

清华大学汽车工程系列教材

汽车儿童乘员 碰撞伤害与防护

**Child Occupant Injury and Protection
in Motor Vehicle Crashes**

张金换 许述财 杨欣 马春生 编著

Zhang Jinhuan Xu Shucai Yang Xin Ma Chunsheng

清华大学出版社

清华大学汽车工程系列教材

汽车儿童乘员 碰撞伤害与防护

**Child Occupant Injury and Protection
in Motor Vehicle Crashes**

张金换 许述财 杨欣 马春生 编著

Zhang Jinhuan Xu Shucai Yang Xin Ma Chunsheng

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书基于我国最早开展儿童乘员保护研究的清华大学汽车碰撞试验室的多年科研积累并结合国内外相关的最新研究成果编著而成,具有知识性和学术性并重的特色。本书主要包括儿童交通事故与儿童乘员保护研究概述、儿童人机工程与防护机理、儿童约束系统法规与试验方法、儿童约束系统评价体系、儿童座椅产品设计、儿童约束系统 CAE 仿真与优化、专用校车碰撞法规及乘员约束系统设计等内容,并介绍了欧洲新法规 ECE R129 侧面碰撞的试验内容与要求。这些内容涵盖了编著团队多年在科研、教育和学术交流等方面的成果,在国内相关研究中具有领先的学术水平和重要的理论和实践参考价值。

本书适合作为车辆工程及相关专业研究生和高年级本科生的参考教材,也可作为从事儿童乘员安全研究的相关人员的参考书,还可作为从事儿童安全座椅研发的工程技术人员的技术参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

汽车儿童乘员碰撞伤害与防护/张金换等编著. --北京:清华大学出版社,2015

清华大学汽车工程系列教材

ISBN 978-7-302-41298-4

I. ①汽… II. ①张… III. ①汽车—碰撞(力学)—安全性—高等学校—教材 IV. ①U462

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 196036 号

责任编辑:杨倩 洪英

封面设计:何凤霞

责任校对:赵丽敏

责任印制:沈露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:21.25

字 数:490 千字

版 次:2015 年 9 月第 1 版

印 次:2015 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~2500

定 价:45.00 元

产品编号:050606-01

作者简介



张金换(1954. 2—),女,清华大学汽车工程系教授,博士生导师。现任清华大学汽车碰撞试验室主任、清华大学苏州汽车研究院汽车安全技术研究所所长,兼任中国汽车工程学会汽车安全技术分会秘书长、全国汽车标委会汽车碰撞试验及碰撞防护分委员会委员、国家质检总局汽车召回特聘专家、《汽车安全与节能学报》副主编等。研究方向:汽车碰撞安全性、人体冲击损伤与防护。



许述财(1978. 11—),男,博士,清华大学汽车工程系助理研究员,硕士生导师。现任清华大学《汽车安全与节能学报》编辑部主任、清华大学苏州汽车研究院院长助理,兼任中国汽车工程学会汽车安全技术分会副秘书长、中国农业机械学会地面机器系统分会副主任委员等。研究方向:汽车碰撞测试技术、冲击人员安全防护。



杨欣(1974. 10—),男,清华大学博士后,河北农业大学机电工程学院副教授,硕士生导师。现任清华大学《汽车与安全节能学报》特约审稿专家、中国汽车工程学会汽车安全技术分会委员、中国农业机械学会收获加工机械分会委员等。研究方向:汽车碰撞安全性、现代农装性能设计。



马春生(1979. 02—),男,博士,清华大学汽车工程系副研究员,硕士生导师。现任国家自然科学基金评审专家、北京市中关村青联委员,入选北京市高等学校青年英才计划。研究方向:汽车碰撞安全性、乘员约束系统优化匹配、碰撞损伤生物力学。

