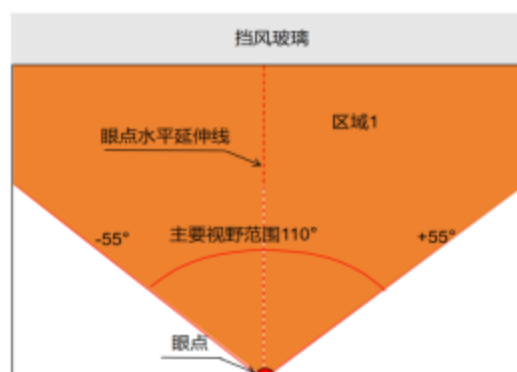


图2 驾舱区域1

b) 区域 2:

指驾驶员获取道路信息的核心区域,包含从眼睛参考点出发以挡风玻璃边缘为基准,向外扩展 10° 区域,具体见图 3。

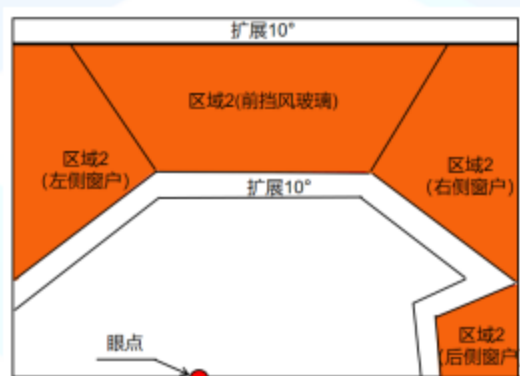


图3 驾舱区域2

c) 区域 3:

指驾驶员可能产生分心的典型区域,包含从眼睛参考点出发向下 30° 平面以下的区域,默认排除与区域 1、区域 2 的重叠部分,包括驾驶员膝盖以下、中控台下方、副驾驶脚部空间等,具体见图 4。

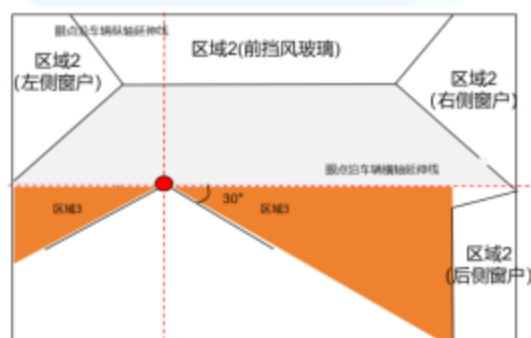


图4 驾舱区域3

5.7.3 根据驾驶员处于分心状态的持续时间及行为表现，将分心状态划分为短时间视觉注意力分散、长时间视觉注意力分散和危险驾驶三种状态，分心状态的表现见表 2。

表 2 驾驶员分心状态表现表

分心状态	驾驶员表现	持续时间
短时间视觉注意力分散	- 视线/头部偏离查看区域 1 以外的区域 - 视线/头部偏离查看区域 3	动作累积时长 10 s 以上
长时间视觉注意力分散	- 视线/头部偏离查看区域 1 以外的区域 - 视线/头部偏离查看区域 2 侧窗 - 视线/头部偏离查看区域 3	车速 20 km/h~50 km/h，动作持续 6 s 以上 车速 50 km/h 以上，动作持续 3.5 s 以上
危险驾驶	- 抽烟 - 打电话 - 身体偏离正常驾驶位置向区域 3 靠近	车速 20 km/h 以上，动作持续 3 s 以上

5.8 系统人机交互功能

5.8.1 系统应在触发疲劳监测和分心监测预警条件时发出视觉及听觉报警，在触发身份验证预警条件时发出视觉报警，直至达到条件后停止报警：

- 直至驾驶员踩踏制动踏板减速；
- 直至车联网平台关闭系统或接管车辆。

5.8.2 警告通用要求

5.8.2.1 视觉警告应出现在人机交互界面（human-machine interface, HMI），确认警告提醒，界面易于查看的位置，且与其他标识位置冲突，在白天和夜晚清晰可见，警告类型要求见表 3。

5.8.2.2 视觉警告应是持续稳定或闪烁的图标或文本。

5.8.2.3 视觉警告的标识与背景不应是以下颜色组合：红色/绿色、黄色/蓝色、黄色/红色、红色/紫色。

5.8.2.4 听觉警告应是固定频率的声音提醒或语音提醒。听觉警告的音量应在 50 dB~90 dB，声音频率应在 200 Hz~8000 Hz。

5.8.2.5 视觉警告和听觉警告应根据驾驶员状态的异常程度串联强化，警告强化方式见表 4。

表 3 警告类型要求表

驾驶员状态	异常程度	警告类型
身份验证	/	视觉警告
短时间视觉注意力分散	轻度	视觉及听觉警告
长时间视觉注意力分散	中度	视觉及听觉警告，听觉警告强化
疲劳驾驶	重度	视觉及听觉警告串联强化
危险驾驶	重度	视觉及听觉警告串联强化

