

T/CITSA 03-2020

ICS 43.020

T 00

# 团体标准

T/CITSA 03-2020

---

## 基于车辆轨迹数据的汽车驾驶人 驾驶行为安全性评价规范

Drivers' driving behavior safety evaluation specifications

based on vehicle trajectory data

2020-07-27 发布

2020-07-28 实施

---

中国智能交通协会 发布

# 目次

前言 ..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语与定义..... 1

4 评价对象..... 2

5 数据要求..... 2

6 指标体系..... 2

7 驾驶行为安全性评价..... 3

附录 A..... 4

附录 B..... 6

附录 C..... 10

附录 D..... 14

## 前言

本标准按照 GB/T1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由中国智能交通协会提出并归口。

本标准主要起草单位：深圳市城市交通规划设计研究中心股份有限公司、同济大学、北京工业大学。

本标准主要起草人：张晓春、孙超、邵源、林涛、李锋、田锋、张俊峰、宋家骅、杨宇星、黎木平、吕国林、孙雁飞、徐惠农、陈晨、郭静秋、赵晓华、林钰龙、丘建栋、严治、刘杨泽西、伍毅平、郭淼、张永捷、叶卿、张凯、韩广广。

# 基于车辆轨迹数据的汽车驾驶人驾驶行为风险评价规范

## 1 范围

本标准规定了基于车辆轨迹数据进行汽车驾驶人驾驶行为安全性评价的数据要求、指标体系、驾驶行为安全性评价方法。

本标准适用于所有自然驾驶环境下，利用北斗导航系统或全球卫星定位系统（Global Positioning System, GPS）等全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System, GNSS）的行车导航定位设备、车载 OBD 设备、手机移动终端、可穿戴设备等采集的连续汽车（GA 802-2014）轨迹数据对驾驶人驾驶行为安全性进行评价的过程。

驾驶人在发生交通事故或接近发生交通事故时的避险或应急性驾驶行为应进行独立评价，不适用于本标准。

## 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，仅所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。

CJJ37-2012	城市道路工程设计规范
GA 802-2014	机动车类型术语和定义
GA/T 960-2011	公路交通安全态势评估规范
JTG D20-2017	公路路线设计规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准

### 3.1 自然驾驶 naturalistic driving

驾驶人独立地按照其日常的驾驶行为与驾驶习惯，无特别监督的情况下在道路上驾驶车辆的过程。

### 3.2 车辆轨迹数据 vehicle trajectory data

由于车辆运行而产生的动态位置数据和行车数据的集合，通常包括时间戳、设备编号、经度、纬度、方向角、速度、纵向加速度等字段。

### 3.3 时间窗 time window

用于连续驾驶行为分析评价的最小时间单元。

### 3.4 道路红线 boundary line of roads

道路用地的边界线。

## 4 评价对象

对自然驾驶条件下驾驶人个体驾驶行为安全性进行评价,或对特定区域内群体驾驶人的驾驶行为安全性进行评价。

## 5 数据要求

### 5.1 数据字段

用于驾驶行为安全性评价的数据集应为在自然驾驶状态下采集的车辆轨迹数据,数据字段应包括采集时间、经度、纬度、速度、纵向加速度、方向角。

### 5.2 数据质量

#### 5.2.1 基本要求

用于驾驶行为安全性评价的数据集质量应满足以下要求:

- a) 采集频率为  $1\text{Hz}$  及以上;
- b) 在数据连续记录情况下,所获取的数据中异常(缺失、错误等)数据比例不超过数据总量的  $5\%$ ;
- c) 速度数据的精度至少应达到  $1\text{km/h}$ ;
- d) 加速度数据的精度至少应达到  $10^{-1}\text{m/s}^2$ ;
- e) 经度和纬度数据的精度至少应达到  $10^{-6}$  度;
- f) 方向角数据的精度至少应达到  $1$  度。

#### 5.2.2 数据排除要求

符合以下情况的数据应被删除和舍弃,不得用于驾驶行为安全性评价:

- a) 速度大于  $200\text{km/h}$ ;
- b) 速度小于  $0\text{km/h}$ ;
- c) 加速度绝对值大于  $12\text{m/s}^2$ ;
- d) 角速度绝对值大于  $90\%$ ;
- e) 定位经纬度在道路红线范围以外。

