

清华大学汽车工程系列教材

汽车碰撞安全性设计

Automotive Design for Crash Safety

张金换 杜汇良 马春生 等 编著

Zhang Jinhuan Du Huiliang Ma Chunsheng

清华大学出版社

清华大学汽车工程系列教材

汽车文化 (第2版)	帅石金
汽车构造——发动机工程	赵雨东
汽车构造——底盘工程	徐石安
汽车发动机原理	王建昕
汽车底盘设计	王霄锋
汽车可靠性工程基础	王霄锋
汽车发动机试验学教程	黄海燕
汽车电子学 (第2版)	王绍铖
汽车电子学教程	李建秋
汽车电器与电子设备	韩晓东
▶ 汽车碰撞安全性设计	张金换
动感形态与汽车造型设计	周力辉
立体设计表达: 汽车油泥模型设计制作	周力辉
汽车造型设计二维表达	王 波
汽车造型创意设计方法	王 波

ISBN 978-7-302-20431-2



9 787302 204312 >

定价: 42.00元

清华大学汽车工程系列教材

汽车碰撞安全性设计

Automotive Design for Crash Safety

张金换 杜汇良 马春生 等 编著

Zhang Jinhuan Du Huiliang 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汽车安全研究的清华大学汽车安全与节能国家重点实验室多年的科研积累,综合国内外相关研究,并结合大量的汽车安全设计和改进的重大工程应用实例,形成了学术和应用并重的特色。

本书内容主要包括三个方面:一是汽车安全基础知识,包括汽车交通事故、汽车碰撞安全法规和标准等,是基于国内外相关情况的综述、分析和调研;二是汽车安全设计的基础性理论,包括汽车碰撞试验和测试技术、汽车碰撞中的仿真建模方法、汽车碰撞乘员安全防护系统等,具有很强的针对性和理论指导意义;三是汽车安全设计的工程应用,包括汽车碰撞安全结构设计方法、乘员约束系统设计和优化匹配、行人碰撞保护和儿童乘员安全等。本书的内容涵盖了编者多年科研成果的积累,在国内的相关研究中具有领先的学术水平,具有重要的理论和实践参考意义。

本书系统性强、专业性强、实用性强,适合作为车辆工程及相关专业大学本专科学生的教材以及相关专业的研究生和工程技术人员的参考工具书。

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

汽车碰撞安全性设计/张金换等编著. —北京:清华大学出版社, 2010.2

(清华大学汽车工程系列教材)

ISBN 978-7-302-20431-2

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 104788 号

责任编辑:庄红权

责任校对:王淑云

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

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:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230

印 张:24

字 数:521 千字

版 次:2010 年 2 月第 1 版

印 次:2010 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:42.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。
联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:029595-01

前言



交通安全是世界各国面临的共同课题。中国在成为世界主要的汽车生产国和消费国的同时,也是交通事故最多的国家。2008年,全国共发生道路交通事故26.5万起,造成7.3万人死亡、30.5万人受伤,直接财产损失10.1亿元,道路安全形势十分严峻。随着中国汽车产品消费市场的不断成熟和扩大,消费者素质和要求的不断提高,汽车安全设计的理论和工程实践必然会成为汽车设计自主创新中的重点。

加强汽车安全的研究,减少我国的道路交通伤害,是全社会共同关注并努力解决的重要社会问题之一。减少交通事故是国家“十一五”期间推进和谐社会建设的重要内容之一,提高汽车行业自主研发和自主创新能力,发展技术创新品牌,掌握整车和零部件安全设计的核心技术,提升国际竞争力等将是整个中国汽车行业面临的重要问题。

