

GAOSU GONGLU
BIXIAN CHEDAO GUANJIAN JISHU

高速公路 避险车道关键技术

GAOSU GONGLU BIXIAN CHEDAO GUANJIAN JISHU

刘建民 马亮 于建游 荆坤 等 著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

Gaosu Gonglu Bixian Chedao Guanjian Jishu
高速公路避险车道关键技术

刘建民 马 亮 于建游 荆 坤 等 著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书系统总结了国内外关于避险车道的科研成果和实践经验,采用调查研究、理论分析、事故特征分析、计算机仿真模拟、重锤贯入试验及实车足尺试验等不同方法,对避险车道的关键技术问题进行了研究,提出了避险车道的综合设置技术。主要包括:避险车道设置位置选择方法、几何线形参数合理取值范围、安全性建议指标、填充集料合理粒径范围及级配、阻力系数计算模型、铺设方法以及配套设施、救援及养护的设置方法及措施等。

本书可供公路交通行业科研人员、设计人员以及工程管理人员参考借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

高速公路避险车道关键技术 / 刘建民等著. —北京:
人民交通出版社股份有限公司, 2016. 5
ISBN 978-7-114-12925-4

I. ①高… II. ①刘… III. ①高速公路-车道 IV.
①U412.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 068752 号

书 名:高速公路避险车道关键技术

著 者:刘建民 马 亮 于建游 荆 坤 等

责任编辑:刘永芬

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

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:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:9.75

字 数:232 千

版 次:2016 年 5 月 第 1 版

印 次:2016 年 5 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-12925-4

定 价:34.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

前 言

我国山区面积约占国土面积的百分之七十,高速公路建设正在逐步向山区延伸。山区高速公路建设由于受地形、地貌、地质和投资等因素的制约,出现了高桥隧比、高陡边坡和连续长大下坡路段多的现象,其中连续长大下坡路段相对较高的交通事故率,引起了社会各界的广泛关注。大型货车制动失效导致追尾、坠崖、坠桥及翻车等恶性交通事故是影响山区高速公路安全运营的主要因素。为改善连续长大下坡路段的交通安全状况,公路管理部门采取了各种管理措施、交通工程措施和工程技术措施。避险车道作为供制动失效车辆尽快驶离行车道、减速停车、自救的专用车道,是目前最主要也是最为有效的工程技术措施之一。

目前,我国多数省(市)在高速公路连续长大下坡路段上设有避险车道,在降低连续长大下坡路段的重特大交通事故率、减少人员伤亡和财产损失方面起到了重要作用。由于我国开展避险车道的研究较晚,尚未制订相应的标准、规范,各地在避险车道设置方面还没有统一的标准可以遵循;同时由于我国山区高速公路连续长大下坡路段地形、地质条件复杂,车辆超速超载现象严重,加大了避险车道的设置难度,使我国设置的避险车道还存在许多问题,部分避险车道使用效果不理想。研究如何提高避险车道的设置技术及安全性能已成为目前亟待解决的重要课题。

本书依托“山区高速公路长下坡路段制动失灵车辆自救车道关键技术研究”课题,并结合避险车道其他相关科研成果和实践经验进行编写。本书密切联系实际,以调查研究、理论分析、事故特征分析等不同方法进行避险车道设置位置及几何线形研究,提出了避险车道设置位置选择方法及几何线形参数建议取值范围。基于避险车道事故现场数据分析及计算机仿真分析,从车辆及驾乘人员的安全风险两个方面提出了避险车道的安全性建议指标。在此基础上,采用

理论分析、重锤贯入试验及实车足尺试验等方法,探讨了避险车道填充集料粒径选择方法,提出了填充集料合理粒径范围及级配;建立了填充集料阻力系数计算模型,提出了填充集料铺设方法。并根据避险车道实际应用情况,总结分析了配套设施设置方法及救援、养护措施。本书对公路设计人员和工程管理人员具有重要的借鉴和参考价值。

本书由课题组编写,共分8章。第一章由刘建民、马亮、于建游执笔;第二章由于建游、荆坤、李雷执笔;第三章由杨永占、张翔、卢国权、朱军执笔;第四章由杨永占、王新、段利桥、谢涛执笔;第五章由张凤爱、张国祥、梁亚平、刘珍琳执笔;第六章由张凤爱、张国祥、荆坤、梁亚平执笔;第七章由徐二星、贺志昂、卢国权、许致平执笔;第八章由徐二星、王赫鹏、朱军、许致平执笔,全书由刘建民、马亮、于建游、荆坤统稿。编写中康彦民对本书的出版提出了宝贵意见,书中借鉴和引用了国内外有关研究成果。在此,一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中差错在所难免,敬请专家和读者给予指正。