#### 5.2.3 数据修补

若连续异常、缺失的数据时长不大于  $2\text{s}$ ,可以结合数据形式及缺失情况,通过适当的方法进行修补后用于驾驶行为安全性评价(数据修补方法可参见附录 A)。

## 6 指标体系

用于驾驶行为安全性评价的指标体系包括 4 类、23 项指标,见表 1。(相关指标定义及计算方法参见附录 B)。

表1 驾驶行为安全性评价指标

类别	指标
纵向行为	速度、速度均值、速度标准差 加速度、正加速度平均值、正加速度标准差、负加速度平均值、负加速度标准差

横向行为	横向速度、横向速度均值、横向速度标准差 横向加速度、横向加速度绝对值均值、横向加速度标准差 角速度、角速度均值、角速度标准差
驾驶平稳性	纵向急动度、横向急动度、路段车速差、驾驶不平稳度
其他指标	连续驾驶时间、速度×加速度绝对值

## 7 驾驶行为安全性评价

### 7.1 指标安全阈值

基于驾驶行为指标体系，对超速、急加速、急减速、急变道、急转弯、疲劳驾驶、不平稳驾驶等典型危险行为进行瞬时判别，计算判别方法参见附录 C。

### 7.2 驾驶人个体驾驶行为风险计算

基于某一驾驶人在一段时间内的车辆轨迹数据，对驾驶人个体驾驶行为进行评价，流程如下：

- a) 采集一段时间内驾驶人车辆轨迹数据，对原始数据进行处理以满足第 5 部分数据要求；
- b) 选取第 6 部分中的驾驶行为安全性评价指标，构建评价指标体系；
- c) 根据评价需要采用数理统计、机器学习（参见附录 D）或其他评价方法，计算驾驶人个体危险驾驶行为的风险系数。

### 7.3 群体驾驶人驾驶行为风险计算

基于特定区域内多名驾驶人的车辆轨迹数据，开展路口、路段、路网层级的安全性评价或面向特定人群的驾驶行为安全性评价，流程如下：

- a) 采集一段时间内目标区域或目标群体驾驶人车辆轨迹数据，对原始数据进行处理以满足第 5 部分中数据要求；
- b) 选取第 6 部分中的驾驶行为安全性评价指标，构建评价指标体系；
- c) 根据评价需要采用数理统计、机器学习（参见附录 D）或其他评价方法，计算驾驶人群体危险驾驶行为的风险系数。

### 7.4 评价结果判定

基于驾驶行为风险系数，根据实际需要判别个体/群体驾驶人的驾驶行为安全等级，将驾驶行为分为安全、一般和危险 3 类（参照附录 D）。

附录 A  
(资料性附录)  
缺失数据修补方法

### A.1 概述

本部分列出的数据修补方法适用于一般情况下的数据修补，如有更好的数据修补方法，在应用时应根据实际情况调整。

### A.2 加权均值差值

使用异常、缺失数据前后的有效数据的加权均值进行修补，如式 (A.1) 所示：

$$data_{mis} = \frac{(\alpha \times data_{pre} + \beta \times data_{next})}{\alpha + \beta} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

$data_{mis}$  ——异常、缺失的数据；

$data_{pre}$ 、 $data_{next}$  ——异常、缺失的数据前后有效数据；

$\alpha$ 、 $\beta$  ——权重系数，可根据应用场景或经验确定，推荐均取 1。

### A.3 数据拟合

对于坐标、速度、纵向加速度、横向加速度、方向角等数据，可以依据异常、缺失数据前后数据变化趋势，利用拟合方法对数据进行修补。

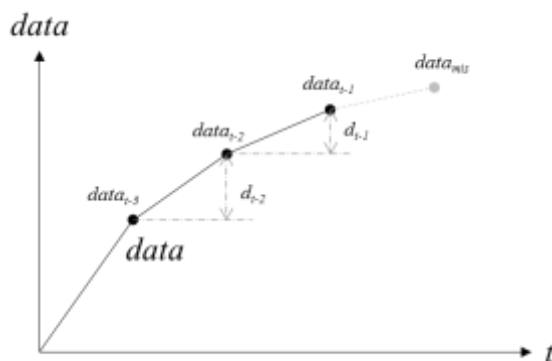


图 A.1 数据拟合修补

$$data_{mis} = \frac{(\alpha \times d_{t-1} + \beta \times d_{t-2})}{\alpha + \beta} \dots\dots\dots (A.2)$$

$$d_{t-1} = data_{t-1} - data_{t-2} \dots\dots\dots (A.3)$$

$$d_{t-2} = data_{t-2} - data_{t-3} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