从1985年开始,清华大学等单位率先在我国开展了汽车碰撞安全性研究工作。清华大学在国内建成第一个可以进行整车和零部件台车碰撞试验的综合性汽车碰撞试验台。建有假人标定试验台、行人弹射试验台等,采用了国际标准碰撞假人、车载电测量设备和高速图像采集设备,并自主开发了多媒体数字序列图像运动分析处理系统等。经过多年的积累和努力,在汽车安全法规研究、汽车碰撞安全性设计、交通事故分析、测试技术开发和试验基地建设等方面取得了显著的进步和发展。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国家计量认证,并获得国家机械工业局、国家经贸委和国家发改委的汽车碰撞试验检测授权。多年来进行了大量整车试验和台车模拟碰撞试验,为提高我国汽车碰撞安全性发挥了重要作用。所从事的科学研究项目荣获国家科技进步二等奖、国家科技进步三等奖、机械工业部和汽车行业科技进步一等奖、汽车行业科技进步二等奖、教育部科技进步二等奖、“九五”国家重点科技攻关计划优秀科技成果奖等多项国家和省部级科技奖励。

为促进学术研究和交流,1995年,中国汽车工程学会成立了汽车安全技术专业委员会,挂靠在清华大学。在此后的多年中,汽车安全技术专业委员会召开了十余届汽车安全技术学术会议,先后有数千位来自国际著名大型汽车公司、科研机构、高等院校的专家学者和领导参加,对于我国汽车安全性能的不断提高起到了积极的促进作用。2005年,经国家民政

部批准,原中国汽车工程学会汽车安全技术专业委员会提升为汽车安全技术分会,为汽车安全性研究和交流提供了更为广阔的平台。

本书基于以上所述的多年科研积累和学术交流,综合国内外相关研究,并结合了作者大量的汽车安全性设计和改进的重大工程应用实例,从而形成了学术和应用并重的特色。本书围绕着汽车安全基础知识的综述和分析、汽车安全设计的基础性理论和汽车安全设计的工程应用等方面展开,包括汽车交通事故、汽车碰撞安全法规和研究方法、汽车碰撞试验和测试分析技术、汽车碰撞仿真的基本理论和建模方法、乘员安全防护系统、汽车正面碰撞安全性设计、汽车侧面安全性设计、行人碰撞保护,儿童乘员保护和其他汽车碰撞形式安全性设计 10 个章节。

汽车碰撞安全的研究,是一个不断发展的、复杂的系统性工程,具有很强的工程实践特征,希望本书的出版,可以对中国汽车碰撞安全性的不断提高起到积极的促进作用。

本书由张金换、杜汇良和马春生编著,许述财、王金涛、李志刚、李可瑞、张华坤、龚龔、胡经耀、崔宇硕、周懿、辛龙、魏庆、蒋筑阳等参加了编著。黄世霖老师对全书内容进行了审核。

本书部分章节的内容是在本试验室研究生王大志、徐引龙、金鑫、梁锐、董光、李可瑞、林喆等学位论文的基础上进行修改或删减后成文,在此表示感谢。

由于编者水平有限,在编著过程中,难免会有不足之处,希望广大读者批评指正。

编 者

2009 年 12 月

目录

1	汽车交通事故	1
1.1	概述	1
1.1.1	汽车交通事故的定义和分类	1
1.1.2	汽车交通事故的一般特性	2
1.2	世界交通事故概况	3
1.2.1	世界交通事故现状	3
1.2.2	世界交通事故的特点	5
1.3	我国交通事故概况	8
1.3.1	我国交通事故现状	8
1.3.2	我国交通事故的特点	9
	参考文献	15
2	汽车碰撞安全法规	17
2.1	概述	17
2.2	国外主要汽车碰撞安全法规简介	19
2.2.1	美国联邦机动车安全法规(FMVSS)	19
2.2.2	欧洲汽车安全法规	21
2.2.3	日本道路车辆安全标准	22
2.3	国外主要碰撞安全法规比较	22
2.3.1	正面碰撞	22
2.3.2	侧面碰撞	25
2.4	我国汽车碰撞安全法规现状	30
2.4.1	我国汽车标准与法规体系	30
2.4.2	我国强制性安全标准	31