编 者
2016 年 3 月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 我国高速公路安全现状	(1)
第二节 连续长大下坡路段安全现状	(4)
第三节 连续长大下坡路段现有处置措施	(9)
第二章 避险车道概述	(12)
第一节 避险车道定义及类型	(12)
第二节 国内外研究及应用现状	(16)
第三章 避险车道设置位置	(22)
第一节 影响因素及设置原则	(22)
第二节 设置位置确定方法	(25)
本章小结	(39)
第四章 避险车道几何线形设计	(40)
第一节 结构组成	(40)
第二节 入口速度分析	(41)
第三节 引道	(42)
第四节 制动坡道	(46)
第五节 服务车道	(54)
第六节 制动坡道与主线夹角	(56)
本章小结	(58)
第五章 避险车道安全性建议指标	(60)
第一节 避险车道安全性建议指标选择	(60)
第二节 基于事故调研的避险车道安全性分析	(62)
第三节 导致驾驶室变形的避险车道安全性分析	(68)
第四节 导致驾乘人员碰撞驾驶室的避险车道安全性分析	(76)
本章小结	(84)
第六章 避险车道填充集料	(85)
第一节 填充集料类型	(85)
第二节 填充集料粒径	(87)
第三节 填充集料阻力系数	(97)
第四节 填充集料铺设方式	(111)
本章小结	(117)

第七章 避险车道配套设施..... (118)

第一节 安全设施..... (118)

第二节 监控及照明设施..... (129)

第三节 其他附属设施..... (135)

本章小结..... (136)

第八章 避险车道事故救援及养护..... (139)

第一节 避险车道事故救援..... (139)

第二节 避险车道养护..... (144)

本章小结..... (145)

参考文献..... (146)

第一章 绪 论

第一节 我国高速公路安全现状

随着经济的发展和科技的进步,我国交通事业取得了举世瞩目的成就,其中高速公路作为现代经济和社会发展重要的基础设施,是构筑交通现代化的重要基础。我国高速公路建设酝酿于 20 世纪 70 年代,起步于 80 年代,发展于 90 年代,腾飞于 21 世纪;起步时间较西方发达国家晚了近半个世纪,但起点高、发展速度快。1988 年,上海至嘉定高速公路的通车,标志着我国内地高速公路零的突破;“七五”期间(1986—1990),建成沈大高速公路、京津塘高速公路为代表的一批高速公路 522 公里;“八五”期间(1991—1995),建成高速公路 1600 多公里;“九五”期间(1996—2000),建成高速公路 14000 多公里;“十五”期间(2001—2005),建成高速公路 24000 多公里;“十一五”期间(2006—2010),建成高速公路 33100 多公里;“十二五”期间(2011—2015),建成高速公路 51200 多公里。1999 年高速公路里程突破 1 万公里,2007 年突破 5 万公里,2013 年突破 10 万公里,通车里程达 10.44 万公里,截至 2015 年通车里程已达 12.53 万公里。从零起步到 1 万公里用了不到 12 年的时间,从 1 万公里到 10 万公里只用了 14 年,发展速度举世瞩目,1987—2015 年全国高速公路里程发展趋势如图 1-1 所示。

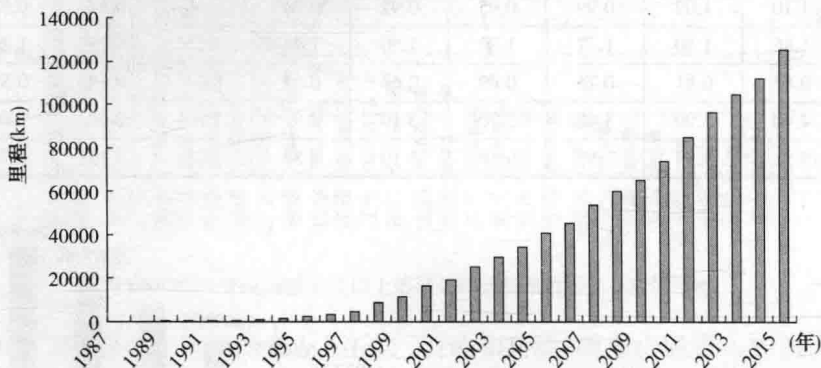


图 1-1 1987—2015 年全国高速公路里程发展趋势图

在公路交通迅速发展的同时,机动车保有量不断增加也带来了一些不良影响,其中对公路交通安全的影响最为直接和重大。近年来,虽然我国道路交通事故死亡人数整体呈逐年小幅度下降趋势,其中 2013 年全国道路交通事故死亡人数为 58539 人,比 2012 年的死亡 59997 人降低了 1458 人,下降率为 2.4%,相比 2011 年的死亡 62387 人,降低了 3848 人,下降率为 6.2%,但事故死亡人数依旧数量庞大,2000—2013 年全国道路交通事故死亡人数如图 1-2 所示。

同时,与国外相比,我国道路交通事故万车死亡率一直处于首位,虽然差距正在逐年骤减,但鉴于我国公路里程和汽车保有量逐年快速增长的特点,公路交通安全形势依然十分严峻。国内外道路交通事故万车死亡率对比如表 1-1 所示,2000—2013 年全国道路机动车保

