

文章编号: 1002-0268 (2003) 05-0115-03

美国道路安全设计模型介绍

黄 进

(上海同济大学道路与交通工程系, 上海 200092)

摘要: 在我国基础设施建设的力度不断加大、道路里程和等级普遍提高的发展形势下, 有必要对道路交通安全开展广泛深入的研究, 以改善道路安全状况。简述美国联邦公路局开展道路交通安全研究的历程之后, 参考美国联邦公路局提出的道路安全评价思想, 介绍了可以应用于方案设计阶段的交互式道路安全设计模型, 对交互式道路安全设计模型的概念、结构、研究难点作了分析, 最后对交互式道路安全设计模型的发展前景加以阐述。

关键词: 道路安全审计; 交互式道路安全设计模型; 计算机辅助设计

中图分类号: U491.3

文献标识码: A

Introduction to the Interactive Highway Safety Design Model in United States

HUANG Jin

(Road and Traffic Department of Tongji University, Shanghai 200092 China)

Abstract: Under the circumstances that the infrastructure construction in China is enhancing, the mileage is increasing and the level of highways is upgrading, it is necessary to do in depth research pertaining to highway and traffic safety so that the conditions of highway safety can be improved. The author introduces the history of highway safety research directed by the Federal Highway Administration and disusses, the concept, structure and key points of the Interactive Highway Safety Design Model expected to be applied in the phase of project design and the future development of the Interactive Highway Safety Design Model.

Key words: Highway safety audit; Interactive highway safety design model; Computer aided design

从 20 世纪 80 年代以来, 美国联邦公路局 (FHWA) 开展了多项道路交通安全方面的研究, 研究内容主要集中在以下几个方面: (1) 交通事故的客观分析和评价; (2) 交通政策、交通设施及交通控制等对交通事故的影响及其效果评价; (3) 车辆结构对交通事故的影响; (4) 驾驶员心理因素与交通事故的关系。

根据研究的成果, 美国联邦公路局对《公路安全法》提出了多次修正, 并投入大量资金资助道路交通安全研究、改善道路的设施以提高其安全性能, 通过这些措施, 美国的交通事故从 1970 年代以后就开始逐年下降。与此同时, 美国联邦公路局在评价各研究机构的成果时发现, 因为评价交通事故的标准不统一, 研究方法各异, 导致了这些成果难以系统地论证

交通事故与其他相关因素的内在联系, 甚至不同的论文得出的结论是截然相反的。另一方面, 当时应用比较广泛的评价道路安全性的方法包括: 从历史的事故资料求出一个事故率平均值; 由经验丰富的专家进行评价; 用前后对比研究进行评价。这些道路安全评价方法都是针对已经建成的道路而言, 一个很大的问题是这些方法都无法对设计方案进行安全评价。美国联邦公路局提出设计一个道路安全评价系统^[1], 该系统除了评价已建成道路的安全状况之外, 主要用于对设计方案进行安全评价, 目的是在方案设计阶段尽可能消除安全隐患, 减少道路建成以后交通事故的发生和道路改建的费用。当时, 计算机软件系统结构化、集成化和人机交互的概念已经深入人心, 因此, 美国联邦公路局提出了交互式道路安全设计模型 (Interactive

收稿日期: 2002-07-08

作者简介: 黄进 (1977-), 男, 广西柳州人, 硕士研究生, 从事道路安全评价和审计方面的研究。

Highway Safety Design Model) 的构想。

1 交互式道路安全设计模型 (IHSDM)

美国联邦公路局设想, IHSDM 应该是结构化的, 将人、车、路等各个因素对道路安全的影响设计成一个个子模型, 共同组成完整的 IHSDM, 各子模型之间既有联系又相互独立。另一个设计目标就是 IHSDM 是与 CAD 集成在一起的评价系统, 该评价系统能帮助道路设计人员从道路安全角度评价设计方案并在设计阶段对方案进行调整。最后, IHSDM 应该具备良好的人机交互功能, 用户可以在设计的任何阶段调用 IHSDM 并自行决定评价的参数。这样, IHSDM 就是一个功能比较完善的道路安全评价系统。

1.1 IHSDM 的结构

IHSDM 的核心思想是将整个道路安全评价系统分为车辆动态模型、车速一致性模型、事故预计模型、道路设施模型、驾驶心理模型、交通流模型、政策评价模型和费用-效益模型这 8 个子模型。从 8 个方面对道路的安全性进行全面的评价, 然后调整设计方案, 使之符合道路安全审计规范。以上 8 个子模型都设计成 CAD 软件包, 以保证能和 CAD 软件完好地集成在一起, 能够独立工作, 并且都采用交互式工作方式, 用户能够随时从模型中获得有用的反馈信息, 调整模型的工作过程。图 1 是 IHSDM 的结构示意图。

