

Mountainous Expressway
Safety Engineering

吴华金 胡江碧 著

Mountainous Expressway
Safety Engineering

山区高速公路安全工程



人民交通出版社
China Communications Press

014044258

U491.4

18

Mountainous Expressway Safety Engineering
山区高速公路安全工程

吴华金 胡江碧 著



人民交通出版社
China Communications Press



北航

C1732262

U491.4
18

内 容 提 要

本书从人、车、路和环境系统层面,对山区高速公路建设和运行管理的安全保障技术作了较为全面而系统的研究和论述。全书共9章,分别为:绪论、安全道路系统、山区高速公路驾驶员驾驶行为特性分析、山区高速公路条件与交通安全、山区高速公路安全管理、山区高速公路几何条件安全技术、山区高速公路交通安全设施安全技术、山区高速公路运行管理安全技术和山区高速公路安全工程应用实例,涵盖了山区高速公路建设与运行管理的安全工程基本思想、内容、技术、方法和最新的研究成果。

本书可供从事公路工程科研、规划、设计、施工、运行管理以及从事道路交通规划与管理、道路交通安全管理工作的专业人士使用参考。

图书在版编目(CIP)数据

山区高速公路安全工程/吴华金,胡江碧著. —北京:人民交通出版社,2014.3

ISBN 978-7-114-10926-3

I. ①山… II. ①吴… ②胡… III. ①山区道路—高速公路—安全工程 IV. ①U491.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第237741号

书 名: 山区高速公路安全工程

著 者: 吴华金 胡江碧

责任编辑: 孙 玺 黎小东 岑 瑜

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 26.5

字 数: 620千

版 次: 2014年3月 第1版

印 次: 2014年3月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-10926-3

定 价: 78.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

序

经过近 30 年的高速公路建设,我国经济相对发达,地形、地质、环境等自然条件相对较好的大中城市之间的高速公路网络基本形成,高速公路建设的重点逐步向地形、地质、环境条件相对复杂、工程艰巨的山区扩展。山区高速公路建设对促进山区的经济和社会发展,实现我国全面小康具有重要意义。

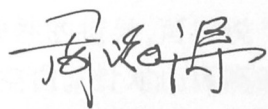
考虑山区高速公路建设既要降低对环境、生态的影响,又要兼顾工程经济,因此,山区高速公路往往因曲线多、半径小、高差大、纵坡长,极限技术指标时常被迫采用。这些采用极限技术指标的路段一旦处理不当,就会成为事故多发路段。这一点已被我国山区高速公路事故数据所证实。前些年,某山区高速公路事故高发路段曾被社会媒体称为“死亡之路”。

公路安全是一项系统而精细的工作,涉及人、车、路、环境等方方面面因素,每一方面因素又以其独立系统特性体现在公路建设和车辆运行的各个环节中,并且交互影响着。因此,一旦某一因素发生异常便造成安全隐患,继而可能引发交通事故。

20 世纪 90 年代以来,我国公路安全形势逐步引起管理、设计、科研等各方面的重视,安全理论、方法及技术有了较大发展。相比之下,山区高速公路安全建设与安全运行管理方面的理论、方法和技术却较为欠缺。随着我国山区高速公路建设与运行管理任务的逐步加大,系统地总结和完善山区高速公路安全建设与运行管理理论、方法和技术已成为当务之急。本书作者凝练了他们近 20 年来从事山区高速公路建设与运行管理的安全实践、研究成果和对安全工程的感悟。

本书从“人车路协同”层面,采用人因工程学、车辆行驶与制动学、驾驶员驾驶期望、驾驶员驾驶工作负荷和道路工程学等多学科融合理论,在驾驶工作负荷需求理论和车辆行驶与制动基础上,对山区高速公路建设与运行管理安全保障技术方面进行了全面、深入的研究,系统地提出了山区高速公路安全的建设与运行管理理论、方法和技术,并在山区高速公路项目的建设与管理中进行了应用。该书既反映了对山区高速公路安全保障技术最新的研究成果,又对公路安全理论、方法和技术体系的今后发展提出了前瞻性的思考,为发展我国山区高速公路安全理论、方法和技术水平作出了贡献。

希望本书的出版发行能够对于提高我国山区高速公路建设与运行管理等的有关人员技术水平有所帮助,能够对于提高我国山区高速公路安全运行管理服务水平有所帮助。我深信待以时日,通过全国山区高速公路建设者、管理者、科研人员、车辆制造商和驾驶员的共同努力,我国山区高速公路安全技术将会日臻完善,安全服务水平将会越来越高。