$data_{mis}$ ——异常、缺失的数据；

$data_{t-1}$ 、 $data_{t-2}$ 、 $data_{t-3}$ ——异常、缺失的数据前的三项有效数据；

$d_{t-1}$ 、 $d_{t-2}$ ——异常、缺失的数据之前的两个相邻有效数据之差；

$\alpha$ 、 $\beta$ ——权重系数，可根据应用场景或经验确定，在图示的情况下，推荐 $\alpha$ 取 1/3， $\beta$ 取 2/3。

在实际使用过程中，有效数据使用范围可以拓展至更多项数；也可以利用类似原理，使用异常、缺失数据之后的有效数据进行修补。

#### A.4 加速度拟合

考虑速度和纵向加速度之间的物理关联，异常、缺失的速度数据可以使用前一有效速度数据和纵向加速度计算。在这种情况下，可假设加速度在异常、缺失的数据处保持不变，如式（5）所示：

$$v_{mis} = v_{pre} + a_{pre} \times \Delta t \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

$v_{mis}$ ——异常、缺失的速度数据；

$v_{pre}$ ——异常、缺失的数据前一有效速度数据；

$a_{pre}$ ——异常、缺失的数据前一有效纵向加速度数据；

$\Delta t$ ——采样间隔。



附录 B  
(规范性附录)  
指标定义及计算方法

## B.1 纵向运动

### B.1.1 速度 $v$

车辆的瞬时纵向速度，单位为  $km/h$ 。

### B.1.2 速度均值 $\bar{v}$

车辆连续行驶过程中分析时段内的车速平均值，按式 (B.1) 计算：

$$\bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^N v_i}{N} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$N$ ——数据样本总量，下同；

$i$ ——第  $i$  数据样本，下同。

### B.1.3 速度标准差 $\sigma_v$

车辆连续行驶过程中分析时段内的车速标准差，按式 (B.2) 计算：

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (v_i - \bar{v})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (B.2)$$

### B.1.4 加速度 $a$

车辆速度对时间的变化率，单位为  $m/s^2$ 。

### B.1.5 正加速度平均值 $\bar{a}_+$

车辆连续行驶过程中分析时段内的正加速度平均值，按式 (B.3) 计算：

$$\bar{a}_+ = \frac{\sum_{i=1}^N a_{+(i)}}{N} \dots\dots\dots (B.3)$$

### B.1.6 正加速度标准差 $\sigma_{a_+}$

车辆连续行驶过程中分析时段内的正加速度标准差，按式 (B.4) 计算：

$$\sigma_{a_+} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (a_{+(i)} - \bar{a}_+)^2}{N-1}} \dots\dots\dots (B.4)$$

B.1.7 负加速度平均值  $\overline{a_-}$

车辆连续行驶过程中分析时段内的负加速度平均值，按式 (B.5) 计算：

$$\overline{a_-} = \frac{\sum_{i=1}^N a_{-(i)}}{N} \dots\dots\dots (B.5)$$

B.1.8 负加速度标准差  $\sigma_{a_-}$

车辆连续行驶过程中分析时段内的负加速度标准差，按式 (B.6) 计算：

$$\sigma_{a_-} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (a_{-(i)} - \overline{a_-})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (B.6)$$

B.2 横向运动

B.2.1 横向速度  $v_{lat}$

与汽车行驶方向垂直的方向的速度。

B.2.2 横向速度均值  $\overline{v_{lat}}$

车辆连续行驶过程中分析时段内的横向速度平均值，按式 (B.7) 计算：

$$\overline{v_{lat}} = \frac{\sum_{i=1}^N v_{lat(i)}}{N} \dots\dots\dots (B.7)$$

B.2.3 横向速度标准差  $\sigma_{v_{lat}}$

车辆连续行驶过程中分析时段内的横向速度标准差，按式 (B.8) 计算：

$$\sigma_{v_{lat}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (v_{lat(i)} - \overline{v_{lat}})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (B.8)$$