有量如图 1-3 所示。

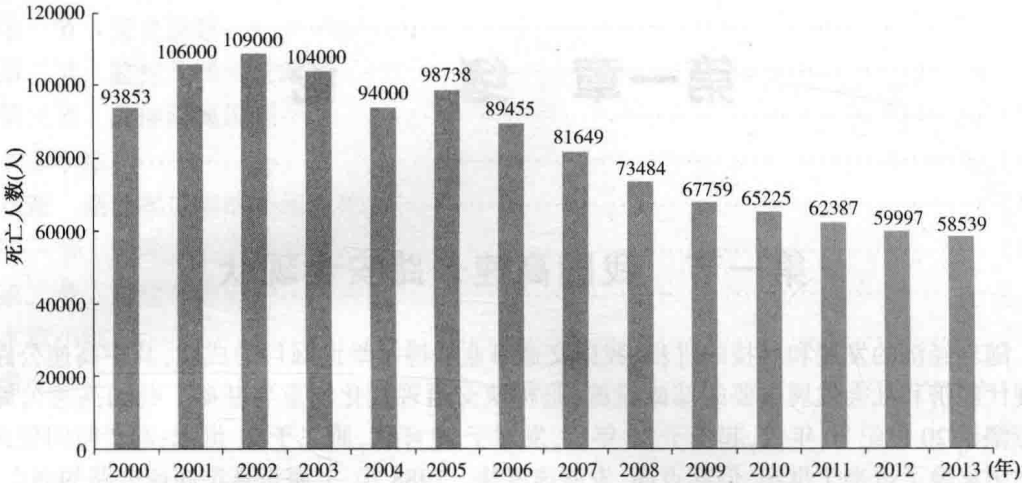


图 1-2 2000—2013 年全国道路交通事故死亡人数趋势图

国内外部分国家道路交通事故万车死亡率对比 表 1-1

国 家	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
德国	1.23	1.08	0.98	0.93	0.89	0.81	0.80	0.70	0.80	0.80
西班牙	2.10	1.80	1.60	1.44	1.33	1.00	0.90	0.80	0.70	0.60
法国	1.68	1.59	1.43	1.25	1.22	1.13	—	0.99	1.00	0.90
意大利	1.43	1.30	1.35	1.31	1.21	1.18	0.90	0.80	0.80	0.70
荷兰	1.23	0.95	0.87	0.84	0.79	0.75	0.70	0.57	0.58	0.59
英国	1.10	1.02	0.99	0.95	0.92	0.74	0.66	0.54	0.56	0.51
美国	1.86	1.80	1.77	1.70	1.60	1.44	1.31	1.28	1.26	1.26
日本	0.85	0.81	0.75	0.69	0.63	0.65	0.64	0.59	0.57	0.53
韩国	4.40	3.90	3.40	3.20	3.10	2.93	2.80	2.60	2.60	2.50
中国	10.81	9.93	7.57	6.16	5.10	4.33	3.63	3.15	2.78	2.50

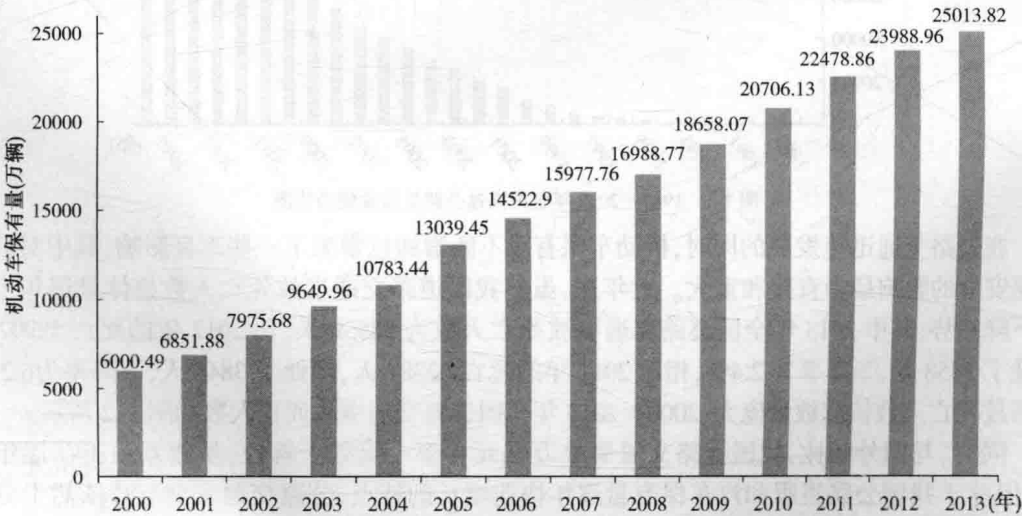


图 1-3 2000—2013 年全国道路机动车保有量趋势图

据统计,2013 年全国发生较大及以上等级道路运输事故 246 起,造成 1144 人死亡、1403 人受伤,其中共有 62 起发生在高速公路上,造成 305 人死亡、442 人受伤(表 1-2)。从事故地域分布来看,贵州、云南、四川、广西等西部山区省份地理环境复杂,山区道路比例较高,急弯、陡坡、临崖等危险路段多,道路运输事故集中,按事发地事故分布,如图 1-4 所示。