二〇一三年六月二十七日

前 言

随着越来越多的高速公路建设进入山岭区,山区高速公路已成为开发山区资源、提高山区人民生活水平及沟通外界的重要通道,山区高速公路建设对促进山区经济的发展和提高山区的社会文明具有重要贡献。

自 20 世纪 90 年代到本世纪初,随着通车里程和交通量的剧增,我国面临道路交通安全形势不断加剧的挑战。在学习国外先进、成熟的交通安全工程思想、理念和技术方法,从道路的规划、工程可行性研究、设计、施工及运行等全寿命各阶段展开安全道路问题的研究,较为系统地关注和治理道路交通安全隐患的同时,我国实施了安全性评价和安全保障工程等重要政策和措施,取得了良好的效果。从道路建设的工程可行性研究阶段就开始注重道路运行中的安全工程问题,无疑是一种从根本上提高道路安全水平、改善交通安全的有效方法。这种方法能在早期消除道路的不安全因素,在规划、设计和施工阶段进行交通安全问题的预防,防止道路工程的不安全隐患,不将安全问题遗留至公路建成后的运行阶段。但是,我国对道路安全工程研究工作和实践的滞后,加之道路安全工程系统工作的完善需要通过在实践中不断调查、实施改进措施、跟踪改进措施结果,然后再调查、再实施改进措施并再跟踪改进措施结果等不断循环往复的改进和完善过程,需要精心关注且经历一个较长的时期。因此,现阶段快速发展和建设起来的道路在运行阶段仍然存在一些不同风险程度的隐患,在人性化、精细化和服务方面不同程度地存在一定的问题,需要道路工程师和研究人员继续努力和完善。道路安全工程的研究是道路建设与管理者的一个永恒的课题,山区高速公路是道路运行条件中风险最大的路段,需要更加谨慎地研究解决。

我们是有幸生长在山区的道路建设者与安全道路工程的研究者。20 余年专注地从事道路建设与安全道路工程的研究实践,让我们见证了山区高速公路在给山区人民带来快速、直达、经济、安全和舒适的同时,也提高了山区人民的生活水平,改善了他们的精神文明程度。然而,山区高速公路安全工程是高速公路建设和运行管理中最值得关注的,它给道路用户提供的道路、交通和环境条件最为复杂,管理内容和影响安全的因素最多,管理技术难度和运行风险最大,特别是山区高速公路急弯路段、长陡下坡路段的建设与运行管理。

道路建设的根本目的是为用户服务,道路建设与运行管理是保证道路服务功能和水平的重要条件。面对山区高速公路恶劣、复杂的环境和交通安全严峻形势,如何保障道路条件运行的安全性,在目前现行的几个涉及道路安全工程的国家 and 行业标准中,仅限于道路建设阶段,而对道路的运行管理没有明确的规定。同时这些标准缺乏方法性的指导,可以说与国外的道路建设与运行管理相比,还远远不够完善,在某些方面甚至是空白。针对山区高速公路安全工程的系统技术更是寥寥无几。为此,作者曾驾驶车辆亲临欧洲中南部阿尔卑斯山脉山区道路以及美国、加拿大、澳大利亚、北欧等国家和地区的山区公路,考察体验了他们的

安全工程及运行管理现状,也考察了我国部分山区高速公路的安全工程状况,经历了云南省山区高速公路的安全道路建设与运行管理,深深地体会到我国在山区高速公路建设与运行管理工作中安全道路保障技术从理论到实践存在的不足,在系统性、标准化和细节方面有待补充和完善。为了能使我国山区高速公路安全道路条件建设与运行管理少走弯路,作者对山区高速公路交通事故的原因进行了系统梳理和全寿命阶段评价,同时借鉴国外先进的技术、经验和教训,基于人因道路安全工程、车辆道路安全工程和人车路安全互动系统对安全工程的研究成果,结合我国山区高速公路建设与运行管理特点和现状,从为用户驾驶员服务的层面,利用自然地理学和人因工程、人机工程学的成果指导道路环境选线;从山区高速公路路段宏观线形指标的均衡性、线形的连续性,到前后弯道局部微观线形指标的均衡性、线形的连续性,从车辆运行的制动性能,以及弯道稳定性与道路几何条件的内在关系出发,试图将我国的山区高速公路建设与运行管理安全工程的内容和技术进行进一步细化和系统化。

