

道路交通事故再现模型研究

丁同强, 席建锋, 矫成武

(吉林大学 交通学院, 吉林 长春 130022)

摘要: 事故再现是道路交通事故责任鉴定或原因分析的重要方法,也是交通安全改善研究中的重要步骤.文中介绍了事故再现的基本内容和事故再现模型的基础理论、方法,并在综述国内外近年来事故再现技术和模型研究现状的基础上,给出了我国未来事故再现模型的研究重点和发展趋势.

关键词: 事故再现; 交通运输事故; 碰撞模型; 计算机化仿真

中图分类号: U298.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2004)03-0102-04

Study and Trend of the Technology of Accident Reconstruction

DING Tong-qiang, XI Jian-feng, JIAO Cheng-wu

(College of Transportation, Jilin University, Changchun 130022, China)

Abstract: Accident reconstruction is not only the most important way of accident identification and reason analysis, but also the process of traffic safety improvement. The content of accident reconstruction and basic principle, the keystone and trend of the accident reconstruction model are introduced. The key points and developing trend of the accident reconstruction model in our country are explicitly pointed out.

Key words: accident reconstruction; traffic accidents; impact model; computerized simulation

0 引言

事故再现(Accident Reconstruction) 是进行事故鉴定或事故原因分析的主要方法之一,用来解释说明事故发生的整个过程或其中的某一片段.它主要透过相关事故迹证调查、鉴识分析、当事人和证人的陈述,并运用车辆运动、碰撞行为、驾驶行为相关的数学与物理原理,对事故的发生情况加以判断.其目的在于翔实的描述或鉴定事故碰撞时空关系,包括碰撞过程的第一次接触及损害造成前后、瞬间的一系列时间段或空间分析.

1 事故再现

1.1 事故再现的内容

事故再现的内容是利用所收集的现场迹证,将事故发生情形的内涵推估出来.主要分为事故过程再现、碰撞点再现、碰撞形态再现和事故现场再现.对于每一起道路交通事故,其所需进行事故再现的内容不尽相同,也不需要对所有内容进行完整的再现与鉴定.一般事故再现的内容包括有几项:(1) 事故发生涉案的相关人、车判定;(2) 确定碰撞过程中人、车间的相互位置关系;(3) 理清事故涉案人员的角色;(4) 伤害或损坏如何造成;(5) 车辆运动与动力建立;(6) 驾驶策略与行为推定.

其中以(2),(4),(5)为研究热点、以事故再现模型的建立为技术难点.

1.2 事故再现的程序

事故再现通常依图 1 所列程序进行而达到推定事故原因的目的.

收稿日期: 2004-03-05.

第一作者简介: 丁同强(1977.1~),男,在读博士研究生,讲师.主要研究方向:交通安全和交通工程. E-mail: dtq8@

2 事故再现模型理论及发展

2.1 事故再现模型的基本理论

事故再现模型主要根据交通事故现场所遗留的种种迹证(如:碰撞后车辆位移、滑行角度、损毁程度、刹车痕长度、路面特性、车辆特性等),运用弹性力学和运动学等相关理论对事故发生过程进行理论推演与印证.前者以碰撞前的动量总和与碰撞后的动量总和相等为基础,在车辆的重量为已知的情况下,考虑其行驶方向与碰撞后相关位置,借以推导碰撞前后车速的变化及碰撞角度;后者根据事故发生后车辆位移、损毁程度、碰撞后落差与位能的变化,导出碰撞前、后车速的变化及碰撞角度.