2.4.3	碰撞安全技术法规	32
参考文献		36
3	汽车碰撞试验与测试分析技术	37
3.1	概述	37
3.2	汽车碰撞试验室和碰撞试验	37
3.2.1	整车碰撞试验室的构成	37
3.2.2	整车碰撞试验	41
3.2.3	模拟碰撞试验	45
3.2.4	其他实验台	47
3.3	电测量技术	49
3.3.1	碰撞试验中的数据测量	49
3.3.2	碰撞试验用采集器	52
3.3.3	碰撞试验用传感器	58
3.3.4	数据处理	59
3.4	试验用假人	62
3.4.1	碰撞试验假人	62
3.4.2	碰撞试验对假人的要求	63
3.4.3	各种碰撞试验用假人	64
3.4.4	假人标定	73
3.5	图像运动分析技术	81
3.5.1	碰撞试验中的图像采集	81
3.5.2	图像分析技术	81
3.5.3	序列运动图像分析	83
3.5.4	数字化序列图像在计算机中的再现	83
3.5.5	目标的标识与跟踪	83
3.5.6	目标的运动分析	84
3.5.7	序列运动图像分析实例	85
参考文献		86
4	汽车碰撞仿真基本理论与建模方法	87
4.1	概述	87
4.2	非线性有限元基本理论	88
4.2.1	基本力学模型与方程	88
4.2.2	显式有限元软件积分方法	90
4.2.3	单元类型和特性说明	92

4.2.4	材料类型	94
4.2.5	接触类型和接触算法	95
4.2.6	常用有限元软件	97
4.3	多刚体动力学法	99
4.3.1	多刚体系统运动学的理论基础	99
4.3.2	多刚体系统动力学基本原理和计算方法	101
4.3.3	常用软件	110
4.4	高性能并行计算系统	110
4.4.1	并行计算体系结构	110
4.4.2	并行计算消息传递平台	113
4.4.3	并行计算系统应用实例	114
4.5	汽车碰撞仿真建模和应用	117
4.5.1	基本模型建立	117
4.5.2	设置物理属性	123
4.5.3	边界条件设置	124
4.5.4	模型调整	125
4.5.5	控制选项和输出信息	126
4.5.6	计算结果后处理	126
4.6	汽车碰撞仿真中的优化方法	128
4.6.1	析因试验设计方法	128
4.6.2	响应曲面优化方法	131
	参考文献	132

5 乘员安全防护系统..... 133

5.1	概述	133
5.1.1	国内外研究现状	134
5.1.2	乘员保护系统装置的开发研究	135
5.1.3	乘员约束系统的研究方法	137
5.1.4	研究乘员保护系统的有关试验及假人伤害评价指标	138
5.2	安全带	139
5.2.1	安全带的发展状况	140
5.2.2	安全带的种类	140
5.2.3	预紧式安全带的工作原理	141
5.2.4	限力式安全带的工作原理	143
5.2.5	有关法规及试验方法	143

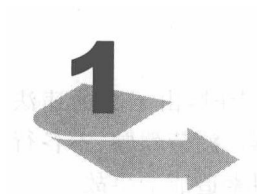
5.3	安全气囊技术	143
5.3.1	国内外气囊的研究发展状况	144
5.3.2	气囊工作原理、组成与分类	145
5.3.3	气囊控制系统关键技术要求	152
5.3.4	气囊点爆控制算法介绍	153
5.3.5	气囊的试验方法	155
5.3.6	气囊系统试验	158
5.4	座椅及头枕	160
5.4.1	座椅	160
5.4.2	汽车座椅结构	161
5.4.3	座椅的性能要求	162
5.4.4	座椅头枕	164
5.4.5	座椅头枕性能要求	165
5.5	吸能式转向系统对乘员的保护作用	165
5.5.1	概述	165
5.5.2	三种典型吸能式转向系统简介	166
5.5.3	吸能式转向系统的试验研究	168
5.5.4	有限元模型的建立和验证	171
5.5.5	吸能式转向系统的作用效果和影响因素分析	177
5.6	其他保护系统	185
	参考文献	187

6	汽车正面碰撞安全性设计	188
6.1	概述	188
6.2	正面碰撞车辆加速度变化与乘员保护分析	189
6.2.1	汽车正面碰撞系统化研究的意义及难点	189
6.2.2	汽车正面碰撞过程分析	190
6.2.3	车辆-乘员模型建立	191
6.3	吸能抗弯方形截面薄壁梁设计	199
6.3.1	矩形截面薄壁梁轴向压缩特性综述	199
6.3.2	薄壁直梁的弯曲变形分析及抗弯设计方法	204
6.3.3	具有较高吸能能力的约束梁结构设计	210
6.4	汽车正面碰撞车身变形控制方法及应用	213
6.4.1	汽车正面耐撞结构设计	213
6.4.2	汽车正面碰撞变形控制	214

