

THE CRASHWORTHINESS OF STRUCTURE
WITH LARGE DISPLACEMENT
AND LARGE DEFORMATION

大变形结构 的耐撞性

雷正保 谢玉洪 李海侠 著

国防科技大学出版社

国防科技大学出版社高水平
学术专著出版基金资助出版

**The Crashworthiness of Structure
with Large Displacement and Large Deformation**

大变形结构的耐撞性

Lei Zhengbao Xie Yuhong Li Haixia
雷正保 谢玉洪 李海侠 著

国防科技大学出版社

NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

大变形结构的耐撞性/雷正保、谢玉洪、李海侠著. —长沙:国防科技大学出版社,2005.5
ISBN 7-81099-184-1

I. 大… II. ①雷…②谢…③李… III. 大变形-结构-耐撞性 IV. O.3344

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 011072 号

国防科技大学出版社出版发行

电话:(0731)4572640 邮政编码:410073

E-mail: gfkdcbs@ public.cs.hn.cn

责任编辑:文 慧 责任校对:耿 筠

新华书店总店北京发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

*

开本:787×1092 1/16 印张:14.5 字数:317 千

2005 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数:1-1000 册

*

ISBN 7-81099-184-1/O·23

定价:22.00 元

内 容 简 介

以汽车及公路半刚性护栏的耐撞性为研究对象,提出大变形结构的耐撞性设计新理论与新方法,包括七个方面的内容,即护栏设计技术研究综述、护栏设计条件与道路运输条件的关系、高度自适应半刚性护栏的设计条件;用于分析大变形结构耐撞性的动态显式有限元方法;普通半刚性护栏的耐撞性分析方法;基于正交试验设计方法的普通半刚性护栏的耐撞性优化设计;高度自适应半刚性护栏的自适应技术与最优自适应结构尺寸;高度自适应半刚性护栏的耐撞性特性及其与普通半刚性护栏同类特性的对比;复杂结构的大变形耐撞性分析动态显式有限元方法面临的挑战、汽车碰撞安全性设计方法、汽车碰撞能量吸收装置与护栏碰撞能量吸收装置的最新研究进展、大变形结构耐撞性研究的发展展望等内容。本书除系统论述大变形结构耐撞性分析的理论基础外,重点论述了作者在大变形结构耐撞性研究领域取得的几项突破性成果及最新发明,同时,突出了典型工程实际问题的解决方案与工程应用针对性。

本书适合高等院校师生、碰撞安全技术专家与发明爱好者、交通工程专家、汽车制造企业、护栏制造企业、道路交通安全科研单位、汽车覆盖件冲压成形工艺分析专家、LS-DYNA、eta/VPG、eta/DYNAFORM 与 MSC.PATRAN 软件用户与爱好者等科技和工程技术人员、学者参考使用。

前 言

随着我国经济实力的快速增长,居民消费和收入水平稳步提高,人们的生活品位与生活质量得到大幅度提升,其中最明显的标志就是人们的旅游欲望日益强烈,蓬勃发展的旅游产业已成长为第三产业中的骨干,拉动着国内需求,而“五一”、“十一”“黄金周”的出现,更为旅游业的发展提供了新契机。这不仅增加了人们的闲暇时间,为人们出外旅游创造了条件,而且使传统交通运输产业的内容得到了丰富和发展,如何为人们外出旅游提供舒适安全的交通条件已越来越为人们所重视。事实上,对旅游者而言,越是陡峭的山峰,越是原始的地理环境,就越有吸引力,简言之:“无限风光在险峰!”。

然而,具有“无限风光”的险峰,通常也具有独特的地理环境和恶劣的气候条件,山区公路的交通安全将更为严峻,交通事故所造成的后果也更为严重。据报道,2002年全国共发生特大交通事故41起,造成585人死亡、637人受伤,其中,一次死亡10人以上的特大交通事故主要集中在山岭重丘区(2003年因“非典”,事故率下降)。为遏制恶性事故发展的势头,迫切需要有针对性地开展山区公路交通安全技术研究,尤其需要开展大变形结构的耐撞性研究,为汽车及交通安全设施的创新设计奠定理论基础。