2.2 事故再现模型的发展

欧美、日本等许多发达国家对于交通安全的研究相当重视,不论是道路设计品质的提升,或是汽车设计、制造水准都有长足的进步.对于道路交通事故的预防或事故后的事故现场再现与原因分析,也都投注相当的人力与经费,致力于交通安全的改善研究.在国外常见事故再现模型中,通常采用碰撞模型与轨迹模拟模型来说明车辆碰撞前后的行为,也就是通常所说的“正推法”(也叫模拟法,即根据碰撞损坏假定碰撞前车辆的速度,通过碰撞计算得到碰撞后速度,由此速度模拟碰撞后车辆的滑转过程).在电子计算机问世后,由于其对庞大复杂资料处理的优秀能力,使得许多国家都将自己的事故再现模型付诸应用,开发了相应的事故再现软件.如美国的工程动态公司(EDC)结合了车辆模拟器、拖车模拟器、公路肇事速率重建模式、行人碰撞模拟器、车辆动态模拟器、汽车碰撞模拟模式与电脑绘图系统 7 项子系统,发展了车辆分析套装软件,近来正积极发展 3D 的碰撞模拟与视窗作业系统;奥地利的刑事研究所(IFR)依据车辆运动行为、碰撞行为,结合电脑绘图(Pc-Sketch),图像导入(Pc-Rect)软件,发展了 PC-CRASH 车辆碰撞模拟软件,提供事故现场绘图、现场射影相片的影像输入,并配合视窗作业系统,可以达到 3D 的模拟效果.

近年来,我国已有少数商家和科研部门开始交通事故分析再现的研究,其所采用的方法也都以“正推法”为主,多数处于研发或试用阶段,尚未获广泛应用.例如清华大学对多刚体力学应用于碰撞事故中人体的运动模拟,研究安全带对人体的保护作用;湖南大学和上海交通大学引进了 DYNA3D 软件,并运用该软件进行了模拟研究.吉林大学交通安全实验室正在采用“反推法”(也叫分析法,即根据碰撞后车辆滑转的痕迹,先求得碰撞后的车速,再根据碰撞计算得到碰撞前的车速,这种方法更符合交通事故发生的自然规律)建立交通事故分析再现模型,并开发了相应的事故应用软件,目前正在北京、上海、沈阳和长春等地进行试用.我国台湾省由于交通事故频发,因而也在事故再现分析方面做了许多工作,如国立交通大学的汽车事故再现技术分析、中央警察大学的汽车事故碰撞行为动态模拟和事故现场重建、国立成功大学的两车平面碰撞事故再现专家系统等等.

3 国外常见事故再现模型比较

国外事故再现模型及相应的应用软件很多,其主要区别体现在以下几点.

1) 模型方面.早期 ESS-ARM, IMPAC 采用碰撞模型, VTS, TBS 采用轨迹模拟模型, 美国运输部所资助研究的 CRASH3, SMAC, HVOSM 模型两者皆采用;

2) 求解方面. VTS, TBS, SMAC, HVOSM 与 PC-CRASH 模型采用时间步骤分析, CRASH3, ESS-ARM

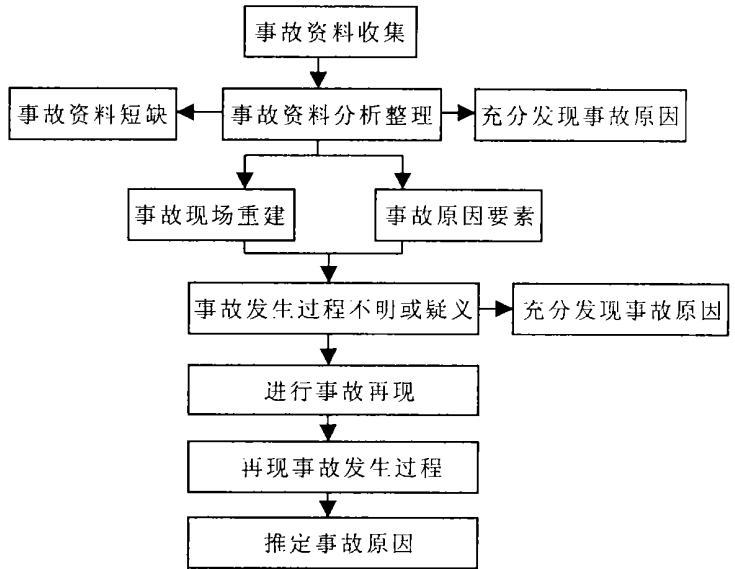


图 1 事故再现程序

与 IMPAC 模型采用动量问题求解;

3) 模拟方面. 多数事故再现模型使用二维空间模拟, HVOSM, PC-CRASH 模型可以三维空间模拟. 各事故再现模型间的详细功能区别比较如表 1 所示.