参与编著人员

张金换、许述财、杨欣、马春生、陈玉忠、王琰、肖凌云、沈明、安剑英、朱勇华、李志刚、章雄、杜雯菁、王波、杨帆、黄杨

汽车安全与节能国家重点实验室
清华大学汽车碰撞试验室
2015 年 9 月

Preface One



The study of automotive crash injury and prevention for child occupants involves many research fields, such as road traffic safety, child restraint system, automotive safety regulation, automotive engineering, child impact biomechanics, and technology of testing and analysis, among others. It is typically multi-disciplinary but involves uncommon fields of study. Tsinghua University pioneered the research in automotive crash and occupant protection in China, beginning in the early 1980s and led the development of automotive crash safety research in China. In addition, the Automotive Collision Test Lab at Tsinghua is a leader in conducting many related studies, such as child restraint system regulation, child restraint system safety assessment, child occupant safety protection, and child occupant safety education, achieving fruitful results from these studies. As an Honorary Professor of Tsinghua University and during our academic exchange activities, I was impressed by Professor Jinhuan Zhang's team for their innovative ideas, spirit of exploration, and down-to-earth work ethic. Based on their accumulated research experience and the latest findings of relevant research worldwide, Professor Zhang's team authored a book entitled: *Child Occupant Injury and Protection in Motor Vehicle Crashes*. It is the first systematic review and summary of our knowledge in child occupant impact safety research. To date, even in the U. S. , such a comprehensive discussion of technical and engineering knowledge regarding child occupant impact safety is not available. It represents the latest research findings and is of great academic value. The publication of this book will greatly enhance research in child occupant safety and revolutionize the concept of child occupant safety education in China.

Albert I. King
Member of the U. S. National Academy of Engineering
Distinguished Professor, Wayne State University
Honorary Professor, Tsinghua University

August 10, 2015

序言一

汽车儿童乘员碰撞伤害与防护的研究涉及道路交通安全、儿童约束系统、汽车安全法规、车辆工程、儿童生物力学、测试与分析技术等多个领域,是一个典型的交叉学科和边缘学科。清华大学于20世纪80年代初在中国开创了汽车碰撞与乘员防护方面的研究,引领着中国汽车碰撞安全性研究的进展。在儿童约束系统法规研究、儿童约束系统安全性评估、儿童乘员安全防护和儿童乘车安全教育等诸多方面,清华大学汽车碰撞试验室也率先在中国开展相关研究,并取得了丰硕的研究成果。本人作为清华大学的名誉教授,在历次学术交流活动中也被张金换教授团队的创新理念、科研精神和脚踏实地的工作态度深深打动。张金换教授团队基于清华大学汽车碰撞试验室多年科研积累,结合国内外相关最新研究成果编著的《汽车儿童乘员碰撞伤害与防护》一书,是儿童乘员碰撞安全研究领域的第一次系统的知识汇集和学术凝炼,在美国也未见这样全面地介绍儿童乘员碰撞安全方面的技术理论和工程实践相结合的书籍,反映了该研究领域的最新研究成果和极高的学术水平。本书的出版将对中国儿童乘员碰撞安全研究进展和儿童乘车安全教育理念的变革产生极大的推动作用。

美国工程院院士、韦恩州立大学教授
清华大学名誉教授



2015年8月

序言二

首先祝贺国内首本以汽车儿童乘员碰撞伤害与安全防护为研究内容的著作的出版!

中国汽车工业正处在飞速发展的重要时期。2014 年中国汽车产销量均突破 2300 万辆,连续第六年位居全球第一,随着中国汽车安全性能的逐步提升,交通事故中的伤亡人数也有所下降。但在发生的所有汽车交通事故中,每 10 起事故就有 1 起涉及儿童,交通事故是造成中国儿童伤亡的重要原因,少年儿童道路交通事故造成的后果令人震惊!对受害者的家庭乃至社会都会带来严重而深远的影响。因此,深入研究儿童乘车安全不仅亟须,而且应得到全社会的高度关注。

《汽车儿童乘员碰撞伤害与防护》一书的出版适应了中国汽车安全性发展的时代要求。早在 2004 年,清华大学汽车碰撞试验室率先建立了我国第一套儿童乘员约束系统碰撞试验平台,并逐步开展了汽车儿童约束系统碰撞试验、CAE 仿真分析、儿童乘员约束系统安全性评估等系列研究工作,积累了丰富的研究经验,成果显著。本书集国外发达国家汽车儿童乘员安全研究领域的经验,并着力于汽车碰撞试验室多年在汽车儿童乘员安全研究方面的成果,是一本难得的汽车儿童乘员安全研究方面的系统化的著作。

