

浅析车辆动力学仿真模拟在道路安全评价中的应用

■张 巍 孙 璐 梁健业 ■厦门大学 建筑与土木工程学院 福建 厦门 361000

摘 要:道路安全评价作为一种可以有效提高道路安全水平和投资效益的方法,已经在道路工程建设领域得到了广泛的应用。在道路的可行性研究、设计、建设以及运营等不同阶段都需要开展道路安全评价,通过道路安全评价识别道路的危险路段,并对危险路段提出相应的优化改进方案,从而提高道路的行车安全水平。经过多年的工程实践,对于当前的道路安全评价有了新的思考。因此本文首先阐述了目前常用的道路安全评价方法,分析了目前道路安全评价方法存在的不足,结合道路工程的特点和车辆动力学仿真模拟的优势,为道路安全评价提供了新的思路。

关键词:车辆动力学 仿真模拟 道路安全

改革开放以来,随着国民经济和社会的快速发展,我国道路通车里程和汽车保有量快速增加,促进了道路交通行业的发展,然而道路安全水平的提高速度滞后于道路建设速度,因此每年都造成大量的人员伤亡和财产损失,制约了道路行业的健康发展,而道路安全问题也成为社会关注的焦点。通过对道路事故数据的分析,发现道路因素与道路事故之间存在密切的联系,因此通过开展道路安全评价,及早地识别道路的危险路段以及危险因素,并对危险路段进行优化改善,消除道路危险因素,从而提高道路的行车安全水平具有重要意义。

1 目前道路安全评价存在的不足

目前的道路安全评价主要是通过道路安全审查,或者是基于道路事故统计资料的统计分析确定道路的安全水平^[1]。道路安全审查是一种低成本地提高道路安全水平的方法,通过编制道路设计内容审查清单并组织行业专家对道路设计内容进行审查,从而识别道路设计内容中存在的危险因素^[2]。但由于不同专家之间的知识水平和工程经验的差异,对于同一问题的看法也不同,掺杂了人的主观因素,使得道路安全审查结果缺乏客观性;而且对于不同道路之间的安全审查通常是由不同的专家进行,使得不同道路安全审查结果缺乏可比性;由于专家做出的审查仅一个定性结果,无法定量地确定道路的安全水平。

基于道路事故数据的道路安全评价方法是通过对事故资料的分析,建立道路条件、环境、驾驶员以及社会经济等因素与道路事故率之间的关系,这种方法需要道路运营管理部门对道路交通数据进行长期的收集整理,由于不同路段的道路条件、交通流量和环境等因素各不相同,资料收集整理的难度大,花费的时间、经济和社会成本较高,而且包括道路环境、驾驶员和社会经济等因素不易进行量化的分析研究^[3]。

上述的两种道路安全评价都忽略了道路因素之间的相互联系以及车辆的动态响应对于行车安全的影响。由于道路设计参数是综合考虑地形、安全和投资成本等各方面因素综合确定的,彼此之间并不是相互独立的^[4]。车辆是一个复杂的非线性结构,道路因素和车辆的运动状态都会对车辆的动态响应产生影响,进而影响车辆的行车安全。以车辆轮胎受到的垂直力为例,道路坡度、超高、车辆的加速或减速、侧向力和侧向力矩以及车辆自身的几何结构等因素都会车辆的载荷分布产生影响^[5],进而影响轮胎受到的垂直力大小,最终表现为对车辆动态响应的影响。因此在进行道路安全分析过程中,还需要考虑道路因素之间的相互联系以及车辆自身的动态响应对于道路行车安全水平的影响。

2 车辆动力学仿真模拟

车辆动力学仿真模拟的思路即:首先根据对车辆的受力分析建立运动微分方程;其次就是通过计算机根据运动微分方程编写相应的算法,求解运动微分方程。现有常用的车辆动力学仿真模拟主要有三种方法:第一种是根据车辆运动方程,采用 C、C++ 或 Fortran 等语言实现计算机的编程计算;第二种是根据车辆运动方程,采用系统动力学建模软件进行数值计算,其中 Matlab 是最常用的系统动力学建模软件;第三