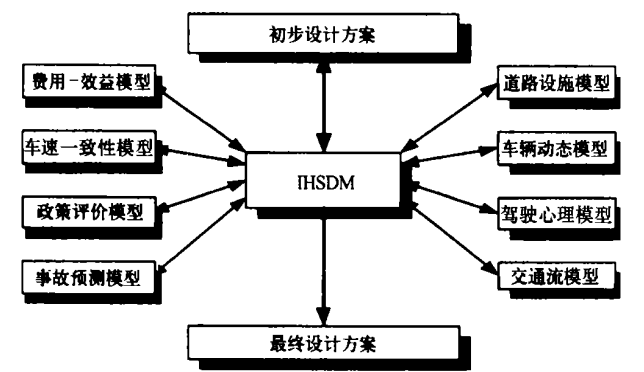


图 1 IHSDM 结构示意图

FHWA 在提出 IHSDM 结构的同时还指出, 如果要想建成集成型道路安全评价系统, 以下几个课题的研究是必需的。

- (1) 努力将所有与线形设计有关的安全研究集成为一个设计人员可以应用的形式。过去的研究都仅仅针对特定的问题, 并且很少考虑到将研究成果集成为一个完整的评价系统。
- (2) 设计人员应该能够随时决定评价的进程并调用 CAD 改进设计中存在的问题, 也就是说, 整个设

计过程是交互式的。

(3) 应该建立研究变量的标准化定义。统一的标准化变量定义符合系统软件开发的思想, 有利于评价系统的集成以及移植。

(4) 应该使用正确的数据统计分析方法。用统计学方法得到的函数是各个子模型的数学算法基础, 必须保证其正确性。

(5) 不能仅以事故数量衡量道路安全性。过去很多研究尝试建立事故数量与几何线形之间关系, 研究成果可大范围推广的不多, 这说明两者之间的相关性不大, 事故数量不是衡量道路安全唯一的指标。

1.2 IHSDM 的两个阶段

IHSDM 是一个庞大的系统工程, FHWA 计划分两个阶段完成整个 IHSDM 系统。

第一阶段的 IHSDM 包括以下 4 个子模型:

车辆动态模型 车辆动态模型将包括 AASHTO 绿皮书所列的设计车辆。IHSDM 将提供介于设计车辆与线形之间的联系。该子模型允许设计人员驾驶设计车辆在设计的道路上行驶, 然后得到速度变化图和线加速度的数据。这就使设计人员能够用可视化的方法改进设计方案。

车速一致性模型 一般来说, 设计车速和行驶车速应合理地接近, 并且不同路段的行驶车速也不能变化太多。否则, 驾驶员就会无所适从而容易出事故。一致性模型用于检查设计方案是否会使驾驶员选择错误的行驶速度。

事故预测模型 用于评价道路线形组合对道路安全的影响。事故预测模型通过预测设计方案各路段或交叉口事故率来评价设计方案是否符合道路安全审计规范。该模型又可以分为 4 个独立的子模型: 直线路段、曲线路段、平面交叉口和互通式立交。

道路设施模型 该模型将用于评价护栏、灯柱、标志和标线等设施的对道路安全的影响, 设计安全的设施结构以降低交通事故的严重程度。

第二阶段的 IHSDM 包括以下 4 个子模型:

费用-效益模型 该模型用于评价增加安全结构的投资能否降低交通事故的费用。

驾驶心理模型 主要研究驾驶员的驾驶心理是如何受道路环境影响的。

交通流模型 除了车速和道路线形之外, 整个路网的车流量对道路安全也有比较大的影响, 该模型将建立事故-ADT-道路线形之间的关系。

政策评价模型 该模型将帮助设计人员评价那些在其余模型没有涉及的政策性因素对道路安全的影

响。

目前 FHWA 已经基本完成了第一阶段的 IHSDM, 其进行安全评价的流程是: 设计人员用 CAD 软件完成道路的平、纵、横设计, 进行必要的文件格式转换以后, 激活 IHSDM 主程序, 首先选择一辆设计车辆, 调用车辆动态模型检查设计方案并得到速度断面图和线加速度变化图, 如果某地点的线形出现不符合安全审计规范的地方, 该地点就被标注出来, 然后退出模型程序, 使用 CAD 调整设计方案。接下来, 设计人员将激活车速一致性模型, 检查线形元素的组合是否会混淆驾驶员的速度感觉和驾驶行为, 主要是看速度变化比较剧烈的路段, 如圆曲线路段, 然后再次使用 CAD 调整设计方案。最后, 设计人员激活事故预计模型, 通过计算设计方案各地点发生事故的的概率评价方案在线形设计方面的安全性。在未来完整的 IHSDM 中, 设计方案还会由另外的 5 个模型进行评价, 使评价的结果更为全面、客观。