B.2.4 横向加速度  $a_{lat}$

车辆横向速度对时间的变化率，单位为  $m/s^2$ 。

B.2.5 横向加速度绝对值均值  $\overline{a_{lat}}$

车辆连续行驶过程中分析时段内的横向加速度平均值，按式 (B.9) 计算：

$$\bar{a}_{lat} = \frac{\sum_{i=1}^N a_{lat(i)}}{N} \dots\dots\dots (B.9)$$

### B.2.6 横向加速度标准差 $\sigma_{a_{lat}}$

车辆连续行驶过程中分析时段内的横向加速度标准差，按式 (B.10) 计算：

$$\sigma_{a_{lat}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (a_{lat(i)} - \bar{a}_{lat})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (B.10)$$

### B.2.7 角速度 $\omega$

车辆行驶方向角对时间的变化率，单位为  $^{\circ}/s$ 。

### B.2.8 角速度均值 $\bar{\omega}$

车辆连续行驶过程中分析时段内的角速度的平均值，按式 (B.11) 计算：

$$\bar{\omega} = \frac{\sum_{i=1}^N \omega_i}{N} \dots\dots\dots (B.11)$$

### B.2.9 角速度标准差 $\sigma_{\omega}$

车辆连续行驶过程中分析时段内的角速度的标准差，按式 (B.12) 计算：

$$\sigma_{\omega} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\omega_i - \bar{\omega})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (B.12)$$

## B.3 驾驶波动性

### B.3.1 纵向急动度 $\dot{j}_{t(lon)}$

纵向加速度对时间的变化率，按式 (B.13) 计算：

$$\dot{j}_{t(lon)} = \dot{a}_{t(lon)} \dots\dots\dots (B.13)$$

### B.3.2 横向急动度 $\dot{j}_{t(lat)}$

横向加速度对时间的变化率，按式 (B.14) 计算：

$$\dot{j}_{t(lat)} = \dot{a}_{t(lat)} \dots\dots\dots (B.14)$$

### B.3.3 路段车速差 $\Delta_v$

某一路段单位时间内通过某一断面所有车辆中的第 85% 位车速值与平均车速值的差值。  
[GA/T 960-2011, 定义 2.3]

### B.3.4 驾驶不平稳度 $\phi_v$

车辆连续行驶过程中分析时段内相邻记录间速度差值的绝对值平均数，按式 (B.15) 计算：

$$\phi_v = \frac{\sum_{i=2}^N |v_i - v_{i-1}|}{N - 1} \dots\dots\dots (B.15)$$

## B.4 其他

### B.4.1 连续驾驶时间 $t_{con}$

车辆连续行驶的时间，用于判定疲劳驾驶。

### B.4.2 速度 × 加速度绝对值 $|v \times a|$

某时刻速度与加速度乘积的绝对值，单位分别为  $km/h$ ,  $m/s^2$ ，用于判定驾驶行为安全性，值越大，风险越高。

附录 C  
(资料性附录)  
典型危险行为判别方法

### C.1 概述

本节内容给出的驾驶行为分类阈值为一般情况下的参考阈值，在应用时应根据实际情况进行调整。

### C.2 超速

依据路段限速及当前车辆速度，分为安全、较危险和危险三类。限速值引自 CJJ37-2012 及 JTG D20-2017。用于划分不同安全等级的参考速度阈值如表 C.1 所示。货车的参考阈值应在表格数据基础上，根据实际场景（车辆类型、载货量等）乘以 0.5~0.7 的系数。

表 C.1 超速行为不同安全等级速度分类阈值

单位为 km/h

道路限速	安全	较危险	危险
120	(100,120]	(120,132]	(132, +∞)
100	(80,100]	(100,110]	(110, +∞)
80	(60,80]	(80,88]	(88, +∞)
60	(40,60]	(60,66]	(66, +∞)
40	(25,40]	(40,45]	(45, +∞)
30	(20,30]	(30,35]	(35, +∞)
20	(0,20]	(20,25]	(25, +∞)

### C.3 急加速

基于当前行驶速度，根据瞬时加速度将加速行为分为安全、较安全、较危险和危险四类。速度区间划分参考 CJJ37-2012 及 JTG D20-2017 中对于道路限速的相关规定。在连续加速时，还应该使用根据时间窗（推荐采用 3s）内的平均加速度将加速行为分为安全和危险两类。用于划分不同安全等级的参考加速度阈值如表 C.2、表 C.3 所示。货车的参考阈值应在表格数据基础上，根据实际场景（车辆类型、载货量等）乘以 0.5~0.7 的系数。