我们期待本书的出版发行能够对我国山区高速公路建设与运行管理中安全工程的研究、设计及相关规范标准的修订起到抛砖引玉的作用,期望能够与更多的工作者一起研究探讨。

本书的撰写是基于作者多年来对山区安全工程的研究成果,以中国驾驶员驾驶期望特性、车辆性能特性和山区高速公路道路、交通和环境条件特性为出发点,并以云南省山区高速公路建设与运行管理项目为案例,收集和分析云南省山区典型高速公路事故数据为基础,研究分析了山区高速公路建设与运行管理全寿命的安全工程内容、方法和技术,共分九章进行介绍。第1章 绪论,研究山区高速公路的现状和特征、交通事故特征、交通事故原因分析及道路全寿命管理程序与交通安全。第2章 安全道路系统,研究安全道路系统理念,车辆与安全道路的互动关系,驾驶员与安全道路的互动关系,道路设计与安全道路互动关系。第3章 山区高速公路驾驶员驾驶行为特性分析,研究驾驶行为特性与交通安全的关系,驾驶员特性,驾驶工作负荷,驾驶行为特征。第4章 山区高速公路条件与交通安全,研究线形条件与交通安全,路面条件与交通安全,视觉条件与交通安全等的系统关系。第5章 山区高速公路安全管理,研究安全管理技术,建设阶段的安全管理,运行阶段的安全管理。第6章 山区高速公路几何条件安全技术,研究安全规划与设计理念,安全规划与总体设计,主要技术指标的选择,安全选线方法,安全导向系统等山区高速公路几何条件保障技术。第7章 山区高速公路交通安全设施安全技术,研究主动安全设施技术,被动安全设施技术,沿线设施场地静态交通系统的交通净化设施和移动标识系统。第8章 山区高速公路运行管理安全技术,研究道路运行安全状况调查与统计,交通安全预测方法,运行速度管理,运行安全评价技术,交通事故紧急救援与安全管理,事故多发地点的管理,安全运行管理养护,路侧净空区设施安全管理养护,安全设施的安全管理养护,养护施工作业区与交通安全。第9章 山区高速公路安全工程应用实例,介绍山区高速公路安全状况调查与统计、云岭高速公路安全保障技术研究与应用、云岭保龙高速公路安全保障技术设计思路、云岭保龙高速公路安全保障设计方法、云岭保龙高速公路道路安全保障设施实施效果、云岭保龙高速公路运行安全性评价,以及云岭保龙高速公路成果应用示例。

本书由云南省交通运输厅总工程师吴华金和北京工业大学教授胡江碧共同撰写完成。

在撰写过程中得到了北京工业大学研究生常向征、曹建平、田雪健、王子枫、李然、郭达、马文倩、王猛和云南交通咨询有限公司段翔、刘剑涛、彭绍勇、陈加洪的大力帮助和支持。在对山区高速公路道路安全系统研究及应用中,得到了云南保龙高速公路建设指挥部彭赛恒、姚勇的大立支持,得到了长安大学魏朗、苏生瑞教授的技术指导;在山区高速公路几何条件保障技术扩展应用、山区高速公路走廊带选择和路线方案比选应用研究中,得到了云南省交通规划设计研究院方德春、龚万江的支持;在资料收集、图片整理中,得到了吴坤霞同学的帮助,在此作者一并表示由衷的感谢!

限于作者水平,书中不妥之处难免,恳请读者批评指正。

作者

2014年2月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 山区高速公路的现状其特征	1
1.2 山区高速公路交通事故特征	3
1.3 山区高速公路交通事故原因分析	11
1.4 道路全寿命管理程序与交通安全	14
本章参考文献	15
第2章 安全道路系统	16
2.1 安全道路系统理念	16
2.2 车辆与安全道路的互动关系	18
2.3 驾驶员与安全道路的互动关系	25
2.4 道路设计与安全道路互动关系	28
本章参考文献	37
第3章 山区高速公路驾驶员驾驶行为特性分析	38
3.1 驾驶员驾驶特性	38
3.2 驾驶工作负荷特性	52
3.3 驾驶行为特性	54
本章参考文献	64
第4章 山区高速公路条件与交通安全	65
4.1 线形条件与安全	65
4.2 路面条件与安全	70
4.3 视觉条件与安全	78
4.4 平曲线半径与注视特性	81
4.5 车辆运行速度与注视特性	82
4.6 驾驶期望视距	84
本章参考文献	85
第5章 山区高速公路安全管理	87
5.1 安全管理技术	87
5.2 建设与安全管理	129