种是采用专业的车辆动力学软件实现仿真模拟,其中 CarSim 和 ADAMS 被广泛运用于车辆动力学仿真模拟。车辆动力学主要运用于车辆行驶的平顺性和操纵稳定性的研究,其中平顺性主要对车辆的俯仰、跳跃和侧倾进行分析,其目的在于分析车辆行驶过程中的舒适性;而操纵稳定性主要对车辆的侧向、横摆和侧倾运动进行研究,其目的在于分析车辆行驶过程中的安全性,因此在道路安全研究中主要对车辆的操纵稳定性进行分析。

车辆动力学仿真模拟是通过建立车辆仿真模型,以车身参数、道路的几何参数、路面条件、驾驶员操纵控制等作为仿真模拟的输入函数,获得车辆的动力学响应的沿程变化情况,包括车辆的侧倾角、侧倾角速度、横摆角、横摆角速度、侧向加速度以及四个轮胎的受力情况,通过对车辆动力学响应的分析判断车辆运行的动力学状态。通过车辆动力学仿真模拟可以实现对侧滑和侧翻等不同道路事故类型模拟,还可以通过改变道路参数、车型和车辆控制条件等,分析不同道路参数、车型和车辆控制条件等因素对车辆动力学响应的影响^[6]。

3 采用车辆动力学仿真模拟进行道路安全评价的优势

道路工程具有产品固定性、多样性、投入高和建设周期长等特点,而且每段道路都是不同的,因此无法像普通产品一样进行抽查检验;而进行道路实车检验不仅具有较高的危险性,而且无法大量的检验,并且由于道路自身的工程特点,发现问题并重建将造成巨大的经济损失,因此进行积极有效的道路安全评价对于提高道路的行车安全水平和投资效益都具有十分重要的意义。

采用车辆动力学仿真模拟进行道路安全评价时,根据道路数据建立道路模型,选取不同的车型和操纵输入条件,获取车辆的动力学响应,从而对道路进行安全评价。由于是采用计算机进行车辆动力学仿真模拟,因此可以全面地考虑影响道路交通安全的各种因素,从而更全面真实地反映道路交通系统的动态过程,反映不同因素以及不同因素的相互作用对于道路行车安全水平的影响;结合车辆动力学响应以及道路事故资料对道路行车安全进行分析,可以更加快速地发现道路的危险因素,通过对危险因素的动力学分析,从而更加高效地提出相应的危险路段优化方案,而且评价结果更加客观准确;采用计算机实现车辆动力学仿真模拟,可重复性强,操作简便,有利于道路安全评价的推广应用。

4 结语

由于道路交通系统是一个由人-车-路等因素组成的复杂动态系统,车辆动力学响应是关于人-车-路系统的函数,系统中任何一个因素的变化都会对车辆动力学响应产生影响,进而最终表现为车辆在道路上的行车安全水平,因此通过车辆动力学仿真模拟可以对影响道路行车安全的各种因素进行系统的分析,根据车辆动力学响应并结合道路事故资料对道路行车安全进行更加准确系统地分析,从而提出相应的措施,提高道路的行车安全水平。

参考文献

- [1]孙璐,游克思.城市道路交通安全评价研究综述[J].华东公路,2015(1):3-6.
- [2]冯桂炎.公路设计交通安全审查手册[M].人民交通出版社,2000.
- [3]刘运通.道路交通安全指南[M].人民交通出版社,2004.
- [4]中国道路工程学术研究会.2016.
- [5]游克思.基于车辆动力学和可靠性理论的道路安全分析及优化设计研究[D].东南大学,2012.
- [6]游克思,武加恒,孙璐,等.道路几何参数对车辆操纵稳定性影响[J].公路交通科技,2011,28(10):109-117.