6.5	正面碰撞中乘员约束系统优化匹配	222
6.5.1	评价函数的建立	222
6.5.2	敏感性分析	223
6.5.3	全因子试验设计	225
6.5.4	改进方案模拟和试验的对比	228
	参考文献	230
7	汽车侧面碰撞安全性设计	236
7.1	概述	236
7.1.1	典型车侧面结构	236
7.1.2	车顶结构分析	237
7.1.3	B柱结构分析	237
7.1.4	门槛结构分析	238
7.2	侧面结构的碰撞过程	239
7.2.1	侧面结构的传力路径和侧撞中的变形过程	239
7.2.2	碰撞过程中侧面结构对假人伤害的影响	240
7.2.3	侧面碰撞时序分析	241
7.3	整车侧面碰撞模拟计算	244
7.3.1	汽车整车侧面碰撞模拟仿真流程	244
7.3.2	汽车整车侧面碰撞模拟实例结果分析	244
7.4	侧面碰撞台车试验方法和模拟计算	247
7.4.1	侧面碰撞台车试验方法	247
7.4.2	预变形车门台车试验探讨	254
7.4.3	汽车台车侧面碰撞模拟仿真	258
7.5	侧撞结构安全性设计方法	264
7.5.1	刚度参数与侧面侵入量的关系	264
7.5.2	侧面结构设计方法	266
7.5.3	侧面结构改进的实例分析	268
7.6	车辆约束系统对侧撞的影响分析	272
7.6.1	安全气囊系统的应用	272
7.6.2	其他约束系统的应用	273
7.7	侧面碰撞安全新技术	273
7.7.1	超高强度钢的应用	273
7.7.2	铝合金材料	273
7.7.3	激光焊技术	273

7.7.4 空腔注塑	274
参考文献	274
8 行人碰撞保护	276
8.1 概述	276
8.1.1 研究背景	276
8.1.2 国内外研究现状	277
8.2 人车碰撞分析	279
8.2.1 人车碰撞过程	279
8.2.2 人车碰撞交通事故的特征	281
8.3 行人保护性能试验评价方法	283
8.3.1 各国行人碰撞保护评价方法简介	283
8.3.2 行人保护试验评价方法	286
8.4 行人保护系统	298
8.4.1 主动式行人保护系统	298
8.4.2 被动式行人保护系统	301
参考文献	304
9 儿童乘员保护	306
9.1 概述	306
9.1.1 汽车碰撞事故中的儿童伤亡	306
9.1.2 儿童约束系统的保护作用	307
9.1.3 车用儿童安全座椅	307
9.2 儿童约束系统法规的发展	308
9.2.1 世界各国法规	308
9.2.2 三大法规体系的相似性	311
9.2.3 儿童安全法规存在的问题	312
9.2.4 我国汽车儿童约束系统近期研究	312
9.3 儿童约束系统的试验研究	312
9.3.1 试验台系统构成	313
9.3.2 试验基础设备	313
9.4 儿童乘员约束系统计算机模拟分析	317
9.5 儿童约束系统的新技术	320
参考文献	323

10 汽车其他碰撞形式安全性设计	324
10.1 概述	324
10.2 滚翻	324
10.2.1 滚翻事故概述	324
10.2.2 汽车滚翻研究方法	328
10.2.3 滚翻中的乘员伤害机理	331
10.2.4 滚翻中乘员防护设计	332
10.3 追尾碰撞下颈部损伤及防护	335
10.3.1 追尾碰撞下颈部损伤机理	335
10.3.2 追尾碰撞颈部损伤因素分析	338
10.3.3 一种主动头枕机构设计研究	354
10.4 碰撞相容性	360
10.4.1 概述	360
10.4.2 碰撞相容性的概念	361
10.4.3 正确理解碰撞相容性	363
10.4.4 碰撞相容性试验与受伤几率	364
10.4.5 改变车辆质量	366
10.4.6 碰撞相容性的初步理论分析	367
10.4.7 改善碰撞相容性的一些措施	367
参考文献	369