“三尺之台,起于垒土”,《汽车儿童乘员碰撞伤害与防护》一书的出版依清华大学汽车碰撞试验室张金换教授团队多年研究成果之利,顺先进汽车安全技术发展急需之时,具备了良好的科研成果和学术优势,可为国内外儿童乘员安全研究提供借鉴和参考,因此,我乐意向读者推荐此书。

中国工程院院士



2015 年 8 月

前言

儿童乘车安全是世界各国面临的共同课题,中国在成为世界第一的汽车生产国和消费国的同时,也成为世界上交通事故最多的国家。2014年,我国12岁以下的儿童在交通事故中死亡2423人,儿童乘车安全问题越来越受到社会各界的关注。汽车儿童乘员安全保护的研究涉及车辆工程、人机工程、工业设计、材料力学、机械设计、模具开发、计算机仿真、生物力学、安全教育、儿童解剖学和心理学等多门学科,是一个典型的边缘交叉学科领域。

自1985年开始,清华大学率先在中国开展了汽车碰撞安全性研究工作。清华大学在国内建成了第一个可以进行整车和零部件试验的综合性汽车碰撞试验台。1992年5月,清华大学汽车碰撞试验室进行了中国汽车第一撞,并载入1999年中国大百科全书出版社出版的《365个第一次——共和国50年珍贵图录》。2000年10月,清华大学汽车碰撞试验室通过了国家试验室认可和计量认证,并获得国家机械工业局、国家经贸委和国家发改委认可的汽车碰撞试验检测授权。2004年,清华大学汽车碰撞试验室建立了中国第一套儿童座椅碰撞试验系统,在国内率先开展了汽车儿童座椅碰撞试验和CAE仿真等研究工作。2012年7月,清华大学汽车碰撞试验室参与组建清华大学苏州汽车研究院汽车安全研究所,成立了儿童安全座椅专业设计研发团队,并将清华大学在儿童乘车安全研究方面多年的学术成果和技术积累实施产业化转移。2011年以来,清华大学与国家质检总局缺陷产品管理中心、上海机动车检测中心持续合作开展儿童约束系统安全性评估工作,在理论研究和大量试验的基础上,推出了符合中国特色的儿童约束系统易用性评价体系。同时与中国消费者协会、美国韦恩州立大学、美国密歇根大学、德国TUV等国内外儿童安全研究机构和知名儿童座椅企业开展广泛合作,在儿童约束系统安全性评估、儿童人机工程与生物力学、儿童约束系统法规制定、儿童安全座椅设计、校车座椅动态试验和结构改进及儿童乘车安全教育等方面开展了大量工作。面对我国儿童乘车安全现状和当前儿童座椅质量状况,作者深深地意识到,车用儿童约束系统需要在安全性、易用性和系统性

等方面实现协同创新,儿童乘车安全教育需要在互动性、社会性和广泛性等方面实现协同教育。先进系统的技术理论与工程实践相结合,解决产业发展中的工程实际问题,是清华大学汽车碰撞安全研发团队多年来一直坚持的创新实践模式。

本书内容主要是清华大学汽车碰撞试验室自2004年以来,开展和承担汽车儿童乘员碰撞伤害与防护相关科研项目成果的提炼和总结。主要项目包括:国家质检总局委托项目“汽车儿童座椅碰撞安全试验评估”(20112000635)、中国标准化研究院委托项目“中国汽车儿童约束系统分级评价研究”(20132000420)、“儿童安全座椅误使用模式研究”(20152000967)、中国标准化研究院院长基金项目“我国儿童座椅安全性综合评价体系研究”(282015Y-4005)、清华大学苏州汽车研究院重点基金项目“高安全性汽车儿童座椅系统开发及流程建立”(20132001016D-02)、汽车安全与节能国家重点实验室横向课题“专用校车座椅系统碰撞试验及改进”(20122000687)等。本书撰写时参考了本试验室相关研究的博士后研究报告、博士和硕士学位论文,同时也参考了大量国内外最新技术文献,应用了一些工程分析软件,这些文献和软件均来自清华大学的数据资源和版权授权。本书的出版还得到了清华大学出版社的大力帮助。在此一并向所有提供项目基金支持、软件授权和数据资源的单位以及参考文献的作者表示衷心感谢!