事实上,即使是在运行条件相对较好的高速公路及高等级公路上,大变形结构的耐撞性研究同样具有重要的意义。截至2003年,我国除西藏以外的30个省(自治区、直辖市)已通了高速公路,通车总里程已突破2.98万公里,仅次于美国居世界第二位,预计至2020年我国高等级公路通车里程将达到7.5万公里。据统计,在我国的道路交通事故中,发生在普通干线公路上的交通事故约有45%是车辆越出路外造成的,发生在高速公路上的交通事故约有30%是车辆越出路外造成的,且由此造成的特、重大恶性交通事故占该类事故总数的比例达62%以上,高速公路及高等级公路并未成为安全之路,高速公路及高等级公路护栏的研制需要大变形结构耐撞性研究成果的指导。

而我国目前仍然约有30万公里公路属于山岭重丘区二级以下技术等级公路,仅湖南省就有二、三、四级公路37009公里,有等外级公路42415公里,其中相当比例的公路属于山岭重丘区二级以下技术等级和等外级公路,且不乏坡陡弯急、依山靠水、傍沟临涧的地段。更重要的是,这些地段有些还缺乏必要的耐撞性优良的安全防护设施,给安全行车带来了一定的隐患。随着西部大开发进程的不断推进,我国的道路交通安全形势将更为严峻。

西部大开发的范围包括我国西部地区12个省、自治区、直辖市,面积685万平方公里,占全国的71.4%。西部地区自然资源丰富,但地势险要,交通困难,“蜀道难,难于上青天”的历史感慨就足以为证,事实上西部地区交通困难之处又何止“蜀道”,而这种地理

环境正是旅游者所期盼的！长期以来西部地区正是以其独特的“险峰”魅力吸引着海内外游客。

显然，西部公路建设的发展，对西部经济状况的改善将起着巨大的推动作用，对西部旅游资源的利用与开发将创造前所未有的条件。因此，全面完成“油路到县、通电到乡、广播电视到村”工程，开工建设西部地区县际公路，已成为西部大开发的重点任务之一。而进一步加强旅游基础设施建设，保护与开发旅游资源，培育一批精品旅游景区和旅游线路已成为许多西部地区发展的战略之一。

受地理条件的制约，在西部地区，位于陡崖峭壁上的公路将占更高的比例（包括旅游区内的专用旅游公路及通往旅游区的普通运输公路），有相当多的公路具有很高的纵向坡度（也许其路侧还同时位于陡崖峭壁上），这样的路况将包藏着极大的安全隐患，虽然目前的路侧护栏在防护车辆从路侧掉下陡崖峭壁方面发挥过且正在发挥着巨大的作用，虽然事故多发地段的警视标识璀璨夺目，虽然安全教育早已深入人心，但车辆从陡崖峭壁翻滚坠落的人间惨剧仍然时有发生。无疑，汽车及公路安全设施如路侧护栏等的耐撞性不能满足车辆撞击的安全防护要求，是造成这些惨剧发生的重要原因。大量实践表明，对于车辆的轻微侧滑，目前的路侧护栏能够提供令人满意的安全防护，而对险象环生的恶性情况，护栏的耐撞性研究则有待深入。因此，在发展汽车安全技术并加强安全教育的同时，绝对不能忽视了护栏本身抵抗恶性事故的能力。即耐撞性。对西部交通而言，除了需要一如既往地重视高速公路及高等级公路护栏的耐撞性设计技术以外，还要特别重视位于陡峭高坡上的公路护栏的耐撞性设计技术，这样，即使出现恶性事故，也能依靠护栏本身的安全防护能力将伤害减至最低限度，从而提高西部交通的安全水平，为西部旅游资源的开发及西部经济的可持续发展奠定新基础。

然而，长期以来，我国对大变形结构的耐撞性研究，主要是对汽车或护栏的碰撞试验研究，研究的内容属于检验所设计制造的汽车或护栏是否满足有关安全标准的要求，是一种事后的评估行为。随着计算机软、硬件的发展，特别是在 Hallquist J.O. 博士的带领下，美国 Lawrence Livermore National Laboratory（简称 LSTC）推出了具有划时代意义的新一代大型非线性有限元软件 LS-DYNA 以后，包括我国学者在内的众多研究者，开展了广泛的汽车或护栏碰撞过程的计算机仿真分析，大大提高了人们对大变形结构耐撞性研究的能力与认识水平，陆续取得了大量的研究成果，减少了大量的实车碰撞试验与足尺护栏碰撞试验。事实上，汽车或护栏的耐撞性水平本质上就是汽车或护栏的吸能水平。目前，总体来说，基于计算机仿真分析的耐撞性研究可以概括为两个方面的内容。