表 1 国外常见事故再现模型功能比较

功能 \ 模式	CRASH 3	ESS - ARM	IMPAC	VTS	TBS	SMAC	HVOSM	PC-CRASH
空间维度	2	2	2	2	2	2	2	3
问题形态	终值问题	终值问题	初值问题	初值问题	初值问题	初值问题	初值问题	
求解方式	冲量问题	冲量问题	冲量问题	时间步骤	时间步骤	时间步骤	时间步骤	时间步骤
模拟车数	2	2	2	1	1+ 1	2	1	4
电脑计算时间	中等	短	短	短	长	长	很长	极短
资料输入难度	中等	低	低	中等	中等	高	很高	交谈式
轨迹模型有无	有	无	无	有	有	有	有	有
转向控制	无	-	-	有	有	有	有	有
刹车控制	无	-	-	有	有	有	有	有
牵引控制	无	-	-	有	无	有	有	有
胎压模型	表格化	-	-	CS	CS	CS	CS	
摩擦限制	图形	-	-	椭圆形	圆形	圆形	椭圆形	无
图形输出	无	无	无	有	有	有	有	有
轨迹参数图示	无	-	-	DTPLOT	无	DTPLOT	无	有
碰撞模型有无	有	有	有	无	无	有		有
共同速度点	有	有	有	-	-	无	无	有
碰撞前旋转	无	无	有	-	-	有	有	有
碰撞时胎压	无	无	无	-	-	有	有	有
多次碰撞	无	有	有	-	-	有	无	有
侧击形态碰撞	无	无	有	-	-	有	无	有
碰撞描述方法	输入	分区	-	-	-	产生	有	有
碰撞点数	最多 6	-	-	-	-	最多 100	很多	有
乘客轨迹	无	无	有	-	无	PLOTTK	无	有
碰撞能量输出	有	有	有	-	-	无	无	有
ΔV 输出	有	有	有	-	-	有	有	有
车辆模型	无	无	无	有	有	有	有	有

注: ①“CS”表示 Cornering Stiffness Model,“-”表示不适用;

②“DTPLOT”和“PLOTTK”表在 Collision Safety Engineering 的补充程式有图形输出,“PLOTTK”还有乘客轨迹.

4 国内事故再现模型未来的研究重点和发展趋势

4.1 研究重点

国内现有事故再现模型的建立不外乎走“正推法”和“反推法”两种思路,基于这两种思路建立的模型各有优缺点,同时也有两个共同的问题没有很好的解决:(1)碰撞前车辆运动位置的准确判定;(2)碰撞前车辆速度计算的可靠性;

第一个问题涉及到事故发生时的路权.事故处理时对于路权的认定需要准确给出车辆运动位置,国内现有的事故再现模型只能推估出车辆碰撞前的运动状态,进而给出车辆碰前大致的运动位置,没有达到准确给出的要求.

第二个问题涉及到车辆是否超速.国内现有的事故再现模型对某些复杂事故的计算结果还不能令人满意.我们在这里不提车速计算的精确度而提可靠性,是因为要提精度就必定要拿计算结果去和一个准确的真实值来比较.实际上,对于任何事故我们都很难知道碰撞前车速到底是多少,也就是说我们不知道这个准确的真实值,计算得出来的车速也就无从比较,也就无法提“我的计算结果精度是多少”或者“我的计算结果误差是多大”,但是我们可以提“我的计算结果是可靠的”.