5.3 运行与安全管理	141
本章参考文献	147
第6章 山区高速公路几何条件安全技术	149
6.1 安全道路规划与设计理念	149
6.2 安全道路规划与总体设计	171
6.3 安全道路主要技术指标的选择	185
6.4 安全道路选线方法	197
6.5 安全道路导向系统	206
6.6 行车节奏控制	211
本章参考文献	220
第7章 山区高速公路交通安全设施安全技术	221
7.1 主动安全设施技术	221
7.2 被动安全设施技术	250
7.3 服务区场地交通静化设施	283
7.4 移动标识系统	289
本章参考文献	290
第8章 山区高速公路运行管理安全技术	291
8.1 道路运行安全状况调查与统计	291
8.2 交通安全预测方法	291
8.3 运行速度管理	292
8.4 运行安全评价技术	295
8.5 交通事故紧急救援与安全管理	297
8.6 事故多发地点管理	308
8.7 安全运行养护管理	313
本章参考文献	345
第9章 山区高速公路安全工程应用实例	347
9.1 山区高速公路安全状况调查与统计实例	347
9.2 云岭保龙高速公路安全工程研究与应用	349
9.3 云岭保龙高速公路安全工程设计思路	373
9.4 云岭保龙高速公路安全工程设计方法	377
9.5 云岭保龙高速公路安全工程设施实施效果	396
9.6 云岭保龙高速公路运行安全性评价	398
9.7 云岭保龙高速公路成果扩展应用示例	401
本章参考文献	411

第1章 绪论

1.1 山区高速公路的现状其特征

1.1.1 山区高速公路发展现状

高速公路是国民经济和社会发展中的重要基础设施,是一个国家现代化水平的重要标志之一。高速公路以其安全、快速、高效、便捷等优点,在我国交通运输领域发挥着举足轻重的作用。我国从20世纪80年代开始修建高速公路,90年代我国的高速公路建设步入高速发展的阶段,到2005年底达到4.1万km,总里程首次跃居世界第二。经过20多年的建设,截至2011年,我国高速公路通车里程达到8.5万km,继续保持世界第二位。表1-1为我国高速公路2000~2011年的发展状况^[1-3]。

我国高速公路2000~2011年发展状况

表1-1

统计年份	高速公路里程(km)	公路总里程(km)	高速公路比例(%)
2000年	16 314	1 679 800	0.97
2001年	19 437	1 698 012	1.14
2002年	25 130	1 765 222	1.42
2003年	29 745	1 810 000	1.64
2004年	34 300	1 871 000	1.83
2005年	41 005	3 345 200	1.23
2006年	45 339	3 457 000	1.31
2007年	53 913	3 584 000	1.50
2008年	60 302	3 730 200	1.62
2009年	65 055	3 860 823	1.69
2010年	74 100	4 008 200	1.85
2011年	85 100	4 079 600	2.09

我国幅员辽阔,地大物博,在全国约960万km²的土地上,山地丘陵面积占到总面积的70%以上。经过近年来的高速公路建设,经济较发达及地形、地质、环境等条件单一的大中城市之间的高速公路网络基本形成,但从全国来看,高速公路网还不完善,特别是在偏离大城镇、地形地质条件复杂、工程艰巨、工程造价昂贵的偏远山区。也正因如此,目前我国高速公路建设的重点已逐步转向山区,向边远地区延伸。山区高速公路建设呈现出良好势头,这对

促进山区的经济建设和发展,实现山区与大中城市的交流和互动具有重要意义。

山区高速公路地处山岭重丘区,山高坡陡,高山深谷相间,水急坡陡,地貌类型复杂多样;地质结构复杂,断裂纵横交错,岩石风化破碎严重;自然灾害频发,滑坡、泥石流、地震等灾害常见;气候多变,雨、雪、雾等恶劣天气多发;生态环境脆弱,景观设计和生态环境保护工作要求高;工程复杂而艰巨,建设及管理成本高。由于受地形、地质、水文、气候、生态和经济等条件的限制,山区高速公路高差起伏大、弯道多、转角大、纵坡陡且长,极限指标时有出现。因此,山区高速公路相比平原区高速公路运行更具危险性,造成山区高速公路事故多发,部分路段的事故率和死亡率是一般路段的几倍甚至几十倍。

虽然山区高速公路从规划、设计、施工到运行管理都会遇到诸多困难和问题,但是从国家到各个省份仍在不遗余力地发展山区高速公路。因为相对于原有低等级公路,山区高速公路更加安全、快捷、舒适,更能推动经济和社会的发展。目前,我国在山区高速公路建设前期和设计阶段,对其运行阶段安全性问题的认识正处于完善阶段,因此在规划、设计阶段不能解决或未做好而出现的运行安全问题,还需要通过后期运行管理阶段采取合理的主动安全和被动安全措施来解决或改善。

1.1.2 山区高速公路的特点

山区高速公路与平原、丘陵区高速公路相比,由于其独特的地形、地貌和气候特征,呈现出以下特点。

1) 道路条件复杂

山区高速公路地处山区、丘陵地带,地形、地质结构复杂,地质灾害频发,使得山区高速公路的设计标准相对降低,公路几何线形组合多变,视距短、小半径曲线与长大下坡路段较多。线形条件的复杂多变会使驾驶员操作频繁,增加操作失误的风险,同时车辆转弯、制动频繁,都会给行车安全带来隐患。

