

交通事故中常见车速鉴定方法对比分析

吴垂铭

广东南天司法鉴定所韶关分所，广东韶关，512000；

摘要：交通事故车速鉴定是明确事故责任、还原事故真相的核心环节，对保障事故处理公平公正至关重要。本文聚焦交通事故中四种常见车速鉴定方法，包括操作直观的基于事故现场痕迹法，该方法涵盖刹车痕迹分析与碰撞痕迹分析；依赖专业建模的基于车辆动力学模型法，包含多体动力学模型与简化动力学模型；数据直接的基于行车记录仪法；以及画面可视的基于视频监控法。文章详细阐述各方法的原理、技术特点与实际应用场景，通过系统对比四种方法在准确性、操作难度、适用条件等方面的优缺点，明确不同场景下的最优选择，为鉴定人员提供科学参考，助力减少鉴定误差，提高车速鉴定的准确性与可靠性，进而推动交通事故处理高效、公正开展。

关键词：交通事故；车速鉴定；方法对比；应用分析

DOI: 10.69979/3041-0673.26.02.088

引言

在交通事故处理中，准确鉴定车辆行驶速度是明确事故责任、还原事故真相的关键环节。车速不仅与碰撞能量、人员伤亡程度密切相关，还直接影响事故责任的划分。随着交通流量的增加和交通事故的频发，车速鉴定的重要性日益凸显。目前，常见的车速鉴定方法有多种，每种方法都有其独特的原理和适用场景。深入对比分析这些方法，有助于鉴定人员根据具体情况选择最合适的方法，提高鉴定的科学性和准确性。

1 基于事故现场痕迹的车速鉴定方法

1.1 刹车痕迹法

刹车痕迹是交通事故现场常见的痕迹之一。当车辆制动时，轮胎与地面之间会产生摩擦力，使轮胎在地面上留下痕迹，通过测量刹车痕迹的长度，结合轮胎与地面的摩擦系数，可以计算出车辆在制动减速前的行驶速度。

刹车痕迹法的原理是基于牛顿第二定律和运动学公式。在车辆刹车过程中，轮胎与地面产生的摩擦力提供了车辆减速的加速度（为车辆提供了制动的减速度），根据运动学公式： $v^2 = v_0^2 + 2ax$ （其中 v 为末速度，单位： m/s ； v_0 为初速度，单位： m/s ； a 为加速度，单位： m/s^2 ； x 为制动距离，单位： m ）^[1]。当车辆最终停止时，末速度 $v=0$ ，将 $v=0$ 代入公式可推导得到： $v_0 = \sqrt{(-2ax)}$ 。

而加速度 a 与轮胎和地面的摩擦系数 μ 有关，具体关系为： $a = -\mu g$ （其中 g 为重力加速度，取值 $9.8m/s^2$ ）。将 $a = -\mu g$ 代入 $v_0 = \sqrt{(-2ax)}$ ，可进一步得到车辆刹车前初速度的完整计算公式： $v_0 = \sqrt{2\mu gx}$ 。

这种方法的优点是直观、简便，在现场勘查中获取

车辆制动痕迹长度就足以计算车辆制动减速前的行驶速度。然而，其局限性也较为明显：车辆制动痕迹的形成受多种因素影响，如轮胎磨损程度、路面状况（干湿、坡度等）。不同的路面状况及轮胎磨损情况会导致摩擦系数发生变化，且路面的干湿状态和坡度大小会影响车辆的受力情况，从而影响车辆制动减速过程。此外，如果车辆在制动过程中出现侧滑、抱死等情况，制动过程会变得复杂，车辆制动痕迹难以精确测量和分析。

1.2 碰撞痕迹法

碰撞痕迹法主要是通过分析车辆碰撞时产生的变形、刮擦等痕迹来推断车速。当车辆发生碰撞时，碰撞能量会使车辆发生变形，变形的程度与碰撞时的车速、车辆质量、碰撞角度等因素有关。

在实际应用中，通常会采用经验公式或基于实验数据建立的模型来估算车速^[2]。例如，对于车辆与刚性障碍物的正面碰撞，可以根据车辆前端的变形量，结合车辆的结构特性和材料性能，利用相关的经验公式计算出碰撞时的车速。

这种方法的优点在于若事故现场无明显车辆制动痕迹及其他可用于计算车速的条件，就可以通过测量车辆碰撞部位变形量来计算出车辆碰撞时的速度。但这种方法也存在较为明显的缺点。首先，车辆的变形不仅与车速有关，还与车辆的结构设计、碰撞部位的刚度等因素密切相关；不同车型的结构和材料差异较大，使得建立通用的车速估算模型难度较大。其次，碰撞过程往往比较复杂，可能存在多次碰撞和能量传递，这增加了分析的难度，也会影响车速估算的准确性。