其一是以有限元为代表的 CAE 技术，即根据以往的经验进行大变形结构的耐撞性设计，然后创建碰撞系统 CAD 模型并生成有限元网格，利用有限元软件计算出静、动态响应及抗撞击性等，再根据仿真结果修改结构设计，最后用实车碰撞试验或足尺护栏碰撞试验验证，这种方法通常称为人工寻优方法，是目前应用最广泛也是最有成效的大变形结构耐撞性设计思路。国内在这方面虽起步较晚，但进展快，效果好。图 0-1 为上汽通用五菱

汽车股份有限公司应用此方法自主开发的全新产品 N1 的碰撞仿真,取得了与实验十分吻合的结果。

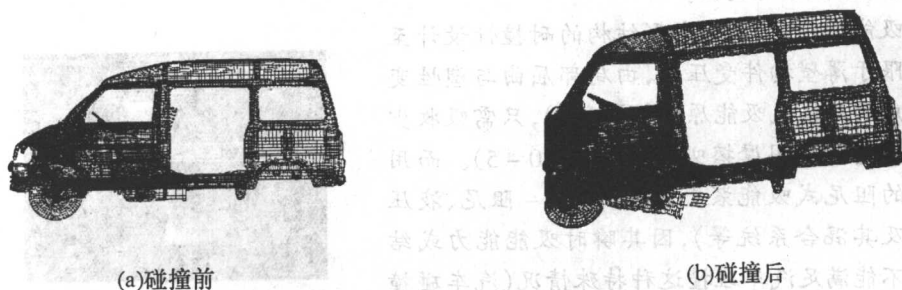


图 0-1 汽车碰撞仿真结果(由 LS-DYNA 软件得到的结果)

二是各种形式的结构拓扑、形状及尺寸优化设计技术。对于一个特定的碰撞问题,只要指定一种吸能模式,就可在优化算法的驱动下自动生成最优设计,这种方法称为计算机寻优方法,尚处于快速发展阶段。在形状拓扑优化方面,最典型的技术思路是“基于有限元形状灵敏度的数学规划优化”。图 0-2 及图 0-3 为优化设计在汽车碰撞安全性研究中能解决的问题。

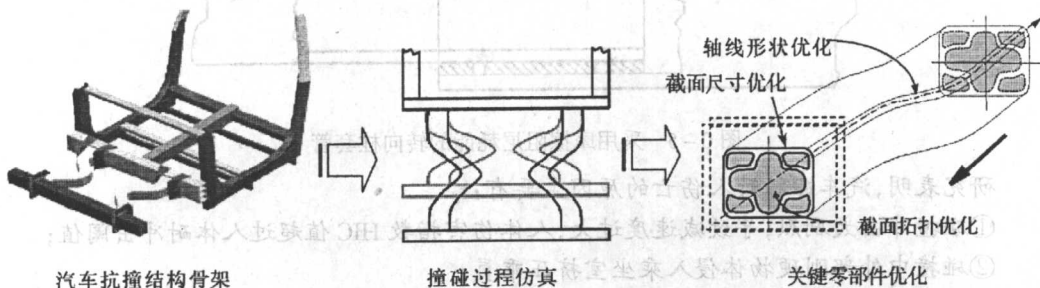


图 0-2 压溃式吸能结构的优化设计

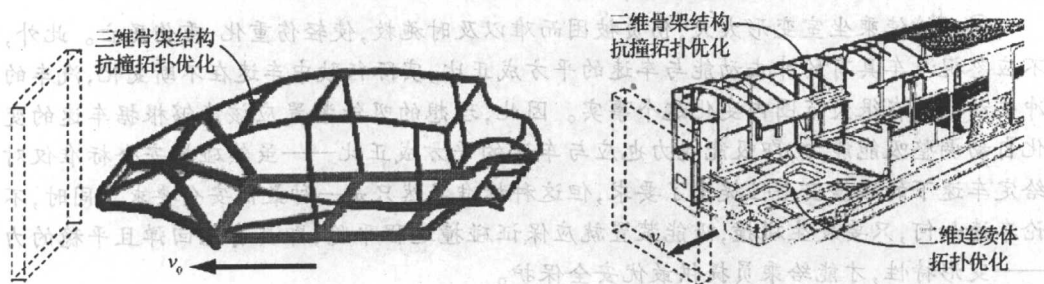


图 0-3 压溃式吸能车身的拓扑优化

上述两种方法在护栏研究中所起的作用基本相同,显然,无论采用哪种寻优方法,通常只能解决吸能机理相同时的寻优问题,上述两种优化的结果一般只是尺寸或形状的改变,不是吸能机理的变化。