汽车交通事故

1.1 概 述

1.1.1 汽车交通事故的定义和分类

1.1.1.1 汽车交通事故的定义

新的《中华人民共和国道路交通安全法》已于 2007 年 12 月 29 日通过,自 2008 年 5 月 1 日起施行。根据第八章第一百一十九条定义,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。

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。”

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,其原因常常是由于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。”

由以上的定义可以看出,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。

1.1.1.2 汽车交通事故的分类

《汽车安全工程》中,将汽车交通事故分类如下。

1. 按交通事故主体分类

(1) 机动车事故 机动车事故是指在事故当事方中,因机动车驾驶员交通违法行为引起,依法认定负主要以上责任的事故。机动车与非机动车或行人发生的事故中,负同等责任时也视为机动车事故。

(2) 非机动车事故 非机动车事故是指在事故当事方中,由非机动车驾驶人员因交通违法行为引起,依法认定负主要以上责任的事故。非机动车与行人发生的事故,负同等责任

时,应视为非机动车事故。

(3) 行人和乘车人事故 行人、乘车人事故是指行人或乘车人在行走或乘车时,由于交通违法行为或不慎引发的交通事故,依法认定行人或乘车人负主要责任的事故。

2. 按交通事故原因分类

1) 主观因素

(1) 事故当事人交通法制观念不强,交通安全意识差,在驾车或行走时,由于交通违法行为酿成的交通事故,诸如超速行驶、酒后开车、不按规定超车、超额装载、疲劳驾驶、不各行其道、驾驶机件不合格的车辆以及行人横穿道路不走人行横道等主观因素造成的事故。

(2) 事故当事人心理素质差,在驾车或行走中不能正确判断和处理交通情况或自信技术高明、精力不集中等行为过失造成的事故。

(3) 车辆驾驶员技术生疏,经验不足,对车辆和路况不熟,遇有交通险情惊慌失措,操作失误等原因造成的事故。

2) 客观因素

(1) 车辆制动、转向机件突然失灵、车轮胎爆破等原因突发的事故。

(2) 道路路肩塌陷、路面各种病害影响引发的事故。

(3) 风、雨、雪、雾天气影响引发的事故。

3. 按事故后果分类

(1) 一般事故指凡一次造成重伤 1~2 人;或轻伤 3 人及 3 人以上 10 人以下;或直接经济损失不足 3 万元的事故。

(2) 重大事故指凡一次造成死亡 1~2 人;或重伤 3 人及 3 人以上 10 人以下;或直接经济损失在 3 万~6 万元间的事故。

(3) 特大事故指凡一次造成死亡 3 人及 3 人以上;或重伤 11 人及 11 人以上;或死亡 1 人,同时重伤 8 人及 8 人以上;或死亡 2 人同时重伤 5 人及 5 人以上;或直接经济损失在 6 万元以上的事故。

对于交通事故的死亡要注意各国的定义是不同的。我国规定:交通事故人员死亡是指发生交通事故当场死亡和伤后 7 日内抢救无效的死亡。而美国为一年内的死亡,德国、英国为 30 天内的死亡,在法国则为 72 小时内的死亡。

1.1.2 汽车交通事故的一般特性

1. 交通事故具有突发性

无论是对于交通事故双方来说,还是对于他们双方所涉及的亲属及工作单位来说,交通事故都是突发的,无任何思想准备的,特别是会给他们的亲属带来突如其来的打击。

2. 交通事故的涉及面广

交通事故每死伤一人,一般要直接或间接地涉及 5~10 个家庭。据统计,像北京这样的特大城市,每年将会有 1%~4% 的家庭直接或间接地受交通事故的影响。

3. 交通事故具有极强的社会性

一般事故要么原则上可以单方面预防,如可在房间或楼道里装上烟雾报警器来防止火灾,一旦出事,可以采取的措施;要么虽很难单方面预防,但发生的概率很小,如自然灾害等。然而对于交通事故,借用美国著名学者乔治·威伦的著作《交通法院》中的话:“人们应该承认,交通事故已经成为今天国家最大的问题之一。它比消防问题严重,是因为每年交通事故比火灾死亡的人更多,遭受的财产损失更大。”