2) 桥涵、隧道等构造物多

复杂的地形决定了山区高速公路桥隧比例的增加,这不仅给山区高速公路的施工带来不便,也影响车辆运行安全。桥梁、隧道一向是交通事故频发路段,其护栏的过渡,桥头路基的处理,隧道照明、通风、应急等条件都会影响山区高速公路的运行安全。

3) 气候条件复杂多变

山区多变的气候条件同样给山区高速公路的运行安全带来影响。特殊天气条件下路面极易结冰,雨雪、浓雾天气会使山区高速公路的能见度降低,再加上山区阵风或强风的作用,会影响驾驶员的观察和判断,易导致车辆行驶打滑、制动跑偏、制动距离延长、频繁制动和制动衰减等现象,容易引发交通事故。

4) 道路环境影响驾驶员视觉

山区高速公路两侧植被相对茂密,由于地形条件的限制,高填、深挖路段以及桥隧等结构物大大增加,影响驾驶员的视觉和视距,对行车安全产生影响。例如,路侧树木生长的茂盛枝叶会影响原本就不富余的驾驶视距;路侧出现的深谷会影响驾驶员视野和心理,分散驾驶员驾驶时的注意力,影响驾驶员的动态视觉;隧道封闭空间内亮度不满足驾驶员视认和安全舒适的驾驶需求、环境单调,很容易使驾驶员驾驶疲劳、反应迟钝,对速度的感知能力下降

和思维聚焦,对行车安全极为不利;此外,由于受行车环境的影响,驾驶员在行车中往往会由于距离、速度、弯度、颜色、照明等产生错觉,导致操作失误而产生交通安全风险。

5) 道路运行管理难度大

山区高速公路横断面净空有限,周边地形复杂,养护维修工人的工作和生活条件较差;在运行中遇到突发事件,容易产生交通拥堵,应急难度大。

1.1.3 山区高速公路交通安全状况

我国快速的高速公路建设,对国家的经济发展和社会进步起到了很大的促进作用,但随之而来的公路交通安全问题成为了一个比较严重的社会问题。虽然近年来我国的交通安全事故呈逐年下降的趋势,但形势依然严峻,事故数量和死亡人数仍然高居世界前列。

随着山区高速公路的快速建设和路网的形成,极大地促进了山区经济的发展。但是,由于山区地形条件较差,高速公路的建设标准相对较低,长大陡坡路段较多,穿越山体隧道数量较大,同时由于山区资源和旅游业的开发,交通量不断增加,交通组成复杂,致使道路交通事故频发,交通安全问题日益突出。

如某山区高速公路自2007年9月28日开通至2009年元月底,在某路段就发生各类交通事故432起,死亡30人,受伤114人,直接经济损失达1100余万元,平均每起事故造成的直接经济损失达到25463元,与2007~2009年3年间全国因交通事故造成的经济损失平均值相比高出6倍。

另一山区高速公路自2007年10月通车至2008年6月,仅9个月的时间内共发生交通事故128起,造成45人死亡,41人受伤,平均每起高速公路事故造成0.35人死亡,是2007~2008年两年全国平均单起事故死亡人数的1.3倍。

又如,某山区高速公路自2009年4月至2012年5月,共发生交通事故404起,共造成21人死亡,129人受伤,直接经济损失365万元。

上述所罗列的有限的几段山区高速公路交通事故状况,显示了我国山区高速公路交通事故呈现的严峻态势,给山区高速公路的建设、运行管理和道路安全的科研工作者们敲响了警钟。山区高速公路在为社会带来极大效益的同时,也给社会带来了交通安全风险。为了更好地利用山区高速公路,发挥高速公路社会效益,降低其事故危险性,有必要对山区高速公路交通事故状况进行深入、系统的剖析,从驾驶员、车辆、道路和交通环境条件层面系统分析事故的致因,并提出适宜山区高速公路运行的有效安全保障措施,提高山区高速公路的运行安全性。

1.2 山区高速公路交通事故特征

1.2.1 交通事故类型

分析山区高速公路事故特征,得到其主要的交通事故类型如下。

1) 翻车、坠崖事故

山区高速公路弯道多而急,而弯道半径和转角的大小,连续下坡路段的长短,纵坡的大

小又是由山区此起彼伏的地形决定的,从而增加了驾驶员在驾车过程中控制车速和方向的难度。尤其在车辆超速、超载情况下,车辆在转弯过程中会产生强大的离心力。此外,长距离连续下坡中车辆制动性能会出现衰减。这些情况均容易导致车辆失控而翻车或坠车。由于山区高速公路路基外落差一般都比较较大,一旦发生坠车,施救难度大,损害后果严重,社会影响大,容易引发群死群伤的恶性事故。如某高速公路上一辆大客车在雨天路滑的情况下超速行驶,在翻出路基外后坠入 14m 深的悬崖,致使 1 人死亡,20 余人受伤,造成严重的社会影响。