在吸能原理方面,大变形结构的耐撞性设计至今仍局限于薄壁构件受压后,由局部屈曲与塑性变形等构成的压溃式吸能原理(图0-4),只需吸收少量冲击能量时使用摩擦吸能原理(图0-5)。而用于减振的阻尼式吸能装置(包括弹簧-阻尼、液压-阻尼及其混合系统等),因其瞬时吸能能力或结构本身不能满足汽车碰撞这种特殊情况(汽车碰撞要求在0.12秒内吸收约 1.0×10^5 焦耳能量),目前还只在冲击能量较低的模拟试验装置中有应用的报道。

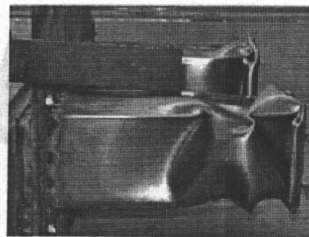


图0-4 方形吸能梁的压溃

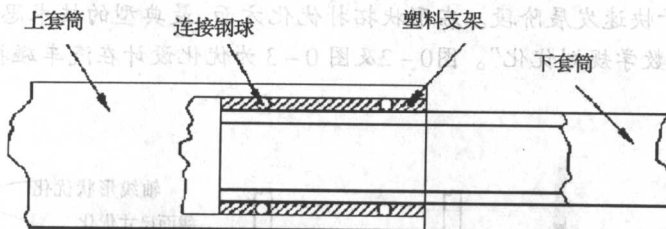


图0-5 采用摩擦阻尼耗能的转向柱套管

研究表明,汽车碰撞致人伤亡的原因主要有:

- ①碰撞冲击太剧烈,导致减速度过大,人体伤害指数 HIC 值超过人体耐冲击阈值;
- ②碰撞中外围刚硬物体侵入乘坐室挤压乘员;
- ③碰撞中回弹剧烈,导致人与车内物体反复碰撞,恶化伤员受伤程度并引起新伤害,或造成汽车与其他物体连锁碰撞等;
- ④碰撞使乘坐室变形太大,伤员被困而难以及时施救,使轻伤重化,重伤死亡。此外,不应忽视汽车具有的冲击动能与车速的平方成正比,实际行驶中车速在不断变化,汽车的冲击动能将在很大范围内变化这个事实。因此,理想的吸能装置应该能够根据车速的变化自动调整吸能能力,即吸能能力也应与车速的平方成正比——虽然碰撞安全标准仅对给定车速下的碰撞安全性提出了要求,但这种标准显然只是一种最低安全要求。同时,不论车速如何,只要发生碰撞,吸能装置就应保证碰撞过程平稳,即具有无回弹且平稳的力——变形特性,才能给乘员提供最优安全保护。

然而,基于压溃式吸能机理的吸能装置,其力——变形特性却有很大波动(图0-6),变形力的峰值很大,导致碰撞中汽车的减速度峰值很大,不利于乘员安全。为此,人们尝

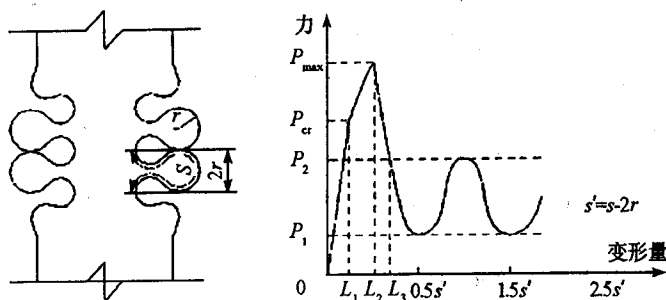


图 0-6 压溃式吸能梁的变形特征

试过多种改良方法,图 0-7 所示的通过削弱吸能梁的横截面来消除压溃过程中力的峰值的方法就是最典型的例子,但这些改良的实际效果很有限。同时,基于压溃式吸能机理的吸能装置还存在吸能能力不能自动调整的问题。可见,已得到广泛应用的压溃式吸能原理既不是理想的汽车碰撞吸能原理,也不是理想的护栏大变形吸能原理。