表 4 警告强化方式表

警告类型	强化方式
视觉警告	提高闪烁频次

表 4 警告强化方式表（续）

警告类型	强化方式
视觉警告	- 提高闪烁频次 - 更换警告图标，包括颜色、大小、图标内文字，加大提醒力度 - 更换警告文字，强调危险性
听觉警告	- 提高声音频率 - 提高声音分贝 - 更换警告语音，强调危险性

5.9 车联网平台要求

5.9.1 数据格式

5.9.1.1 数据宜采用结构化数据，编码格式为 OER、DER、JSON、XML 格式。

5.9.1.2 传输数据的字符编码宜采用 UTF-8 编码。

5.9.1.3 视频采集编码格式应为 H.264 或 H.265。

5.9.2 车辆状态信息采集

5.9.2.1 系统支持通过 CAN 或以太网口或串口采集车辆实时状态信息，数据采集频率 ≥ 1 KHz，采集数据状态信息见表 5。

表 5 车辆信息采集表

信息类型	信息内容
车辆信息	- 驾驶模式 - 档位 - 车速表读数 - 电池 SOC（适用新能源车辆） - 续航里程 - 油门踏板开度 - 制动踏板开度 - 方向盘转角 - 方向盘扭矩
系统信息	- 摄像头运行状态（无、正常、故障） - 驾驶员状态预警系统状态（待机、激活、停用、关闭） - 驾驶员状态预警系统报警状态（报警类型、报警内容）

5.9.2.2 系统应支持通过 CAN 或以太网口或串口等方式采集车辆的定位信息，数据更新频率 ≥ 10 KHz，定位精度在 cm 级以内，采集的数据项见表 6。

表 6 定位信息采集表

信息类型	信息内容
经度	自车几何中心的经度

表 6 定位信息采集表（续）

信息类型	信息内容
纬度	自车几何中心的纬度
高度	自车几何中心与路面的高度
航向角	自车航向角

5.9.2.3 系统应支持通过 CAN、以太网口或视频数据接口方式采集系统视频信息。

5.9.2.4 应对采集的视频数据进行压缩、存储、上传云平台。

5.9.2.5 应支持不低于 2 路视频的数据同时采集。

5.9.2.6 视频分辨率应 ≥ 720 p。

5.9.2.7 本地存储视频帧率应 ≥ 25 fps，上传云平台视频的帧率应 ≥ 15 fps。

5.9.3 通信协议

5.9.3.1 车联网平台与车载终端通信协议应支持 IPv4、IPv6。

5.9.3.2 车联网平台与车载终端传输层协议应支持 UDP、TCP。

5.9.3.3 车联网平台与车载终端安全传输协议宜采用 TLS、DTLS、TLCP。

5.9.3.4 车联网平台与车载终端应用层宜采用 DNS、HTTP、HTTPS、MQTT、OCSP 等标准协议。

5.9.3.5 接入的并发连接数和流量宜设置限制要求。

5.9.4 网联监管

5.9.4.1 驾驶员状态预警系统监测到驾驶员出现异常行为应立即向车联网平台发送报警信息。

5.9.4.2 驾驶员状态预警系统监测到驾驶员出现异常行为后不响应时间超过阈值，车联网平台应立即向驾驶员发送报警。若发送提醒后仍不响应，车联网平台应立即接管车辆，网联监管阈值见表 7。

5.9.4.3 根据报警的严重性和紧急程度设定不同的报警级别。

表 7 网联监管阈值表

场景	触发异常行为后不响应时间（触发报警）	报警后不响应时间（触发接管）
低速行驶（ ≤ 50 km/h）	5 s~10 s	10 s~30 s
高速行驶（ > 50 km/h）	10 s	10 s
检测 2 次及以上不响应	2 s~5 s	2 s~5 s

6 试验方法

6.1 试验环境

6.1.1 试验道路应为车道长度不小于 3km 至少两车道的直线道路。

6.1.2 应在无烈日直晒的日间时段进行试验以避免对试验结果造成干扰。

6.2 试验人员

6.2.1 3 名驾驶员分别进行身份验证测试、疲劳测试、分心测试、协同测试。

6.2.2 驾驶员至少具备被试车辆类型的 2 年驾驶经验。

6.2.3 驾驶员年龄应在 20 岁~60 岁之间，具备不同的肤色（白皮肤~黑皮肤）、身高（150 cm~190 cm）、

面部特征（如头发长度、眼睛大小、有无胡须等）。

6.2.4 驾驶员应在疲劳测试前完成 KSS 培训，具备自我评估嗜睡等级的能力。

6.3 身份验证测试

6.3.1 试验方法

6.3.1.1 驾驶员以不同角度（左右 $\pm 45^\circ$ 、俯仰 $\pm 30^\circ$ ）、不同面部特征坐于驾驶位，在标准光照下分别完成 10 次身份认证。