本书由杨欣博士统稿,张金换教授对全书内容进行了审核。由于编著者水平有限、时间仓促,本书不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

作者

2015年9月

目录

第1章 绪论	1
1.1 交通事故	1
1.1.1 交通事故的概念	1
1.1.2 交通事故的分类	1
1.1.3 交通事故的特点	4
1.2 汽车儿童交通事故	5
1.2.1 儿童交通事故伤亡	5
1.2.2 儿童交通事故种类	6
1.2.3 儿童乘车现状调研	7
1.2.4 儿童乘车常见误区	9
1.3 儿童乘车安全措施	12
1.3.1 儿童安全法规体系	12
1.3.2 儿童乘员约束系统	13
1.3.3 儿童乘车安全教育	14
第2章 儿童乘员人机工程与损伤机理	16
2.1 儿童人机工程学	16
2.1.1 儿童人机工程学定义	16
2.1.2 儿童年龄段的划分	18
2.2 儿童人体因素	18
2.2.1 人体测量基础	19
2.2.2 儿童人体尺寸	20
2.2.3 儿童运动特点	22
2.2.4 儿童感官特点	24
2.3 儿童发育特征	27
2.3.1 儿童人体生长发育	28
2.3.2 生长发育评价指标	29

2.3.3	儿童心理发展特点	30
2.4	碰撞生物力学及儿童损伤特点	33
2.4.1	生物力学概述	33
2.4.2	基本力学定义	35
2.4.3	损伤标准与等级	38
2.4.4	头颈部损伤机理	41
2.4.5	胸腹部损伤机理	50
2.4.6	四肢损伤机理	56
2.5	儿童头部颅骨破裂限值研究	60
2.5.1	儿童头部损伤限值研究概况	61
2.5.2	基于CT的儿童头部三维重建	63
2.5.3	儿童头部有限元模型的建立	66
2.5.4	儿童头部材料属性的优化	69
2.5.5	材料属性标定及模型验证	74
2.5.6	Weber儿童尸体试验再现	78
2.5.7	儿童颅骨破裂安全限值	87
第3章	儿童约束系统法规与试验方法	95
3.1	儿童约束系统概述	95
3.1.1	儿童约束系统的定义	95
3.1.2	儿童约束系统的分类	96
3.1.3	儿童约束系统的固定	99
3.2	儿童约束系统法规	101
3.2.1	国际法规体系简介	101
3.2.2	动态试验工况	104
3.2.3	质量分组及假人	105
3.2.4	儿童伤害指标	106
3.2.5	整体特性及其他	107
3.3	模拟碰撞试验系统	108
3.3.1	碰撞波形要求	108
3.3.2	滑车试验系统	109
3.3.3	CRS试验座椅	113
3.3.4	固定装置和附件	116
3.3.5	试验用儿童假人	119
3.3.6	儿童假人的标定	122
3.4	儿童安全座椅动态试验方法	124
3.4.1	一般试验要求	124
3.4.2	主要测试项目	126
3.4.3	座椅和假人安装方法	127

3.4.4	带扣开启力测试	129
3.5	欧洲新法规 ECE R129 及相关研究	130
3.5.1	ECE R129 法规介绍	131
3.5.2	国际儿童座椅主要侧撞试验系统	136
3.5.3	中国儿童座椅侧撞研究进展	139
第 4 章	儿童约束系统评价体系	146
4.1	国际儿童约束系统评价体系	146
4.1.1	美国评价规程	147
4.1.2	英国评价规程	148
4.1.3	欧洲评价规程	149
4.1.4	其他评价规程	150
4.2	中国儿童约束系统的评价研究	153
4.2.1	儿童约束系统使用情况调研	154
4.2.2	儿童约束系统易用性测试评价	158
4.2.3	儿童约束系统误使用试验评价	175
4.3	中国儿童约束系统评价体系	184
4.3.1	评价指标体系建立	187
4.3.2	评价方法验证	188
4.3.3	星级评价方法	190
4.3.4	中国儿童约束系统评价规程	191
第 5 章	儿童安全座椅产品设计	194
5.1	儿童安全座椅开发概述	194
5.1.1	产品设计原则	194
5.1.2	产品开发流程	195
5.1.3	产品设计目标	197
5.2	儿童安全座椅设计要求	201
5.2.1	结构性能要求	201
5.2.2	人机工程参数	203
5.2.3	基本结构形式	204
5.2.4	连接接口形式	205
5.2.5	附属部件组成	207
5.2.6	产品标识要求	210
5.2.7	包装与说明书	212
5.3	儿童安全座椅 CAD 建模技术	214
5.3.1	建模技术简介	215
5.3.2	概念设计造型	216
5.3.3	底座结构建模	218
5.3.4	椅背结构建模	219