2013 年全国较大及以上等级公路运输事故分布(按事故路段技术等级划分) 表 1-2

路段等级	较大事故			重大事故			合 计		
	事故数量 (起)	死亡人数 (人)	受伤人数 (人)	事故数量 (起)	死亡人数 (人)	受伤人数 (人)	事故数量 (起)	死亡人数 (人)	受伤人数 (人)
高速	56	232	357	6	73	85	62	305	442
一级	28	121	120	1	10	28	29	131	148
二级	92	364	474	3	43	32	95	407	506
三级	24	96	119	3	44	53	27	140	172
四级	12	45	52	2	28	42	14	73	94
城市道路	18	78	41	1	10	0	19	88	41
总计	230	936	1163	16	208	240	246	1144	1403

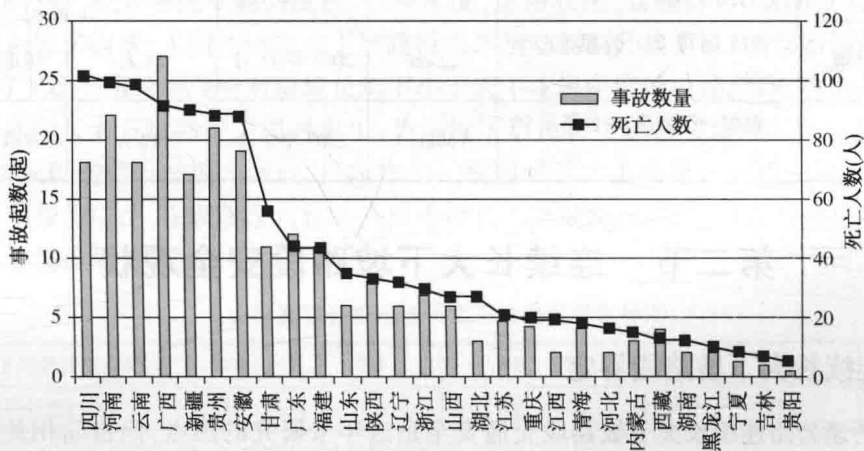


图 1-4 2013 年全国较大及以上等级公路运输事故分布(按事发地)

我国地域广阔,有 2/3 左右的国土是丘陵、山地和高原,随着交通投入的加大,高速公路的建设已从东部沿海地区向中、西部延伸;从平原、丘陵地区向山区延伸。由于山区高速公路受地形、地貌、地质条件等因素的限制,在一些特殊困难路段不得不采用连续长大下坡方式进行展线。从目前已建成的高速公路运营情况来看,连续长大下坡路段对公路的设计通行能力、服务水平都有很大影响,特别是对行车安全存在巨大的隐患。公安部和国家安全生产监督管理局公布的 2003 年的 29 处危险路段中,有 16 处是连续长大下坡路段,比例高达 55%。另外,在 2013 年公安部公布的十大危险路段,有 6 条是连续长大下坡路段,比例也超过 50%,如表 1-3 所示。

因此在公路危险路段中,连续长大下坡路段的事故发生率及人员死亡率最高,应在对此类路段的安全现状进行分析的基础上,提出针对性的处置措施。

2013 年公安部公布的十大危险路段

表 1-3

序号	省份	路 段 名 称	路段长度	开通时间	至 2013 年 10 月底死亡人数	行政等级/技术等级
1	山西	青银高速薛公岭路段 934 公里至 964 公里	30km	2005 年 1 月	54 人	国道/高速公路
2	福建	厦蓉高速公路和溪段厦门方向 121 公里至 107 公里	14km	2004 年	108 人	国道/高速公路
3	江西	九码快速通道 6 至 22 公里	16km	2010 年 4 月	48 人	省道/一级公路
4	河南	郑开大道	44.2km	2006 年 11 月	55 人	城市快速路
5	广西	316 省道 107 公里至 107 公里加 600 米	600m	2002 年 1 月	18 人	省道/二级公路
6	云南	嵩待公路 57 公里至 78 公里	21km	2003 年 12 月	158 人	国道/二级公路
7	陕西	107 省道长安段 91 公里至 131 公里	40km	2004 年 12 月	123 人	省道/一级公路
8	陕西	西汉高速西安段 1136 公里至 1158 公里	22km	2007 年 9 月	139 人	国道/高速公路
9	甘肃	215 国道 231 公里至 256 公里	25km	2011 年 11 月	24 人	国道/二级公路
10	青海	湟倒一级公路 48 公里至 98 公里	50km	2003 年 9 月	152 人	省道/一级公路