6.3.2 通过条件

以驾驶员标准眼点位置水平线为参考线进行不同测试，若系统识别失败，则该次测试记为“不通过”，同一驾驶员的身份验证测试的通过率应大于 90%，驾驶员身份验证测试项目见表 8。

表 8 驾驶员身份验证测试项目表

序号	测试项
1	人脸相对摄像头正面对验证
2	人脸相对摄像头向上 30° 验证
3	人脸相对摄像头向下 30° 验证
4	人脸相对摄像头向左 45° 验证
5	人脸相对摄像头向右 45° 验证
6	戴红外可穿透眼镜后人脸相对摄像头正面对验证

6.4 疲劳测试

6.4.1 试验方法

6.4.1.1 试验车辆以大于 65 km/h 至车辆的最大允许速度范围之间行驶 5 min 后正式开始试验，测试员每 5 min 询问驾驶员的 KSS 自我评估等级并记录。

6.4.1.2 试验结束条件应同时满足以下要求：

- 单一场景下每名驾驶员的结果至少包含一次真阳性事件或一次假阴性事件，出现真阳性或假阴性时间后再测试询问 1 次，试验结束。
- 若驾驶员的驾驶时间超过 2 h，仍未出现真阳性事件，则试验结束；

注：真阳性（true positive；TP）：指系统正确地识别驾驶员的疲劳状态。

假阴性（false negative；FN）：指驾驶员处于疲劳状态，但系统未能正确识别。

6.4.1.3 若使用替代 KSS 量表的测量方法监测疲劳时，应提供证据证明所选择的测量方法是评估驾驶员疲劳程度的有效和准确的方法，并提供其阈值与 KSS 之间的等效性说明。

6.4.2 通过条件

驾驶员的平均疲劳敏感度大于或等于 66%，单名驾驶员敏感度见公式 1，驾驶员的平均疲劳敏感度见公式 2。

$$S = \frac{n(TP)}{n(TP) + n(FN)} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$\bar{S} = \frac{\sum S}{n} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

S ：系统对单名驾驶员的疲劳敏感度。

n ：TP 或 FN 事件的数量。

$\bar{S}$ ：系统对 n 个驾驶员的平均疲劳敏感度

6.5 分心测试

6.5.1 试验方法

每名驾驶员应按照表 2 的持续时间完成测试表 9 内所有行为的测试。

表 9 行为列表

分心类型	车速	行为
长时间视觉注意力分散	20 km/h~35 km/h 和 50 km/h~65 km/h	注视驾驶员的腰部和膝盖之间
		注视方向盘
		注视中控屏
		注视驾驶侧后视镜
		注视副驾驶头枕
短时间视觉注意力分散	50 km/h~65 km/h	注视驾驶员的腰部和膝盖之间
		注视方向盘
		注视中控屏
危险驾驶	20 km/h~35 km/h	抽烟
		打电话
		上半身转向乘客座位

6.5.2 通过条件

对于某一行为系统应触发视觉或听觉警告，若未报警则应重新测试，第一次测试结果无效，以最后一轮的测试结果为该行为的最终结果，若系统仍未响应，则记为“不通过”，驾驶员的平均分心敏感度应高于 95%，见公式 3。

$$R = \frac{\sum P}{m} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

P ：系统报警次数。

m ：系统测试总次数。

$\bar{R}$ ：系统对所有驾驶员的平均分心敏感度。

6.6 协同测试

6.6.1 试验方法

随机选择低速或高速场景，模拟每名驾驶员出现异常状态后不响应的的时间超过阈值的情况，查看车联网平台是否报警或接管车辆，每名驾驶员应选择不同的场景进行测试。

6.6.2 通过条件

车联网平台应在表 7 规定的时间内对所有驾驶员的异常状态发出干预指令。



参 考 文 献

- [1] GB/T 41797—2022 驾驶员注意力监测系统性能要求及试验方法
- [2] YD/T 3594—2019 车联网通信安全技术要求
- [3] YD/T 3751—2020 车联网信息服务 数据安全技术要求
- [4] ISO 12233: 2024 Digital cameras — Resolution and Spatial Frequency Responses
- [5] EU 2023/2590 先进驾驶员分心警告系统 (ADDW) 技术要求
- [6] SAE J941 汽车驾驶员眼睛定位 (Motor Vehicle Driver' s Eye' s Locations)