2 基于车辆动力学模型的车速鉴定方法

2.1 多体动力学模型法

多体动力学模型法是将车辆视为由多个刚体通过各种约束连接而成的系统。在交通事故模拟中,通过建立车辆的多体动力学模型,输入车辆的初始状态、碰撞条件等参数,利用计算机软件进行数值模拟,来求解车辆在事故过程中的运动状态,包括车速。

该方法的原理基于牛顿力学和拉格朗日方程。通过对车辆各部件的受力分析和运动学关系的描述,建立起系统的动力学方程。在模拟过程中,考虑了车辆的质量分布、惯性特性、悬挂系统、轮胎力学等因素^[3]。

多体动力学模型法的优点是能够较为全面地考虑车辆的动力学特性和事故过程中的各种因素。它可以模拟不同类型的交通事故,如碰撞、翻滚等,并且可以对车辆的运动轨迹、姿态变化等进行详细分析。然而,这种方法也存在一些不足之处。建立准确的多体动力学模型需要大量的车辆参数和实验数据,模型的建立和调试过程较为复杂,需要专业的知识和技能。此外,模拟结果的准确性还受到模型简化和参数不确定性的影响。

2.2 简化动力学模型法

简化动力学模型法是在多体动力学模型的基础上进行简化,忽略一些次要因素,建立相对简单的动力学模型。例如,将车辆简化为质点或刚体,只考虑主要的受力和运动关系。

这种方法的原理同样基于牛顿力学,但简化了模型的复杂度。通过对车辆在事故过程中的主要受力情况进行分析,如碰撞力、摩擦力等,建立起简化的动力学方程,从而求解车辆的车速。

简化动力学模型法的优点是计算速度快,对计算资源的要求较低。在一些对计算效率要求较高的情况下,如快速初步估算车速,具有一定的优势。但其缺点是由于忽略了一些次要因素,模型的准确性相对较低。对于一些复杂的交通事故,可能无法准确反映车辆的实际运动状态。

3 基于行车记录仪的车速鉴定方法

3.1 原理及特点

行车记录仪是一种常安装在车辆前挡风玻璃内侧或中控台处的车载设备,其核心功能是记录车辆行驶过程中的各种信息,除基础的车速、时间、行驶方向外,部分具备GPS功能的设备还能同步记录车辆实时位置。其工作原理是依靠内置的多类传感器(如车速传感器捕捉车轮转速信号、位置传感器定位行驶方向)实时采集车辆行驶数据,这些原始数据经设备内部处理器快速整

合处理后,以加密或普通格式存储在SD卡、TF卡或内置闪存等存储介质中,方便后续读取。行车记录仪记录的车速数据具有显著的实时性和准确性特点,能直接对应车辆行驶中的实际车速,不会受路面干湿、坡度变化、天气状况等外界环境因素干扰;而且,记录仪采用循环或分段存储模式,记录的数据具有连续性,可完整反映车辆在在一定时间内的行驶状态,为事故分析提供连贯数据依据。

3.2 应用优势与局限

应用优势方面,行车记录仪提供的车速数据无需复杂推算,能为交通事故车速鉴定直接提供客观数据证据。在事故发生后,鉴定人员只需借助专用数据读取设备连接记录仪或提取存储介质,按照规范的程序及流程操作,就能在短时间内快速准确地获取事故发生瞬间及前后关键时段车辆的行驶速度。这一特性不仅大幅提高了车速鉴定的效率,减少了人为计算误差,保证了鉴定结果的准确性,还能有效避免因事故现场制动痕迹模糊、散落物缺失等痕迹不完整,或痕迹受外界干扰难以分析的情况,从而解决鉴定受阻、争议频发的问题。然而,行车记录仪也存在明显局限性,首先,目前市场上仍有大量老旧车辆、低端车型未出厂预装,部分车主安全意识不足也未主动加装,这就直接限制了该方法的应用范围;其次,行车记录仪的数据可靠性易受影响,设备传感器老化、电路故障,或存储介质因碰撞、高温损坏、数据误删,都可能导致关键数据丢失或记录不准确;此外,部分低端设备缺乏数据加密保护,不法分子可能通过技术手段篡改车速、时间等核心数据,给车速鉴定工作带来干扰,增加真伪核验难度。

4 基于视频监控的车速鉴定方法

4.1 原理及操作流程

基于视频监控的车速鉴定方法,是鉴定人通过利用事故现场周边的视频监控录像内容,对目标车辆车辆行驶过程进行技术分析,以此计算车辆通过视频画面的行驶速度。该方法的原理是充分利用视频画面中的图像信息,结合现场已知的场景尺度信息,通过精准测量车辆在视频画面内移动的距离,以及对应移动过程消耗的时间,代入速度计算公式得出车辆实际行驶速度。在具体视频分析过程中,首先要对视频进行标定操作,目的是确定视频图像与现实场景的实际尺度对应关系,这一步需选取现场已知长度的物体作为参考,比如道路边缘的标志线、标准尺寸的护栏或者其他车辆的固定尺寸,通过这些参考物建立图像像素与实际距离的换算比例;接