2) 上坡追尾事故

在山区高速公路上坡路段,大型货车特别是在超载时爬坡速度慢,一般速度低于 60km/h,绝大部分平均速度仅在 20km/h 左右,其行驶过程中对其他车辆的通行影响非常大;而上坡对小型车的速度影响又相对较小,往往还会存在超速现象,这就造成了大小车之间的速度差很大。车辆之间的速度差越大,车辆变换车道寻求超车的概率越高,则发生交通事故的概率相应地也越大,容易造成上坡追尾事故。特别是在陡缓坡连接处,大型货车由缓坡进入陡坡时速度迅速降低,而小车速度变化不大,此时极易造成追尾事故。

3) 下坡连环追尾事故

山区高速公路坡多、坡陡且长,我国目前的重载货车在下坡行驶过程中驾驶员需长时间制动从而达到减速的目的,这种长时间的制动行为会导致车辆的制动鼓发热,制动性能下降,甚至制动失效。一旦遇到前方堵车或前车突然变更车道等情况,重载货车因无法及时减速并采取避让措施,就会引发交通追尾事故。当下坡路段有故障车辆或已发生事故的车辆停放,极易引发“二次事故”或“三次事故”,甚至更多连环追尾的事故;多车相撞事故时车辆间的撞击力较大,易造成非常惨重的后果。这种路段目前在国内山区高速公路中很是常见,特别在下坡至 7~8km 处的路段被称为“鬼门关”。

4) 不按规定停车和停车后不安全的行为引发的事故

山区高速公路运行条件复杂,路侧安全停放净空区域受限,目前我国车辆特别是重载货车在复杂的道路上行驶很容易发生故障,如水箱开锅、风扇皮带断裂、离合器片打滑、轮胎爆裂等。发生此类故障的车辆只能停靠在路侧紧急停车带或路肩上,如此时不按规定靠边停车、打开危险警报灯或合理放置警告标志等,就形成事故隐患;同时,车辆停放后驾驶员和车内乘客下车在周边随意走动,不遵守安全行为要求,也会构成事故隐患。特别是在夜间,后方来的车辆不易判断其前方车辆的状况,很容易出现避让不及而造成事故。

5) 气候突变导致连环相撞

山区此起彼伏的地形地貌打乱了气候分布规律,使气候环境多变。山区高速公路不仅跨越的地貌单元多,而且频繁跨越不同的气候带,各气候带特征差异性明显,如山区局部区域冰冻积雪、雨雾、沟谷横风、团雾等变化频繁。频繁变化的区域局部气候是除道路条件如几何条件、路面条件等突变影响交通行车节奏外的主要因素,也是导致山区高速公路交通事故的主要原因,往往产生连环相撞的交通事故。

6) 其他类型的事故

山区高速公路除了上述事故类型高发以外,还存在因隧道进出口亮度不足而产生“明暗

适应”而引发的追尾事故,恶劣天气时因路面湿滑或弯道视距较短等情况而引发的追尾和侧翻事故等。图 1-1 为 2011 年 1 月 8 日某山区高速公路因路面滑湿而发生的一起一辆大客车与一辆载货汽车追尾事故,造成客车驾驶员和 1 名乘客死亡,客车上 5 人受伤。



图 1-1 某山区高速公路一大客车与一辆货车发生追尾现场

1.2.2 交通事故特性

高速公路的基本特征是:路基宽阔、交通封闭、标志醒目、标线分明。由于排除了行人、非机动车辆对交通过程的干扰,高速公路运输具有行车速度快、交通流量大的特点。正是这些特点使高速公路交通事故不同于普通公路交通事故,然而,山区高速公路上发生的交通事故有其自身的特点。

1) 特大、重大交通事故多,致死率高

山区高速公路交通事故数量较多,且特大、重大恶性事故的发生比例较高。由于高速公路上车辆行驶速度较高,交通流量大,而且山区高速公路线形组合比一般高速公路差,发生特大、重大交通事故的概率较大,事故后果严重,一次事故殃及的车辆多,伤亡人数多,事故的危害性和经济损失巨大。