5.3.5	头枕调节机构建模	220
5.3.6	儿童安全座椅整体装配	221
5.4	产品评审与确认	223
5.4.1	新产品开发设计评审	223
5.4.2	CAE 仿真与设计验证	223
5.4.3	产品设计开模前确认	224
5.4.4	产品文档输出和开模	224
5.4.5	产品成型和送检测试	225
5.5	材料、工艺和图案	227
5.5.1	主体结构材料	227
5.5.2	塑料成型工艺	228
5.5.3	面料的选择	229
5.5.4	花型的选择	230
第 6 章	儿童约束系统 CAE 仿真与优化	232
6.1	儿童约束系统仿真概述	232
6.1.1	仿真软件简介	232
6.1.2	儿童假人模型	234
6.1.3	CRS 仿真流程	235
6.2	基于 MADYMO 的儿童约束系统仿真	236
6.2.1	儿童安全座椅和假人模型	236
6.2.2	成人三点式安全带的连接	238
6.2.3	儿童五点式安全带的连接	239
6.2.4	台车碰撞试验波形的输入	239
6.2.5	模拟计算与试验对标	240
6.2.6	儿童假人伤害指标对比	241
6.3	基于 LS-DYNA 的儿童约束系统仿真	243
6.3.1	儿童安全座椅有限元模型	243
6.3.2	台车试验座椅和假人模型	244
6.3.3	安全带约束和速度边界条件	245
6.3.4	材料参数和单元属性设置	246
6.3.5	基于 LS-DYNA 的仿真结果	248
6.4	CRS 结构参数敏感性分析	251
6.4.1	儿童约束系统设计参数	251
6.4.2	座椅连接处厚度的影响	252
6.4.3	儿童安全座椅椅身参数的影响	254
6.4.4	成人和儿童安全带的影响	255
6.4.5	坐垫摩擦系数的影响	256
6.5	儿童约束系统优化设计方法	257

6.5.1	基于正交试验设计的系统优化	258
6.5.2	基于 NSGA-II 算法的优化方法	261
6.5.3	基于 SIMPLEX 的单目标优化	263
6.5.4	儿童座椅结构改进	265
6.5.5	相应仿真与试验验证	269
第 7 章	专用校车碰撞法规及约束系统设计	273
7.1	校车发展概况	273
7.1.1	中国校车的安全问题	273
7.1.2	中国的校车应用现状	274
7.1.3	美国的校车应用概况	277
7.1.4	其他国家的校车应用概况	278
7.2	中美专用校车碰撞法规对比	279
7.2.1	校车定义及类型对比	279
7.2.2	碰撞安全结构强度对比	281
7.2.3	校车座椅试验方法对比	283
7.2.4	内部冲击区和特殊装置	284
7.3	专用校车座椅动态试验	286
7.3.1	试验设备和测试系统	286
7.3.2	乘员允许位移指标要求	289
7.3.3	乘员胸部允许伤害指标	290
7.3.4	乘员腿部允许伤害指标	290
7.3.5	座椅固定件及其他指标	292
7.3.6	美国校车座椅的动态试验	293
7.4	专用校车座椅约束系统设计	296
7.4.1	头枕和座椅靠背	296
7.4.2	坐垫、椅腿及连接件	298
7.4.3	安全带	299
7.4.4	座椅间距	300
7.5	专用校车座椅关键结构的改进	301
7.5.1	模型简化和关键参数选择	301
7.5.2	关键参数对法规指标的影响	302
7.5.3	局部结构对关键参数的影响	304
7.5.4	校车座椅结构改进试验结果	305
参考文献		310