表 C.2 急加速行为不同安全等级瞬时加速度分类阈值

单位为  $m/s^2$

速度区间 (km/h)	安全	较安全	较危险	危险
(100,120]	(0,1.4]	(1.4,2.2]	(2.2,2.8]	(2.8, +∞)
(80,100]	(0,1.7]	(1.7,2.7]	(2.7,3.3]	(3.3, +∞)
(60,80]	(0,1.9]	(1.9,3.1]	(3.1,3.9]	(3.9, +∞)
(40,60]	(0,2.1]	(2.1,3.3]	(3.3,4.2]	(4.2, +∞)
(30,40]	(0,2.2]	(2.2,3.6]	(3.6,4.4]	(4.4, +∞)
(0,30]	(0,2.5]	(2.5,4.0]	(4.0,5.0]	(5.0, +∞)

表 C.3 急加速行为不同等级平均加速度分类阈值

单位为  $m/s^2$ 

速度区间 ( $km/h$ )	安全	危险
(100,120]	(0,1.9]	(1.9, $+\infty$ )
(80,100]	(0,2.3]	(2.3, $+\infty$ )
(60,80]	(0,2.7]	(2.7, $+\infty$ )
(40,60]	(0,2.9]	(2.9, $+\infty$ )
(30,40]	(0,3.1]	(3.1, $+\infty$ )
(0,30]	(0,3.5]	(3.5, $+\infty$ )

## C.4 急减速

基于当前行驶速度，根据瞬时加速度将减速行为分为安全、较安全、较危险和危险四类。速度区间划分参考 CJJ37-2012 及 JTG D20-2017 中对于道路限速的相关规定。在连续减速时，还应使用根据时间窗（推荐采用 3s）内的平均加速度将减速行为分为安全和危险两类。用于划分不同安全等级的参考加速度阈值如表 C.4、表 C.5 所示。货车的参考阈值应在表格数据基础上，根据实际场景（车辆类型、载货量等）乘以 0.5~0.7 的系数。

表 C.4 急减速行为不同安全等级瞬时加速度分类阈值

单位为  $m/s^2$ 

速度区间 ( $km/h$ )	安全	较安全	较危险	危险
(100,120]	[-0.9,0)	[-1.7,-0.9)	[-2.3,-1.7)	( $-\infty$ , -2.3)
(80,100]	[-1.2,0)	[-2.2,-1.2)	[-2.8,-2.2)	( $-\infty$ , -2.8)
(60,80]	[-1.4,0)	[-2.6,-1.4)	[-3.4,-2.6)	( $-\infty$ , -3.4)
(40,60]	[-1.6,0)	[-2.8,-1.6)	[-3.7,-2.8)	( $-\infty$ , -3.7)
(30,40]	[-1.7,0)	[-3.1,-1.7)	[-3.9,-3.1)	( $-\infty$ , -3.9)
(0,30]	[-2.0,0)	[-3.5,-2.0)	[-4.5,-3.5)	( $-\infty$ , -4.5)

表 C.5 急减速行为不同安全等级平均加速度分类阈值

单位为  $m/s^2$ 

速度区间 ( $km/h$ )	安全	危险
(100,120]	[-1.4,0)	( $-\infty$ , -1.4)
(80,100]	[-1.8,0)	( $-\infty$ , -1.8)
(60,80]	[-2.2,0)	( $-\infty$ , -2.2)
(40,60]	[-2.4,0)	( $-\infty$ , -2.4)
(30,40]	[-2.6,0)	( $-\infty$ , -2.6)
(0,30]	[-3.0,0)	( $-\infty$ , -3.0)

### C.5 急变道

在车辆变换车道过程中，基于当前行驶速度，根据瞬时角速度将变道行为分为安全、较安全、较危险和危险四类，速度区间划分参考 CJJ37-2012 及 JTG D20-2017 中对于道路限速的相关规定，用于划分不同安全等级的参考角速度（绝对值）阈值如表 C.6 所示。货车的参考阈值应在表格数据基础上，根据实际场景（车辆类型、载货量等）乘以 0.5~0.7 的系数。