总之,国际上还缺乏足够的大变形结构耐撞性设计技术,也未对大变形结构的耐撞性进行过系统、深入的研究,其最明显的特征就是至今还没有发明新的

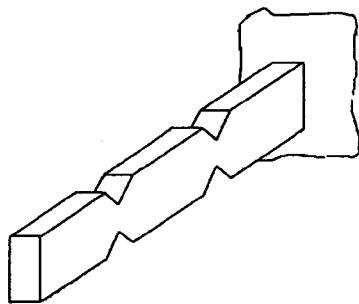


图 0-7 压溃式吸能梁的改良

碰撞能量吸收原理,难以从根本上提高大变形结构的耐撞性,一些耐撞性水平低下的汽车与护栏还在涌入市场,流向社会,严重影响了公路的安全行车水平,事实上,目前的交通安全状况正是这些耐撞性水平不太高的车辆与护栏造成的。因此,如不尽快发展大变形结构的耐撞性设计新技术,交通安全问题不仅仍将继续危害人们的生命财产,而且还将成为严重妨碍西部经济建设的不利因素。

为此,交通部从 2004 年起,在全国国、省干线公路上组织实施以“消除隐患,珍视生命”为主题的公路安全保障工程。本书正是在此背景下,收集了作者多年来在汽车碰撞安全技术、半刚性护栏设计技术、汽车覆盖件冲压成形技术等大变形结构设计制造技术方面取得的研究成果及申请的专利整理而成,试图为大变形结构的耐撞性设计,为新的碰撞能量吸收机理的研究,提供一些新的思路。

本书包括了交通部优秀青年专业技术人才专项经费资助项目“半刚性防撞护栏设计新技术及应用研究”(批准号:交人劳发[2001]162 号)、湖南省教育厅重点项目“新型汽车碰撞能量吸收装置研究”(项目编号:04A001)、湖南省教育厅项目“汽车碰撞变形大畸变的有限元-无网格耦合法研究”(项目计划编号:03C070)、上汽通用五菱汽车股份有限公司攻关项目“N1 车型碰撞安全性设计与改进”、湖南省交通科技项目“智能型半刚性护栏研

制”(项目编号:200409)及湖南省自然科学基金重点项目“汽车覆盖件冲压过程的无网格模具 CAE 方法”(项目编号:02JJY2067、03JJY2005)的有关研究成果。

本书的 CAE 分析主要由 LS - DYNA 与 ETA/VPG 完成,部分由 MSC.PATRAN 完成。本书的研究得到了许多朋友的大力支持与帮助,研究生唐波还提供了一些新思路及部分图纸与文字材料,在此,作者对曾经支持、帮助和关心过本书出版的各位同行,LS - DYNA 和 MSC.PATRAN 及 eta/VPG、eta/DYNAFORM 供应商,参考文献作者,审稿者和出版者致以诚挚的谢意。

限于作者水平,书中错误难免,敬请指正。

作 者

2005 年 1 月 12 日

目 录

前 言

第 1 章 大变形结构耐撞性研究概述

1.1 道路交通运输产业的发展形势喜人	(1)
1.2 道路交通安全是交通运输产业持续发展的瓶颈	(2)
1.3 护栏是确保道路交通安全的重要设施	(4)
1.3.1 护栏的目的	(4)
1.3.2 护栏的作用	(4)
1.3.3 护栏的设计要点	(5)
1.3.4 护栏的种类及特点	(5)
1.4 国内外护栏设计技术研究概况	(8)
1.4.1 研究历程回顾	(8)
1.4.2 常用研究方法的特点	(9)
1.4.3 最新研究成果	(14)
1.5 护栏的设计条件	(16)
1.5.1 人体伤害评价指标体系	(16)
1.5.2 国外护栏的设计条件	(17)
1.5.3 我国目前的护栏设计条件	(18)
1.5.4 我国道路运输条件的新变化	(19)
1.5.5 新形势下较合理的护栏设计条件	(21)
1.6 现有防撞护栏存在的问题和缺陷	(21)
1.7 高度自适应半刚性护栏的研究内容和意义	(22)
1.8 高度自适应半刚性护栏的特点	(23)
1.9 道路交通事故对碰撞安全技术提出的挑战	(24)