第二节 连续长大下坡路段安全现状

一、连续长大下坡路段界定

山区高速公路连续长大下坡路段交通安全是近年来研究的热点,但目前相关规范和指南对连续长大下坡路段缺乏明确的定义,原因在于同载重和速度情况下,不同平均纵坡对应的安全坡长并不相同,因此在研究连续长大下坡路段安全问题时,应首先明确哪些路段为连续长大下坡路段。目前国内外对连续长大下坡路段的表述主要有:

1. 国外研究情况

法国高速公路和道路技术研究部门(SETRA)对长大纵坡进行了研究,研究单位在 22 条高速公路上各选定有代表性的路段进行研究统计,这些代表路段一般都是长大下坡路段,研究表明:把坡长及平均坡度作为变量来研究车辆的行驶风险是非常适宜的,因为这两个变量与事故的严重性及发生频率相关性最大。SETRA 的研究结论为:当 $d/p < 130$ 时,坡道上不会发生过度风险;当 $d/p > 130$,且 $p > 3\%$ 时,坡道上的事故率开始随着 d/p 值的增加而增加;当 $p < 3\%$ 时,无论 d/p 值是多少,均不会产生风险(d 为长大下坡总的坡长,单位为 m; p 为长大下坡的平均坡度)。

法国现行的公路设计规范和标准中对长大下坡的定义和设计要求没有具体的规定,

SETRA的研究把长大下坡定义为:总长度大于1km,平均坡度大于4%的路段。通过对重型车辆在长大下坡上的运行性能分析以及长大下坡路段车辆发生的事故进行统计分析,认为:长时间的制动或频繁制动导致制动片过热,制动性能降低,从而易发生交通事故。200℃可作为风险判定条件,当制动片温度超过200℃时,则认为汽车行驶会产生风险。

2. 国内研究情况

我国从20世纪70年代末便开始对车辆在坡道上运行规律开始研究,但迄今为止,国内尚无高速公路连续长大下坡路段的统一界定标准,现行的设计规范及标准中也未给出具体规定,但在相关研究中提出了相应的研究结论,以下介绍一些比较具有代表性的研究成果。

(1)2005年《新理念公路设计指南》中对于需特殊考虑处置措施的路段表述为“一般情况,当平均纵坡 $\geq 4\%$,纵坡连续长度 $\geq 3\text{km}$,交通组成中大、中型车辆比例较高”,由此上述路段可认为是连续长大下坡路段。

(2)浙江省地方标准《高速公路交通安全设施设计规范》(DB 33/T 704—2013)中对“长陡坡路段”的解释为“平均纵坡大于3%且连续长度大于2km,或平均纵坡大于2.5%且连续长度大于6km的路段”。

(3)在长安大学和交通运输部公路科学研究院承担的“连续长大下坡路段安全保障技术研究”项目中,综合考虑车辆的载重、行驶速度、道路状况、驾驶行为、制动方式、交通环境及信息提示等多因素,采用连续长大下坡路段汽车制动器温升模型、以制动器温度阈值为控制标准,将下坡平均纵坡及所对应坡长均不小于表1-4规定值的公路路段,作为各等级公路越岭线中连续长大下坡路段。同时提出:当连续下坡过程中出现长度较短的反坡或长缓坡时,不能将该段连续下坡视为两段,仍应作为一段连续长大下坡路段。目前而言,该项目研究成果应用较为广泛,在现阶段可作为我国连续长大下坡路的定义,但在具体应用时还应根据道路具体情况综合确定。

山区高速公路连续长大下坡路段界定标准

表 1-4

连续下坡平均纵坡度(%)	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
连续路线长度(km)	15	7.5	4.5	4.0	3.5	3.0

注:表值为最小值,实际使用时可采用内插法计算确定。

二、连续长大下坡路段交通事故特性

在长大下坡路段,车辆持续的使用制动,由于制动效能的“热衰退”导致制动消能下降,容易导致制动系统失灵,造成此路段事故的事故率及其严重性远大于一般路段。需要在事故资料的基础上,分析事故的规律性,采取有针对性的交通安全措施,改善连续长大下坡路段的行车安全。下面基于高速公路长大下坡路段事故分析,进一步阐述长大下坡路段的事故特性。

1. 事故特征统计

1) 事故时间分布

事故数据库经过多年的发展后,能使安全专业人员在一定的时期内,分析事故的趋势。一般认为最近2~3年的数据周期比较合理。但是5~10年的历史数据更有利于研究人员确

定潜在的安全影响因素。

(1)月分布:长大下坡路段大型车辆制动系统温度与外界环境温度关系较大;在我国南方夏季气温较高时车辆制动系统温度上升较快,其制动失效概率也会加大。如图 1-5 所示,第 3 季度是全年事故多发期,而 8 月更是发生事故最多的月份。这一季度,气温是全年中最高的,与外界环境温度越高车辆制动器越容易失效的一般性规律相一致。