1) 道路交通伤害

研究表明,无论在高收入国家还是中等收入和低收入国家,道路交通伤害都是造成脑外伤的首要原因。

研究表明,在 2000—2020 年期间,道路交通事故死亡人数在高收入国家将下降 30% 左右,而在中等收入和低收入国家则会大幅度增加。如果不采取适当措施,到 2020 年道路交通伤害预计将成为全球疾病与伤害负担的第 3 位原因。

2) 国民经济损失

由于交通事故给中等收入和低收入国家造成的损失占其国民生产总值的 1%~2%,比这些国家所接受的开发援助资金还要多。运输研究实验室(即现在的 TRL Ltd)调查了 21 个低、中、高收入国家的道路交通伤害资料,并做出了道路交通伤害损失的粗略估计,低收入国家的道路交通伤害损失平均为其国民生产总值(gross national product,GNP)的 1%,中等收入国家为 1.5%,高收入国家为 2%。据亚行公布的统计数字,2000—2004 年间中国每年因交通事故造成的损失为国内生产总值的 1%~3%,损失金额逾 125 亿美元,高于公众卫生服务和农村义务教育的国家财政预算。

欧盟国家每年道路交通伤害损失为 1800 亿欧元,是这些国家每年所有活动预算的两倍。美国的道路交通伤害损失约为每年 2306 亿美元,即 GNP 的 2.3%。

4. 交通事故具有频发性

我国机动车保有量逐年增加,人们的安全意识和法制观念特别是交通法规观念还不够强。观察与研究表明,在我国,每个机动车驾驶员每天至少要遇到 200 次险情,每次险情发生时,如处理不当,就可能发生交通事故,因此,我国的交通事故具有极高的频发性。

1.2 世界交通事故概况

1.2.1 世界交通事故现状

随着世界机动车保有量的增加,全球每年因道路交通事故造成约 120 万人死亡,使约 2000 万人遭受终身致残性伤害。

由交通事故伤害造成的死亡人数占总体死亡人数的比例很高,在 15~59 岁年龄段内死亡原因排序中,道路交通事故伤害居于第 4 位,见表 1.1。据世界卫生组织(WHO)估计,道

路交通事故每年给全世界造成经济损失约 5180 亿美元,占全球生产总值的 1%~2%。

表 1.1 全球 15~59 岁人口死亡前十大原因比较

疾病或伤害	人 数	死亡人数百分比/%
HIV/AIDS	2 278 813	14.1
缺血性心脏病	1 332 186	8.3
肺结核	1 036 379	6.4
道路交通事故伤害	814 299	5.1
脑血管疾病	783 325	4.9
自身造成的伤害	672 919	4.2
母体条件	510 115	3.2
暴力	473 335	2.9
肝硬化	381 786	2.4
下呼吸道感染	351 701	2.2
其他	7 488 404	46.4
总计	16 123 263	100

在 2000—2020 年期间,道路交通事故死亡人数在高收入国家将下降 30%左右,而在中等收入和低收入国家则会大幅度增加。如果不采取适当措施,到 2020 年道路交通伤害预计将成为全球疾病或伤害负担的第 3 位原因,见表 1.2。

表 1.2 1990 年与 2020 年全球疾病或伤害负担(DALYs^a)前十大原因排序

序次	1990 年疾病或伤害	2020 年疾病或伤害
1	下呼吸道感染	缺血性心脏病
2	腹泻病	抑郁症
3	围产期疾病	道路交通事故伤害
4	抑郁症	脑血管疾病
5	缺血性心脏病	慢性阻塞性肺病
6	脑血管疾病	下呼吸道感染
7	结核病	结核病
8	麻疹	战争
9	道路交通事故伤害	腹泻病
10	先天性畸形	艾滋病病毒感染

a: 伤残调整寿命年(disability-adjusted life year, DALYs)为测量健康损失的指标,包含因早死损失的寿命年和伤残造成的健康寿命损失年的信息。

世界卫生组织还指出,到 2020 年,全球每年交通事故伤残和死亡人数还将增加 65%以上,交通事故损伤将成为全球疾病、损伤负担的主要组成部分。