第2章 动态显式有限元方法

2.1 控制方程	(27)
2.1.1 运动方程	(27)
2.1.2 动量方程	(27)
2.1.3 质量守恒方程	(27)
2.1.4 能量守恒方程	(28)
2.1.5 边界条件	(28)
2.2 单元类型及算法	(28)
2.2.1 Belytschko - Lin - Tsay 壳单元	(29)
2.2.2 Belytschko - Wong - Chiang 单元	(32)
2.3 材料模型和应力修正	(34)
2.4 时间积分格式与时间步长控制	(35)
2.5 沙漏控制	(39)
2.5.1 沙漏特征及控制途径	(39)
2.5.2 用于 Belytschko - Lin - Tsay 壳单元的沙漏控制理论	(40)
2.6 接触 - 碰撞界面处理	(41)
2.7 摩擦力计算的实现方法	(42)

第3章 普通半刚性护栏的耐撞性分析

3.1 撞击力的传统计算方法	(45)
3.1.1 传统静力计算法常用的基本假设	(45)
3.1.2 传统静力计算法确定撞击力的方法	(46)
3.2 护栏耐撞性分析的 E - FEM	(47)
3.2.1 轿车的有限元模型	(49)
3.2.2 护栏的有限元模型	(49)
3.2.3 有限元模型的验证	(51)
3.2.4 摆锤撞击半刚性桥梁护栏试验的 E - FEM 分析	(52)
3.3 两波护栏与三波护栏梁板的碰撞力学特性比较	(55)
3.4 防阻块在汽车与护栏碰撞中的作用	(58)

第4章 普通半刚性护栏的耐撞性优化分析

4.1 正交试验设计法原理	(61)
4.2 普通半刚性护栏耐撞性水平的评价指标	(62)

4.2.1 最大加速度 $a_{\max}$	(63)
4.2.2 加速度均值	(63)
4.2.3 标准差	(63)
4.2.4 人体伤害指标	(64)
4.3 普通半刚性护栏尺寸参数对吸能能力的影响	(64)
4.3.1 梁板厚度对吸能能力的影响	(65)
4.3.2 梁板波形高度对吸能能力的影响	(65)
4.3.3 梁板小角度对吸能能力的影响	(66)
4.3.4 梁板大角度对吸能能力的影响	(66)
4.3.5 梁板小半径对吸能能力的影响	(67)
4.3.6 梁板大半径对吸能能力的影响	(67)
4.3.7 防阻块、立柱厚度对吸能能力的影响	(68)
4.4 普通半刚性护栏正交试验设计的方案	(69)
4.4.1 因素及水平	(69)
4.4.2 试验结果及分析	(69)
4.4.3 最佳参数的选择	(74)
4.4.4 护栏设计参数对头部损伤指标的影响	(74)
4.5 最优护栏设计参数及结论	(77)

第5章 高度自适应半刚性护栏的自适应技术研究

5.1 高度自适应半刚性护栏的设计思想	(83)
5.1.1 汽车与护栏碰撞的相互作用机理	(83)
5.1.2 车辆撞击防撞护栏后引发侧翻事故的分析	(84)
5.1.3 新型防撞护栏的设计思想	(86)
5.2 高度自适应防阻块待求尺寸参数的分析	(91)
5.3 立柱在碰撞中的后倾角 θ_2 的确定	(92)
5.4 防阻块第一类参数的优化设计	(95)
5.4.1 复合形法的基本原理	(95)
5.4.2 初始复合形的形成	(95)
5.4.3 复合形法的搜索方法	(96)
5.4.4 复合形法的计算步骤	(97)
5.4.5 问题的提出与求解	(99)
5.5 防阻块的预变形控制结构分析	(100)
5.6 防阻块第二类参数的确定	(103)

5.6.1 建模仿真与问题分析	(103)
5.6.2 宽度对防阻块性能的影响分析	(105)
5.6.3 壁厚对防阻块性能的影响	(106)
5.7 与 BHI 型防阻块立柱组合结构的对比	(108)