此外, FHWA 重点强调了 IHSDM 中的每一个子模型都应该具有良好的 CAD 应用程序接口。使用 CAD 技术作为 IHSDM 的内核有以下几个优势:

(1) 多数设计部门现在都使用基于 CAD 开发的软件进行道路规划和设计, 例如, IGRDS, INROADS, GEOPACK 等。因此, 设计人员应熟悉 CAD 的技术、协议和产品。

(2) CAD 技术是一个相对来说定义良好的标准化技术。多数第三方开发的 CAD 软件包不是基于 Intergraph 的 MICROSTATION 就是 Autodesk 的 AUTOCAD。这就使开发人员很容易就能够把 IHSDM 评价系统集成到 CAD 中。

(3) CAD 技术有成熟的输出格式。例如, Intergraph 使用 DNG 格式, Autodesk 使用 DWG 格式。这些格式允许 IHSDM 评价系统和 CAD 之间的接口使用一种通用技术, 例如, DXF 格式。这意味着用 CAD 完成的设计方案能够方便地完成文件格式转换, 成为 IHSDM 中各子模型能识别的文件格式。

(4) 使用 CAD 技术作为系统内核能够大大地简化介于 IHSDM、8 个子模型和 CAD 之间的应用程序接口。FHWA 建议, 所有的应用程序接口都使用 x , y 和 z 的坐标系统。

IHSDM 作为一个基于 CAD 的软件系统, 还应解决好以下几个关键问题:

①编程语言的选择。除了良好的开发调试环境之外, 还要能容易实现和 CAD 之间的应用程序接口。

②生产三维仿真动画。通过调用 CAD 文件生成的数据表, 基于 OpenGL 或者 DirectX 等三维图形应用程序接口 (3D Graphic Application Program Interface) 生成道路设计方案的三维仿真动画, 并和路面特性关联在一起, 这样, 车辆动态模型和驾驶员心理模型的评价结果就更为真实可靠。

③如何实现交互式的评价过程。设计人员可能需要调用不同的函数, 或者随时依据评价结果修改设计方案, 如何实现不同函数之间的切换以及 CAD 和 IHSDM 之间的切换也是开发人员要解决的主要问题。

2 道路安全评价系统 IHSDM 的发展前景

FHWA 已经将 IHSDM 完整的研究计划提交 TRB 委员会并获得了资金和技术方面的广泛支持。1994 年 6 月, AASHTO 下属的 4 个设计委员会讨论了 IHSDM 的可操作性以后, 于 1994 年末把 IHSDM 的外壳和其中 5 个子模型 (车辆动态模型、车速一致性模型、事故预测模型、道路设施模型和驾驶心理模型) 立项交由大学和实验室进行研究开发。目前车辆动态模型、车速一致性模型、事故预测模型的系统已经初步完成, 正进行实用测试。FHWA 认为, IHSDM 将道路安全评价和 CAD 集成的思想既实现了道路安全审计的目的, 又方便了设计方案的修改, 这代表了道路安全评价未来的发展方向, 将在道路安全评价领域发挥重要的作用。

3 我国道路安全评价系统发展现状及未来

我国目前尚没有学者提出比较完整的道路安全评价系统的框架, 进行道路安全审计工作时, 仍然采用根据历史事故资料结合专家评价的方法。并且, 从道路安全审计的大方向上看, 我国目前开展的课题集中于车, 即车辆的行驶性能、车速等与交通事故之间的关系, 在人和路方面开展的研究很少。现阶段我国的路网建设迅速发展, 同时道路交通事故却呈逐年上升的趋势, 因此, 笔者认为借鉴和参考发达国家的经验, 拓宽我国道路安全审计研究的范围, 尽快制订道路安全审计法规, 对减少我国居高不下的交通事故量具有现实意义。

参考文献:

- [1] Jerry A Reagan The Interactive Highway Safety Design Model: Designing for Safety by Analyzing Road Geometrics [M]. Washington: Federal Highway Administration, 1995