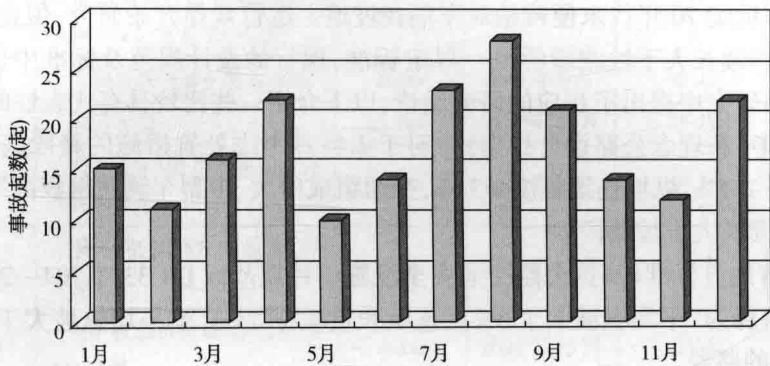


图 1-5 事故按月份分布图

(2)小时分布:由于公路出行规律的周期性变化,公路的交通量在一天 24h 中各不相同。一天中交通量常有高峰期和低谷期之分。同时驾驶员在一天中不同时段注意力也不相同,所以交通事故的分布也随时间的变化而有明显的区别,如图 1-6 所示。事故发生最频繁的是 10 点,其次是 16 点;夜间发生的事故数不如白天,这与白天车流量大的特性相关;但是下半夜发生事故明显比上半夜多,这与驾驶员生理特性相关,驾驶员在凌晨比较容易疲劳、注意力不集中。

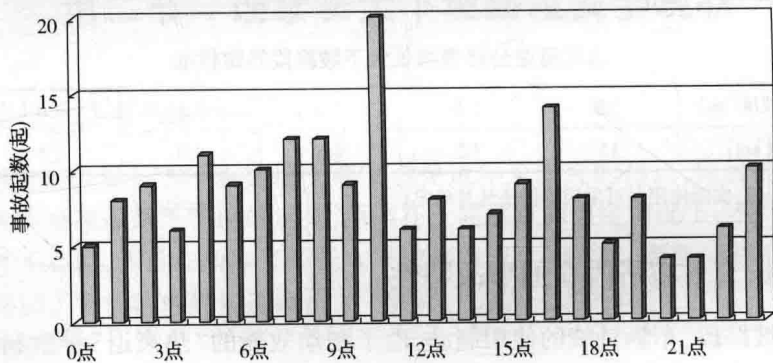


图 1-6 事故按小时分布图

2)事故空间分布

由表 1-5,可以看出事故在长大下坡路段的空间分布规律,事故多数发生在坡底段,占长大下坡路段总事故的 85%。

以某高速公路为例,坡顶桩号 K121+500,坡底桩号为 K106+990,则制动失效事故在 K111~K108 的后半段约 3km 范围内占 87%,进一步说明车辆经过长时间制动后,制动器制动失效概率在逐渐加大。

某高速按交通事故数排序的公路分段

表 1-5

路 段	里 程	事 故 数	所占比例(%)	
坡底段	k27	26	27	85
	k28	18	18	
	k29	30	30	
	k30	11	11	
坡中段	k31	4	4	12
	k32	6	6	
	k33	1	1	
坡顶段	k34	1	1	3
	k35	0	0	
	k36	2	2	

3)事故形态

以某高速公路长大下坡路段为例:在所有的交通事故中,翻车事故所占的比例最大,其次是尾随相撞,侧面和正面相撞分别列第三位和第四位,如图 1-7 所示。翻车事故,主要是由于公路的地形复杂,大多数行驶车辆为重型货车,驾驶员如果对线形判断不准确或在超车时稍有不慎便可能因措施不当等原因导致车辆驶出路外,发生翻车事故。同时汽车在连续长大下坡路段制动失效后,追尾与冲出路外也是主要事故形态。车辆制动失效后速度越来越快,容易和其他正常行驶的车辆发生追尾碰撞;当速度达到或超过弯道允许的最大速度后,车辆会冲出路外。这两种事故的后果均很严重,也是连续长大下坡路段事故死亡率高的主要原因。