如 2005 年 10 月 19 日,某高速公路上时隔 5h 接连发生两起重大交通事故,共造成 5 人死亡,多人受伤。下午 3 时 30 分,K99 处发生一起 4 车相撞事故,造成 2 人当场死亡,1 人受伤。事故致使高速公路上车辆堵塞 20km,经公安交通管理部门疏导,4h 后才恢复畅通。当晚 8 时 30 分左右,K35 处又发生 14 车相撞事故,3 人当场死亡。

山区高速公路的事故形态多为坠车、碰撞和翻车,坠车可能致使部分人员当场死亡。由于山区道路网密度低,再加上山区道路现场施救难度大,导致部分受伤人员往往得不到及时的救治而身亡,因此事故死亡率较其他高速公路高。

2) 单方事故多

山区高速公路为全封闭、分道行驶,单向控制出入,行车干扰较小,大多数交通事故都是由驾驶员单方引起的,即车辆碰撞中央隔离护栏或路侧护栏,或者在路面上侧滑或翻车。单方事故约占交通事故总数的 70% 以上。

3) 机械故障事故多

车辆在山区高速公路上行驶时,由于行驶车辆的转向系统或制动系统失效,或行驶车辆的轮胎突然爆裂,行驶车辆突然离开规定行车道而撞到道路中央的隔离物或路旁防护栏上或倾翻于行驶道路上,引发生交通事故。这类事故在交通事故中所占比例也较大。

4) 夜间事故多,死亡率高

山区高速公路弯道多、纵向变坡多、桥隧多,视线不良,长距离没有照明设施,夜间行车视力降低,行车参照物少,极易发生交通事故。此外,夜间长时间高速匀速行驶极其单调,容易使驾驶员疲劳,警惕性降低;加之夜间不按安全行车规定正确使用车辆前照灯而产生眩光,发生交通事故的风险比白天更大。据统计,高速公路夜间的交通事故数约占日间事故数的50%~60%,夜间交通事故的人员死亡率约占总死亡人数的72%。

5) 恶劣天气事故较多

山区高速公路路段容易出现恶劣天气。恶劣天气主要是指雨、雪、雾天等不利于行车安全的天气。有关统计表明,雨雪天侧滑发生的交通事故占24%^[11]。雨天路面潮湿,制动距离将大大增加,在低洼积水路段,高速行驶的车辆容易因方向失控而引发事故;雪天路面积雪,尤其是在陡坡、隧道进出口、桥梁等路段形成的冰冻薄层,导致路面摩擦系数降低,使高速行驶车辆在制动时极易发生追尾和侧滑事故;大雾或大雨天气造成能见度降低,致使交通流速度下降、交通阻塞或事故多发。2011年11月21日,某山区高速公路段因突起团雾,致3辆大货车追尾引发大火,同时对向行驶车辆也由于浓烟遮挡视线,造成20多辆车追尾,5人死亡,多人受伤,交通中断4个多小时,如图1-2所示。



图1-2 某山区高速公路段追尾事故

6) 驾驶员违章操作引发事故多

许多驾驶员尤其是外地驾驶员,由于缺乏山区高速公路驾驶经验,加上对山区高速公路地势、线形、结构物等道路条件不熟悉,往往采取急转向、急制动等违章操作行为,致使发生紧急情况时不知所措,在一般高速公路可以避免的事故也容易发生。此外,一些驾驶员缺乏安全观念,超速、超载行驶等,当出现紧急情况时在山区复杂的道路条件下很难控制车辆正常行驶,导致交通事故的发生。

7) 二次追尾事故发生率较高

当前车遇异常事件需要减速制动时,后车未保持安全间距,在高速行驶中减速不及时或减速距离不够,而与前车发生碰撞,并有可能导致失火或爆炸事故。山区高速公路车流量大,行驶速度快,一旦发生异常事件,后面的车辆很难及时做出判断并采取有效措施进行躲避,往往会造成二次事故的发生,引起车辆连环碰撞,特别是在恶劣天气,这种情况则更突出。如2009年4月25日凌晨1时40分,一辆载煤大货车行驶至某高速公路路段时,因制动失控后撞在左侧中央分隔带护栏上,占据了高速路上的一条车道,煤块散落在路面上。事故发生后,该高速公路交巡警大队在该车500m后放置了警示锥桶和安全警示标志,在进行交通事故处理中,6时40分,一辆大客车(车上有36人)经过该路段时,发现警示标志后减速行驶,而其后的另一辆大货车因制动未能减速,将大客车冲撞至路基下约100m的山地上,造成客车上14人当场死亡,2人送医院途中死亡,20人受伤。大货车也随之翻至客车旁约50m的地方,导致车上2人当场死亡,1人送医院抢救无效死亡,2人受伤,图1-3为事故现场照片。