在我国, 路权和超速这两个问题的解决对事故的处理至关重要, 因此国内现有事故再现模型的重点也应该放在“准确判定碰前车辆运动位置”和“提高碰前车速计算的可靠性”上。

4.2 发展趋势

在国内外所发展的事故再现模型中, 碍于事故发生的真实情况, 只能以事故发生后所遗留的迹证来推演, 不论使用何种碰撞理论或使用何种分析方法, 往往因采证的不完全或因资料的不确定性, 其所得结果也因再现模型的优劣而有所差异。由于国情的不同, 国外发展事故再现模型的作用在于鉴别事故原因, 或是预测在不同条件下发生碰撞所产生的结果, 以作为车辆设计或道路工程改善的参考; 而在国内事故责任鉴定的需求远大于交通安全改善的需求, 这也是不能盲目直接套用国外现成的事故再现模型及软件的原因之一。

从理论上讲, 国内建立事故再现模型和开发相应的应用软件主要有三种渠道。(1) 直接引进国外的事故再现模型, 并应用其碰撞模拟软件; (2) 引进国外的事故再现模型, 在其基础上二次开发; (3) 完全自主开发。

第一种渠道很省力, 可以直接应用国外已成型的软件, 但由于其要求在事故分析再现过程中参数输入量大、操作复杂, 主观性过强, 不适合中国的国情, 这也是其在国内公安交警部门无法广泛应用的主要原因。

第二种渠道应该说是一种比较常见的方式, 但是国外此类软件往往不提供二次开发功能和接口, 其模型的核心理论亦不提供。这样, 想开发出符合国内实际应用环境的软件就很困难。第三种渠道相对困难, 但却可以拥有自主产权。在自主开发时可采用“正推法”和“反推法”两种思路来建立事故再现模型、开发相应软件, 两种方法各有利弊。采用“正推法”需要做大量的车辆碰撞试验, 测量繁杂的数据参数。我国目前仅有几个碰撞试验场地, 而且我国的车型复杂, 以现有的经济实力很难做大量的碰撞试验。采用“反推法”建立事故再现模型时所需输入参数少, 容易实现, 但是需要对某些关键理论及技术作进一步的研究, 以提高计算结果的可靠性。比如在模型的完整性、某些碰撞参数的优化、车辆碰撞中的“两个假设”对计算结果的影响及修正等方面还需研究改善。

综上所述, 文中建议使用“反推法”建立适合国内本土环境的事故再现模型, 开发相应的应用软件。使相关资料自动输入、生成, 直接由摄影资料将事故现场还原, 进行事故发生过程的模拟, 在模拟时能以虚拟实境的动画表现, 最后给出事故回避分析和预防措施, 进而达到事故再现的智能化, 这也是国内外事故再现技术发展的一大方向。

5 结语

随着我国经济建设的不断发展, 交通安全形势日趋严峻, 2003年出台的《中华人民共和国交通安全法》就如何保障道路交通安全、保护群众的权益作了进一步的解释。我们有理由相信成立专门的事故鉴定机构, 应用自主研发适合国内本土环境的事故再现模型和应用软件, 有利于提高交通事故处理的高效性、公正性和准确性, 给出预防和避免交通事故的方法。

参考文献:

- [1] 陈高村. 道路交通事故处理与鉴定[M]. 台北市: 国家图书馆, 1997. 110~120.
- [2] 李永波. 交通事故中车辆碰撞动态模拟的研究[D]. 长春: 吉林大学, 2001. 18~20.
- [3] Stand Baker J. Traffic Accident Reconstruction[M]. Northwestern University Traffic Institute, 1990. 78~81.
- [4] Raymond Brach M. A review of Impact Models for Vehicle Collision[J]. SAE, 870048, 1998, 430~435.
- [5] Murray Mackay G. Vehicle and Road Safety in the Next Century[J]. International Symposium Concept 2020 Road Transport, TNO Road_Vehicles Research Institute, 1995. 56~59.