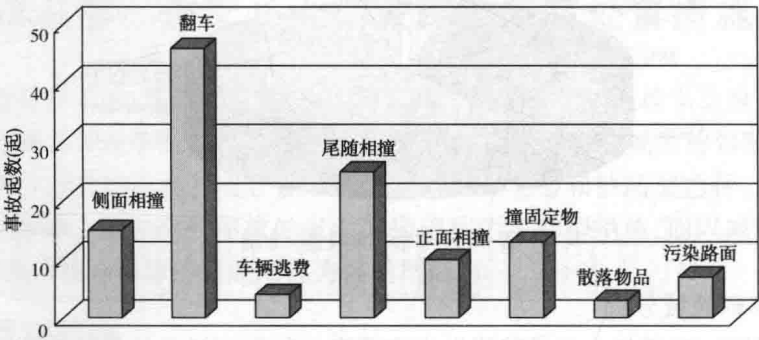


图 1-7 事故形态分布

4)事故车辆

(1)车型分布

如图 1-8 所示,可以看出事故车型分布方式,在连续长大下坡路段交通事故中,重型货车事故数目远远超过其他车型,其次是小型货车和小型客车。以上数据表明,重型货车是导致事故的重要原因。以某高速公路为例,在制动失效事故中,六轴载重货车占 64%,说明在连续长大下坡路段重型货车危险性较大,如图 1-9 所示。

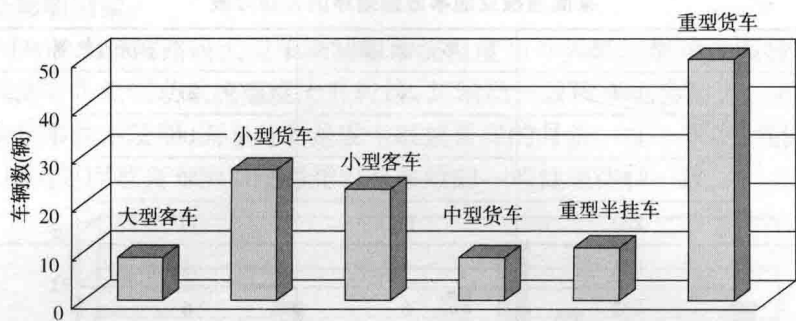


图 1-8 交通事故中车型分布图

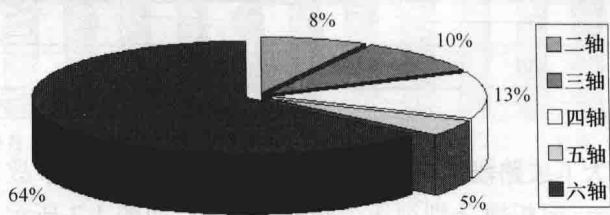


图 1-9 制动失效车辆各车型所占比例分布图

(2) 车重分布

制动失效事故车辆多为满载重载货车。以某高速公路为例,对发生制动失效事故的六轴货车进行车辆载重的分析可以看出,发生事故的六轴货车满载率已达到 58%,这说明发生制动失效事故车辆一般为重载货车,事故车辆载重分布如图 1-10 所示。

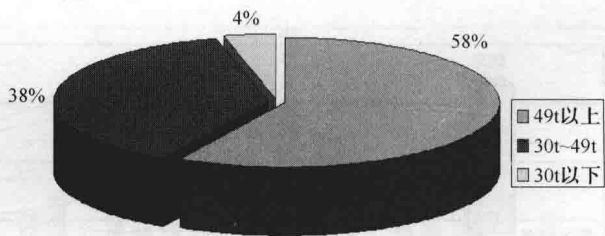


图 1-10 事故车辆载重分布图

(3) 事故车辆地域分析

根据相关统计,连续长大下坡路段发生交通事故的车辆驾驶员多是外地的驾驶员,导致事故发生的主要原因是对本路段路况不熟悉。某高速公路 2011 年和 2012 年的所有事故的详细数据显示,95%的事故车辆来自省外,说明外地驾驶员对高速公路的路线线形不熟悉是造成事故的重要原因。

2. 事故机理分析

事故机理分析,即通过事故特征统计分析,从理论的层面探索道路交通事故的主要特点,为道路安全设计提供依据。通过事故特征统计分析,连续长大下坡路段交通事故主要有以下几个突出特点:

(1) 货车超速超载是事故主要原因

连续长大下坡路段事故的主要原因是制动系统失灵。某高速公路 27km 下坡路段的交通事故中,由于货车失控造成的事故占该路段事故总数的 90% 以上。这些发生事故的货车都存在严重的超载现象,因此货车超速超载是连续长大下坡路段事故发生的主要原因之一。

(2) 制动失效车辆车型基本为货车

在连续长大下坡路段发生制动失效的车辆基本上为货车,如某高速公路的 158 次制动失效事故中,全部为货车制动系统失灵造成的交通事故。因此需要重点对载重货车在连续长大下坡路段的运行安全进行评价,以便采取针对性的改善和治理措施,减少制动失效事故的发生。

(3) 失控事故多数发生在下坡路段的后半段

事故多数发生在下坡路段的后半段。某高速公路 27km 的长大下坡路段发生的制动失效事故中,发生在后 10km 路段的事故数占总失控事故数的 70%。发生在最后 15km 的失控事故数占总失控事故数的 95%。这主要是因为汽车制动系统吸收的能量在下坡路段不断积累,累积到一定程度后汽车制动器材料产生热衰退,造成汽车制动系统失灵。因此在连续长大下坡路段的治理中,对于下坡路段的后半段需要采取被动的减小制动失效事故严重性的防护措施,而下坡路段的前半段可以采用主动预防措施,减少制动失效事故的概率。