图 1-3 某高速公路路段卡车追尾特大交通事故现场

1.2.3 交通事故驾驶员特性

通过对某山区高速公路的肇事驾驶员信息进行统计分析,总结出肇事驾驶员性别、年龄及驾龄的分布特性如下。

1) 驾驶员性别分布

肇事驾驶员性别分布如图1-4所示,其中男性驾驶员发生事故的比例占93.3%,女性驾驶员仅占6.7%。当然驾驶员性别比例与驾驶员从业的性别比例有关,反映的不一定是真实的肇事驾驶员性别比例,但从所有的交通事故,特别是城市道路交通事故分析看,男性驾驶员高于女性驾驶员人数是客观的。

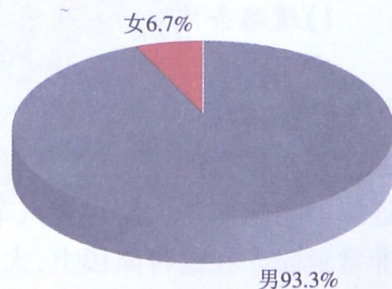


图 1-4 驾驶员性别分布

2) 驾驶员年龄分布

肇事驾驶员年龄分布如图 1-5 所示。其中发生事故较多的年龄段分别为 31 ~ 35 岁和 36 ~ 40 岁。

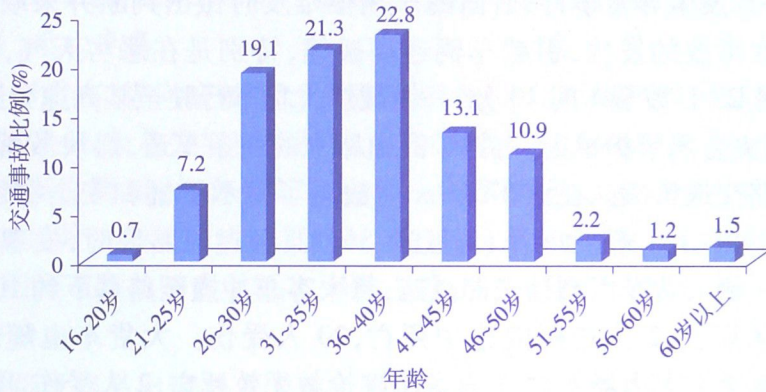


图 1-5 驾驶员年龄分布

3) 驾驶员驾龄分布

肇事驾驶员驾龄分布如图 1-6 所示。从图中可以看出,驾龄 4 ~ 7 年的驾驶员发生事故的比率最高,为 24.1%,驾龄为 0 ~ 3 年和 8 ~ 11 年次之,均为 21%。同时,事故发生率会随着驾驶员驾龄的增加逐渐降低。

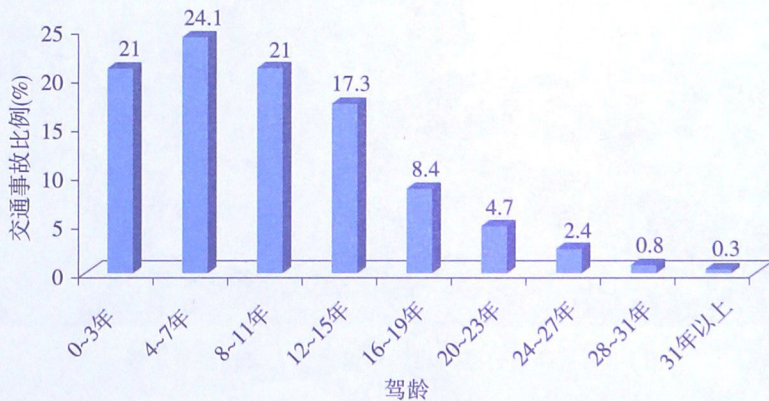


图 1-6 驾驶员驾龄分布

1.2.4 交通事故路段特性

1) 道路条件安全行车隐患大

由于受地形限制以及建设时经济的制约,山区高速公路线形多采取极限或接近极限的较低指标,存在许多连续的急弯、长大下坡及急弯和陡坡组合的路段,视距严重不良。过高的驾驶工作负荷,容易使驾驶员对道路条件信息反应不及时而发生交通事故。长大下坡和连续的急弯对于大型载货汽车,特别是对于我国超速超载现象较为严重的载货汽车的行驶非常危险。在这种路段上,大型货车经常由于频繁制动造成制动装置负荷过大、温度过高,从而使制动性能衰减失效以致造成严重的交通事故。

如浙江分水关到浙闽收费站的甬台温高速公路,是一条“台阶式”的 9km 连续长下坡