第 6 章 高度自适应半刚性护栏的碰撞特性研究

6.1 汽车 - 护栏碰撞系统有限元模型的建立	(109)
6.1.1 汽车模型的建立	(109)
6.1.2 波形梁护栏有限元模型的建立	(113)
6.1.3 其他类型波形梁护栏的有限元模型简介	(117)
6.1.4 汽车与护栏碰撞过程中的假设和简化处理	(120)
6.2 高度自适应半刚性护栏的整车碰撞仿真分析	(121)
6.2.1 高度自适应半刚性护栏的大客车碰撞仿真分析	(121)
6.2.2 小轿车碰撞高度自适应半刚性护栏过程的仿真分析	(125)
6.2.3 高度自适应半刚性护栏与其他形式护栏性能的对比分析	(128)
6.2.4 仿真分析中护栏跨度选取个数对其碰撞性能的影响分析	(129)

第 7 章 复杂结构的大变形耐撞性分析

7.1 耐撞性分析基本软件及其应用简介	(133)
7.1.1 ETA/VPG	(133)
7.1.2 LS-DYNA	(139)
7.1.3 LS-Prepostd	(145)
7.2 轻型货车撞击最优三波护栏的仿真分析	(146)
7.2.1 仿真模型的建立	(146)
7.2.2 仿真结果分析	(150)
7.3 重型货车撞击混凝土护栏的仿真分析 A	(161)
7.3.1 带有假人的仿真模型的建立	(161)
7.3.2 仿真结果分析	(165)
7.4 重型货车撞击混凝土护栏的仿真分析 B	(172)
7.4.1 假人配置三点式安全带的仿真模型	(172)
7.4.2 仿真结果分析	(172)
7.5 重型货车撞击半刚性护栏的仿真分析 C	(176)
7.5.1 仿真模型	(176)
7.5.2 仿真结果分析	(177)

7.6 复杂结构大变形耐撞性分析总结	(184)
第8章 大变形结构耐撞性的最新研究进展与展望	
8.1 动态显式有限元方法面临的挑战	(187)
8.1.1 单元的畸变问题	(187)
8.1.2 复杂模型中单元积分的阶	(188)
8.1.3 材料模型中材料的开裂准则问题	(190)
8.1.4 冲压成形过程对材料性能的影响	(190)
8.2 理想力学特性在汽车碰撞安全性设计中的应用	(191)
8.2.1 微型客车的碰撞安全性设计与改进策略	(191)
8.2.2 优化微型客车的碰撞安全性	(193)
8.2.3 微型客车碰撞安全性设计与改进的基本步骤	(194)
8.2.4 应用实例	(196)
8.2.5 汽车碰撞安全性研究总结	(197)
8.3 汽车碰撞能量吸收装置研制的最新进展	(198)
8.3.1 增加吸能区长度的装置	(198)
8.3.2 简易螺纹剪切吸能装置	(202)
8.3.3 具有自适应特征的螺纹剪切吸能装置	(205)
8.4 护栏碰撞能量吸收装置研制的最新进展	(206)
8.4.1 增加吸能能力的措施——倾斜式立柱	(206)
8.4.2 立柱根部移动式吸能装置	(207)
8.5 大变形结构耐撞性研究的发展展望	(210)
参考文献	(212)

第 1 章 大变形结构耐撞性研究概述

1.1 道路交通运输产业的发展形势喜人

道路交通运输在国民经济建设中正发挥着越来越重要的作用。据统计,在 20 世纪 50 年代初,铁路货运量占货运总量的 40% ~ 60%,享有“铁老大”的美誉,但到 70 年代却已下降到 36.1%。而在同一时期,道路货运比重已从 20% 上升到 40% 左右,居各类运输业的首位,道路客运量也于 1996 年超过铁路而位居第一。高速公路的修建将更有利于道路交通运输产业的发展。据统计,日本仅占全国公路里程 0.31% 的高速公路,却承担了总货运量 25.6% 的货运周转量;美国占全国公路里程 1.35% 的高速公路,却担负着 20% ~ 25% 的总运输量。事实上,长期的运输经验表明,只有汽车的高速安全运行,才能实现高效低耗的运输目的。因此,发展高速公路及高等级公路已成为进一步发展我国道路交通运输产业的重要途径,一个以国道主干线“五纵七横”为核心,辅以各种地方高等级公路的建设规划正在展开之中。