着运用图像识别技术锁定目标车辆,再借助跟踪算法实时捕捉车辆在连续视频帧内的位置变化,通过多次测量确定车辆在不同时刻的位置坐标,进而计算出车辆移动的实际距离;最后根据视频监控设备的帧率参数,换算出车辆移动对应距离所消耗的时间,将距离与时间代入速度公式,即可完成车速的计算。

4.2 方法的优缺点

优点方面,视频监控在车速鉴定中具有突出的直观性和客观性,它能够完整记录事故发生前、发生时及发生后的全过程画面,不仅能为车速计算提供关键数据,还能呈现车辆行驶轨迹、周边环境及人员动作等信息,为事故整体还原提供有力支撑。而且,多数道路、小区及停车场等区域都安装了视频监控设备,其覆盖范围相对较广,可从正面、侧面等不同角度捕捉事故现场情况,帮助鉴定人员全面了解事故发生的先后顺序和细节,减少信息盲区。此外,视频监控数据的获取难度较低,只要事故现场附近存在正常工作的监控设备,通过联系管理方即可调取录像,无需进行复杂的现场勘查操作。

缺点主要集中在视频图像质量和分析技术门槛两方面,若监控设备分辨率较低,画面细节模糊,或者拍摄时处于夜间、阴雨等光照条件差的环境,又或是目标车辆被树木或其他物体遮挡,都会影响图像识别的精准度,导致车辆位置定位出现偏差,进而降低车速计算结果的准确性。另外,视频分析过程需要借助专业的图像处理软件和运动轨迹分析工具,同时要求操作人员具备扎实的计算机视觉知识和数据处理能力,普通人员难以独立完成,分析流程相对复杂,对专业水平的高要求也在一定程度上限制了该方法的普及应用^[4]。

5 结论与展望

5.1 结论

交通事故中四种常见车速鉴定方法在原理、实用性及可靠性上差异显著,各有明确优缺点与适用场景。基于事故现场痕迹的方法含刹车痕迹法、碰撞痕迹法,操作直观且无需复杂设备,在现场痕迹完整的事故中应用广泛,但受轮胎状态、路面条件、碰撞复杂性影响大,易出现估算偏差。

基于车辆动力学模型的方法含多体动力学模型法、简化动力学模型法,能充分考虑车辆结构特性与事故受力过程,适用于复杂碰撞或翻滚事故的车速还原,却因模型建立需大量车辆参数、计算流程繁琐,对专业技术和设备要求高,且简化模型存在准确性局限。

基于行车记录仪的方法可直接获取事故前后连续、

精准的实时车速数据,是证据效力极强的直接鉴定手段,但受设备普及率限制,仅能应用于已安装且数据完好的车辆,同时面临数据损坏或篡改风险。

基于视频监控的方法能通过画面直观还原事故全过程,覆盖范围广且数据易获取,适合有监控覆盖区域的事故鉴定,却受图像质量(分辨率、环境等)和分析技术门槛制约,普通场景下难以快速应用。因此,实际车速鉴定工作中不能单一依赖某一种方法,需结合事故现场是否有痕迹与监控、车辆是否有记录仪及事故复杂程度,综合运用两种或多种方法交叉验证,通过结果相互印证排除单一方法局限性,最大程度降低误差,提高车速鉴定准确性和可靠性,为事故责任认定提供更科学的依据。

5.2 展望

随着科技的不断发展,车速鉴定技术也将不断进步。未来,一方面可以进一步完善现有的车速鉴定方法,如提高多体动力学模型的准确性、优化视频分析算法等。另一方面,可以探索新的鉴定技术和手段,如利用物联网技术实现车辆行驶数据的实时共享和远程采集,利用人工智能技术实现车速鉴定的自动化和智能化。此外,加强车速鉴定的标准化和规范化建设,提高鉴定人员的专业素质和技术水平,也是未来交通事故车速鉴定工作的重要发展方向。

参考文献

- [1] 赵桂范,张子鹏,柳东威,等.基于正交试验的汽车制动纵滑摩擦系数研究[J].中国司法鉴定,2011,(05):23-26.
- [2] 朱顺应,蒋若曦,王红,等.机动车交通冲突技术研究综述[J].中国公路学报,2020,33(02):15-33.
- [3] 靳畅,周毅,万晓,等.基于多体动力学模型的汽车操稳性和平顺性虚拟教学实验[J].实验室研究与探索,2020,39(03):190-193+197.
- [4] 公衍军,杨东晓.基于Simpack的车辆侧风安全性仿真计算方法[J].机械,2016,43(02):56-59.
- [5] 《基于视频图像的车辆行驶速度技术鉴定》(GA/T 1133-2014)
- [6] 《道路交通事故车辆速度鉴定》(GB/T33195-2016)
- [7] 《道路交通事故现场勘验照相》(GA/T50-2019)

作者简介:吴垂铭(1997.05.13-),男,汉族,籍贯:广东潮州,学历:本科,职称:机械助理工程师,研究方向:交通事故中常见车速鉴定方法对比分析。