表 C.6 急变道行为不同安全等级瞬时角速度分类阈值

单位为 $^{\circ}/s$

速度区间 (km/h)	安全	较安全	较危险	危险
(100,120]	(0,4]	(4,7]	(7,9]	(9, + $\infty$ )
(80,100]	(0,4]	(4,7]	(7,9]	(9, + $\infty$ )
(60,80]	(0,5]	(5,8]	(8,10]	(10, + $\infty$ )
(40,60]	(0,6]	(6,9]	(9,12]	(12, + $\infty$ )
(30,40]	(0,6]	(6,9]	(9,12]	(12, + $\infty$ )
(0,30]	(0,7]	(7,12]	(12,15]	(15, + $\infty$ )

### C.6 急转弯

在车辆转弯过程中，基于当前行驶速度，根据瞬时角速度将转弯行为分为安全、较安全、较危险和危险四类，速度区间划分参考 CJJ37-2012 及 JTG D20-2017 中对于道路限速的相关规定，用于划分不同安全等级的参考角速度（绝对值）阈值如表 C.7 所示。货车的参考阈值应在表格数据基础上，根据实际场景（车辆类型、载货量等）乘以 0.5~0.7 的系数。

表 C.7 急转弯行为不同安全等级瞬时角速度分类阈值

单位为 $^{\circ}/s$

速度区间 (km/h)	安全	较安全	较危险	危险
(100,120]	(0,6]	(6,9]	(9,12]	(12, + $\infty$ )
(80,100]	(0,7]	(7,12]	(12,15]	(15, + $\infty$ )
(60,80]	(0,10]	(10,16]	(16,20]	(20, + $\infty$ )
(40,60]	(0,11]	(11,17]	(17,22]	(22, + $\infty$ )
(30,40]	(0,12]	(12,20]	(20,25]	(25, + $\infty$ )
(0,30]	(0,15]	(15,24]	(24,30]	(30, + $\infty$ )

### C.7 疲劳驾驶

一天驾驶超过 8 小时，或连续驾车 4 小时没有停车休息超过 20 分钟，或夜间连续开车（晚上 20:00 至次日凌晨 5:00）超过 2 个小时的驾驶行为认定为疲劳驾驶（属于“危险”等级）。

### C.8 驾驶不平稳

在车辆行驶过程中，根据车辆速度计算驾驶不平稳度指标，将驾驶行为分为安全、较安全、较危险和危险四类，用于划分不同安全等级的参考驾驶不平稳度（绝对值）阈值如表 C.8 所示。推荐用于计算

驾驶不平稳度指标的时间窗长度为 20s，以 1Hz 采样频率为准进行比较。货车的参考阈值应在表格数据基础上，根据实际场景（车辆类型、载货量等）乘以 0.5~0.7 的系数。

表 C.8 驾驶不平稳行为不同安全等级分类阈值

单位为 *km/h*

安全	较安全	较危险	危险
(0,3]	(3,4]	(4,6]	(6, +∞)



附录 D  
(资料性附录)  
驾驶行为安全性评价方法

### D.1 基于数理统计方法的驾驶行为安全性评价

给出一种驾驶行为安全性评价算法，基于驾驶人驾驶过程中的危险事件数，判断个体驾驶人或特定区域群体驾驶人的行为风险。计算如式 (D.1) 所示：

$$R = \frac{\sum_i \sum_j \sum_k \alpha_{ijk} \times r_{ijk}}{f \times t} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

$R$ ：个体或区域驾驶风险系数，值越大，风险越高；

$\alpha$ ：权重系数，安全、较安全、较危险、危险分别对应 0、0.3、0.7、1；

$i$ ：第  $i$  个驾驶人，当评价个体驾驶人驾驶行为时， $i$  取 1；

$j$ ：第  $j$  种危险驾驶行为；

$k$ ：同一危险驾驶事件的不同等级；

$r_{ijk}$ ：选定时间周期内，第  $i$  个驾驶人第  $j$  类驾驶行为第  $k$  级驾驶事件的数量；

$f$ ：数据采样频率；

$t$ ：数据采样时间。

进行特定区域内群体驾驶人行为风险评价时，选取的样本量应保证计算结果的置信水平在 90% 以上，评价时长应至少达到连续的 30s。根据计算获得的  $R$  值，以 0.1、0.2 为阈值将驾驶人驾驶行为或特定区域群体驾驶人行为风险分为一般、安全、危险三类。