事实上,自我国第一条高速公路——沪嘉(上海至嘉庆)高速公路——于 1988 年 12 月建成通车后,我国的公路建设迅速步入高速发展的轨道。高速公路通车总里程至 1998 年底就达 8 733 公里,居世界第八位;1999 年底,高速公路通车总里程突破 1 万公里,居世界第四位;2000 年底,高速公路通车总里程达 1.6 万公里,居世界第三位;2001 年底,高速公路通车总里程达 1.94 万公里;至 2002 年底,除西藏以外的 30 个省(自治区、直辖市)已通高速公路,通车总里程达 2.25 万公里,仅次于美国,居世界第二位;2003 年,我国高速公路通车总里程达 2.98 万公里。全国交通工作会议确定的 2004 年的预期目标是:新增公路通车里程 7 万公里,其中新增高速公路 3 500 公里,全国公路通车总里程要达到 188 万公里,高速公路通车总里程要达到 3.3 万公里。预计至 2020 年我国高等级公路通车里程将达到 7.5 万公里。图 1-1 为我国高速公路发展历程的直方图。

高速公路的建设与发展改变了我国道路条件落后的面貌,为汽车的高速安全运行创造了前所未有的条件,更为缓解日益增长的交通压力起到了无可替代的作用,也给国民经济的发展,特别是高速公路沿线地区的经济发展带来了无限生机,还为推进我国公路网的形成与完善作出了巨大贡献。但由于汽车本身及公路沿线安全设施的耐撞性水平不能满足高速运输的要求,我国的高速公路远未成为安全之路,更不用说普通干线或山区公路了。

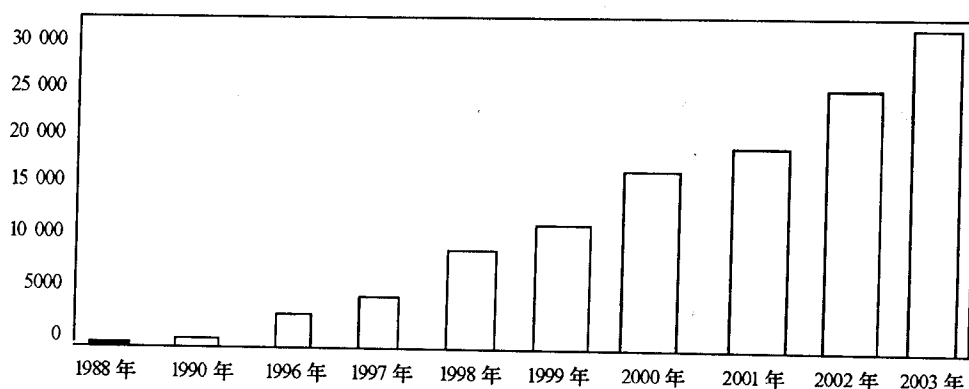


图 1-1 我国历年高速公路里程图(单位:公里)

1.2 道路交通安全是交通运输产业持续发展的瓶颈

据统计,我国的汽车总拥有量只占世界的 2%,而交通事故死亡人数却占世界的 1/7。2001 年,全国共发生道路交通事故 75.5 万起,死亡 10.6 万人,伤 54.6 万人,直接经济损失 30.9 亿元,分别比上年增长 23%、13%、33% 和 16%。我国道路交通事故致死率达 15.5 万人,是美国、日本、欧洲国家的 13 倍多,平均每天有 290 余人死于车祸。2002 年,全国共发生道路交通事故 773 137 起,造成 109 381 人死亡、562 074 人受伤,直接经济损失达 332 438 万元,分别比 2001 年上升 2.41%、3.26%、2.85% 和 7.66%。即使是在“非典”席卷我国大部分地区的 2003 年,全国也发生道路交通事故 667 507 起,造成 104 372 人死亡,494 174 人受伤,直接经济损失 33.7 亿元。表 1-1 为历年道路交通事故分布情况。

表 1-1 历年道路交通事故分布统计

年 份	1998	1999	2000	2001	2002	2003
高速公路里程(公里)	8 733	11 605	16 285	19 437	22 500	29 800
年死亡人数(万人)	7.8	8.4	9.4	10	10.9	10.4
直接经济损失(亿元)		21.2	26.7	27.8	33.2	33.7

在国外,高速公路与普通干线公路相比,平均每百公里,美国交通事故减少 55%,英国减少 62%,日本减少 89%,而在我国,事故不是减少,而是大量增加,达到普通公路的 10 多倍,这样的事实不能不为我们敲响警钟。图 1-2 为我国历年高速公路交通事故直方图。