第1章

绪论

儿童是人类发展、社会进步的希望。儿童是社会人群中最为年轻的组成部分,尤其是在我国当前国情下,儿童的一切已经成为家庭乃至全社会最为关注的焦点。自2009年以来,我国汽车产销量超过美国,成为全球最大的汽车消费市场,但随着我国私人汽车保有量的飞速增长,交通事故中儿童(本书所述儿童为14周岁以下)乘员的伤亡已成为全社会所面临的非常严峻的问题。儿童虽然不是交通事故伤亡的主体,但他们是道路交通安全中的弱势群体,一旦发生交通事故,其受到重伤的概率远远高于成人。本章主要介绍交通事故的基本概念、类型和特点,阐述文献记载的汽车交通事故儿童伤亡的数据和种类,分析日常生活中儿童乘车的误区,提出儿童乘车安全的几点措施。

1.1 交通事故

1.1.1 交通事故的概念

2011年5月1日实施的新的《中华人民共和国道路交通安全法》第八章第一百一十九条规定,“交通事故是指车辆在道路上因过错或者意外造成的人身伤亡或者财产损失的事件”。

美国国家安全委员会对交通事故所下的定义是:“所谓交通事故,是在道路上所发生的意料不到的有害的或危险的事件,这些有害的或危险的事件妨碍着交通行动的完成,其原因常常是不安全的行动或不安全的条件,或者是两者的结合,或者是一系列不安全行动或一系列不安全条件。”

日本道路交通法中规定:“凡在道路或供一般交通使用的场所,因车辆之类的交通工具所引起的人身伤亡或物品的损害,均称为交通事故。”

由以上定义可以看出,交通事故是由人和车参与的,在道路上发生的造成人身伤亡、财物损失的意外情况。

1.1.2 交通事故的分类

对交通事故进行分类的目的在于分析、研究和预防交通事故。分析的角度、方法不同,对交通事故的分类也不同。

1. 按事故责任分类

根据交通事故主要责任方涉及的车种和人员,在事故统计工作中常将交通事故分为以下4类。

(1) 机动车事故

机动车事故是指事故当事方中,因机动车驾驶人员违反交通法规而引发的,依法认定机动车负主要以上责任的事故。在机动车与非机动车或行人发生的事故中,机动车负同等责任的,也视为机动车事故。

(2) 非机动车事故

非机动车事故是指事故当事方中,因非机动车驾驶人员违反交通法规而引发的,依法认定非机动车负主要以上责任的事故。在非机动车与行人发生的事故中,非机动车一方负一半责任的应视为非机动车事故。

(3) 行人事故

行人事故是指在事故各方当事人中,行人负主要责任以上的事故。行人违反交通法规,包括无视交通信号、不走人行道、随意横穿公路、儿童在街上玩耍、行人在公路上停留或行走时精神不集中等。

(4) 其他事故

其他事故是指其他在道路上进行与交通事故有关活动的人员负主要以上责任的事故,如因违章占用道路造成的事故等。

2. 按交通事故原因分类

任何交通事故的发生都有其原因。因此,从原因上可以把交通事故分为主观原因造成的事故和客观原因造成的事故两类。

(1) 主观原因造成的事故

主观原因造成的事故是指造成交通事故的当事人因本身内在的因素,主要表现为违反规定、疏忽大意和操作不当等引发的交通事故。违反规定是指当事人由于思想方面的原因,不按交通法规的规定行驶或行走,致使正常的道路交通秩序混乱,发生交通事故。疏忽大意是指当事人由于心理或生理方面的原因,没有正确地观察和判断外界事物而造成的失误。操作不当是指驾驶车辆的人员由于技术生疏、经验不足,对车辆、道路情况不熟悉,遇有突然情况时惊慌失措,引起操作错误。

(2) 客观原因造成的事故

客观原因造成的事故是指车辆、环境、道路方面的不利因素而引发的交通事故。客观原因在某些情况下往往会诱发交通事故,如车辆制动或转向突然失灵、车轮爆胎等。道路、环境和气候方面的因素,如道路路肩塌陷、路面各种病害影响等引发的交通事故。但对于道路和环境方面的因素目前还没有很好的调查和测试手段,事故分析中往往会忽视这些因素。

任何一起交通事故都有其促成事故发生的主要情节和造成事故损害后果的主要原因。绝大多数交通事故都是因为当事人的主观原因造成的,客观原因造成的交通事故占的比例比较低。