### D.2 基于机器学习算法的危险驾驶行为安全性评价

结合机器学习算法通过挖掘隐性规律进行危险驾驶行为识别，标准给出应用机器学习算法进行个体驾驶人或特定区域群体驾驶人驾驶行为安全性评价的一般流程和要求。

#### a) 算法流程

应用机器学习进行驾驶行为安全性评价的技术路线如图 D.1 所示。其中，进行数据集分割时，推荐的训练集、验证集、测试集比例为 6:2:2。

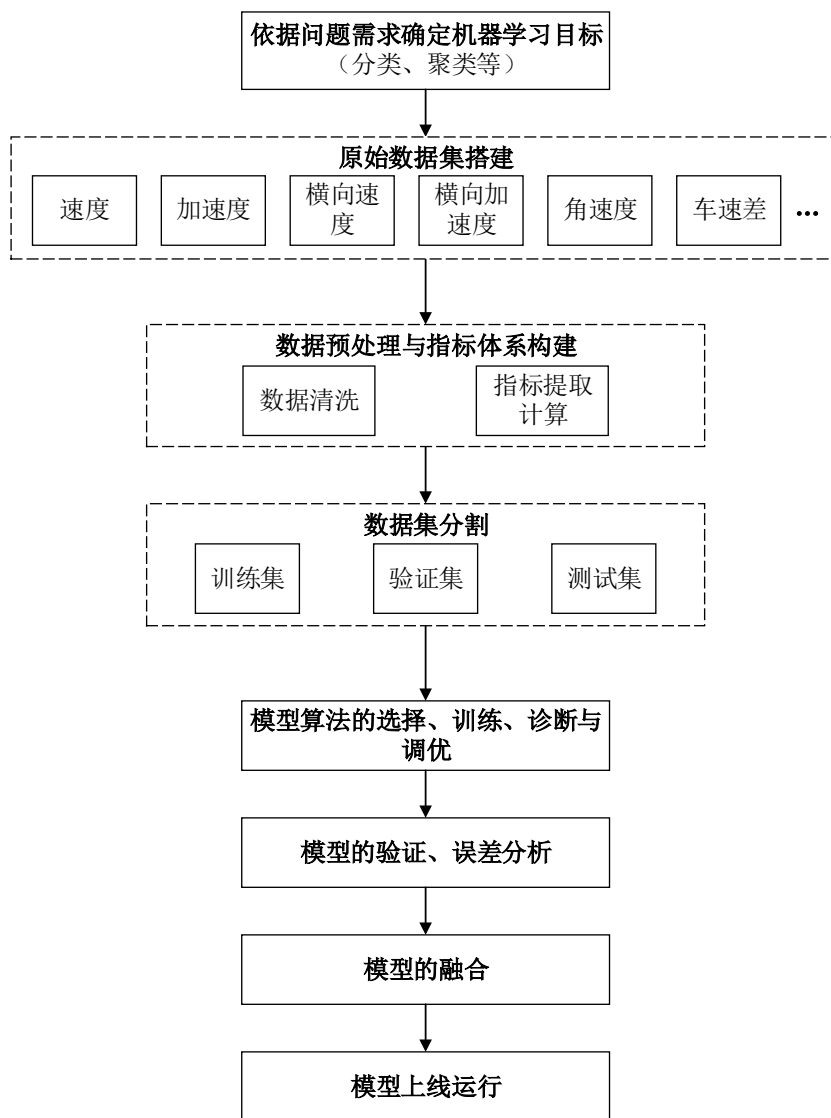


图 D.1 基于机器方法的驾驶行为安全性评价技术路线图

b) 算法的一般要求

- 1) 依据分析目标，选取 6 中的指标体系构建模型数据集，如数据条件允许且存在需要，可增加其他合适的指标；
- 2) 依照原始数据集的数据特性采用无监督、半监督或监督类机器学习算法进行建模；
- 3) 算法应充分考虑数据集样本量（驾驶人样本数量、单个驾驶人驾驶时长约束等）、时空地域特性（海拔、道路条件、雨、雪、风、高温、低温等）及驾驶人特征（年龄、驾龄、学历、收入等）等因素。

进行特定区域内群体驾驶人行为风险评价时，选取的样本量应保证计算结果的置信水平在 90% 以上，评价时长应至少达到连续的 30s。