(4) 事故形态主要为追尾和翻车

汽车在连续长大下坡路段失控后,主要事故形态为追尾和翻车,甚至冲出路外。车辆制动失效后速度越来越快,容易和其他正常行驶车辆发生追尾碰撞;当速度达到弯道允许的最大速度后,车辆会翻车或者冲出路外。这两种事故的后果均很严重,是连续长大下坡路段事故死亡率高的主要原因。

第三节 连续长大下坡路段现有处置措施

从事故特性分析来看,我国道路的设计指标与国外相接近,但下坡事故显著高于其他路段。超载超限行驶是导致事故高发的最根本原因,其次为驾驶员不规范的驾驶行为,道路条件仅为诱发因素。现有的长大下坡处置措施主要包括主动型和被动型两种。一般而言,从道路交通环境的根源上规避交通事故的发生的措施称为主动型措施,而以减轻事故严重程度、减少事故损失为核心目标的措施则称为被动型措施。

一、主动管理措施

1. 交通工程措施

1) 合理设置标志

美国基于对西弗吉尼亚州 180 名货车驾驶员访问的研究发现,驾驶员认为包含更多信息,如坡长、坡度和水平线形等的标志牌对于安全驾驶非常有用。研究单位在加利福尼亚州唐纳山口西侧的 I-80 路段中一段长达 64km 的连续长大下坡路段进行了相关标志的设置研究,研究结果显示,通过采用标示下坡长度和坡度、平面线形、避险车道位置等含有特别信息的标志,能够实现“与正在下坡的驾驶员交流”,以告知驾驶员正确驾驶,并明显提升了

驾驶员对于长大下坡的了解。我国目前长大下坡路段的标志设置重点体现在路况信息提示、安全驾驶注意事项、安全设施设置情况、引导驾驶员低速行驶、合理使用安全设施等方面。

2) 减速标线

连续长大下坡路段交通标线以促使驾驶员减速慢行及提醒驾驶员注意为主要目的,一般以减速标线设置居多。减速标线主要包括视觉减速标线、横向减速标线等。另外,提醒驾驶员注意的标线主要包括振动标线、振动型车行道边缘线、隆声带等。振动标线一般设置于危险点前方,提醒驾驶员注意安全,避免设置于危险点处,以免对驾驶员安全行车产生不利影响。隆声带因其结构特点,通过车辆在隆声带上行驶时产生的噪声,提醒驾驶员已驶入不应驶入的区域,并及时纠正已经偏离的行驶方向,一般设置于行车道外侧硬路肩。

2. 服务设施

连续长大下坡路段的服务设施设置,可以按照一般道路标准规范的要求,结合连续长大下坡路段的特殊要求设置,也可以仅针对连续长大下坡路段单独设置。连续长大下坡路段设置服务设施的目的主要有:减缓驾驶人疲劳;检查维护车辆技术状况;使驾驶员熟悉道路状况,进行心理生理调整;对装载的货物进行整理固定,进行超限检查等方面。服务设施主要包括服务区、停车区、超限检查站、加水站、降温池等。

3. 管理设施

山区道路连续下坡路段,车辆制动系统的制动力随车速和挡位的变化而变化。在低挡低速时制动力较强,可以在不使用主制动器的条件下,在各种坡度的纵坡上稳定行驶。在高挡位车速较高时,制动能力下降,只能在较缓的纵坡上确保安全行驶。因此管理措施主要针对车辆载重、行驶速度及制动器温度进行有效控制。

在速度管理方面,可通过设置限速标志(分车型限速或分车重限速)及车速反馈系统等方式来实现。

二、被动防护措施

1. 避险车道

车辆在制动失效后,由于惯性作用其速度增长较快,若不能给车辆提供有效的强制减速场所,极易发生追尾、冲出路侧事故。避险车道是较为有效的处置措施,它可以使制动失效车辆与公路主线交通流分离并安全地减速停车,从而减少连续长大下坡路段制动失效货车发生事故的可能性,降低对车辆、公路财产和道路使用者的伤害程度。

2. 护栏

通过设置高防护等级护栏,可有效减少车辆冲出路侧或穿越中央分隔带的事故,护栏防护等级应与路侧危险程度相协调。

3. 其他

我国对连续长大下坡路段新型安全设施进行了大量研究。在新型强制减速设施方面,北京中路安交通科技有限公司取得了一些研究成果,并开发了系统的强制减速设施,如消能减速护栏、网索式避险车道及橡胶空腔减速垄等(图 1-11);上述强制减速设施的应用可为制动失效车辆提供更为有效的减速,进而提高连续长大下坡路段的安全水平,减少人员伤亡。