

“道路交通安全智能化管控关键技术与集成示范”项目技术丛书

课题六 低等级公路安全防控关键技术研发与集成示范

低等级公路 交通安全防控技术

Road Safety Prevention and Control Technology
of Low - Grade Highway

陈 瑜 吴京梅 矫成武 张铁军 王峻极 编著

非
外
借



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

“道路交通安全智能化管控关键技术与集成示范”项目技术丛书

课题六 低等级公路安全防控关键技术研发与集成示范

低等级公路交通安全防控技术

陈 瑜 吴京梅 矫成武 张铁军 王峻极 编著



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

内 容 提 要

本书在分析我国低等级公路交通安全主要问题的基础上,从低等级公路交通安全评估技术、防护设施设置、路线交叉安全改善、城乡接合部和村镇路段横向抗干扰与冲突分离、农村客运安全保障、交通安全综合处置和改善以及驾驶人交通行为改善技术,为低等级公路交通安全水平提升工作提供全方位的技术支持。

本书可供交通运输工程领域特别是从事交通安全教学、科研、管理的人员使用,也可供交通工程、交通运输、土木工程、市政工程专业高年级本科生、研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

低等级公路交通安全防控技术 / 陈瑜等编著. —北京:人民交通出版社股份有限公司, 2017. 12
ISBN 978-7-114-13645-0

I. ①低… II. ①陈… III. ①公路运输—交通运输安全—交通设施 IV. ①U491.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 191676 号

书 名: 低等级公路交通安全防控技术

著 作 者: 陈 瑜 吴京梅 矫成武 张铁军 王峻极

责任编辑: 戴慧莉

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: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 16.25

字 数: 370 千

版 次: 2017 年 12 月 第 1 版

印 次: 2017 年 12 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-13645-0

定 价: 68.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

丛书编委会名单

主任委员 吴德金

副主任委员 张劲泉 胡 滨

主 编 李爱民 周荣贵

编 委 (按姓氏笔画排序)

于海霞 马永峰 王成虎 王峻极

厉文齐 叶郑献 刘恒权 刘洪启

刘唐志 孙校伟 杨国锋 李 健

李 琳 吴京梅 吴瑾秋 应朝阳

张 帆 张铁军 张高强 陆 建

陈雨人 陈 瑜 邵毅明 林刘赞

侯德藻 姜 明 郭 艳 唐琤琤

矫成武 燕 科

丛书前言

自人类进入汽车社会以来,道路交通事故就如影随形,道路交通安全问题已经成为当今世界一个严重的社会问题。为了遏制道路交通事故的发生,降低道路交通事故的危害,人类做出了不懈的努力。进入21世纪,国际社会对道路交通安全问题愈发重视,在全球范围内掀起了提高道路交通安全性的新高潮。但是遏制道路交通事故发生、缓解道路交通安全压力仍是一项长期、漫长和艰巨的任务。

高速公路是公路交通运输系统的“大动脉”,承担了我国70%以上的公路运输交通量,已成为我国综合交通运输系统的重要组成部分。然而,随着高速公路的迅速发展,高速公路交通安全状况不容乐观。一是事故死亡人数占比较大,根据公安部发布的统计数据,2014年我国高速公路事故死亡人数占比达到了9.71%。二是事故率和死亡率仍然较高,2014年亿车公里事故率和死亡率分别为1.8和1.3,虽然低于普通国、省干线公路,但近年来有所上升,且仍远高于发达国家。与高等级公路相比,低等级公路数量大、覆盖面广,是农民群众出行的主要通道,甚至是唯一途径,对促进地区发展和便于农民出行有着极其重要的作用。低等级公路事故总量占比不高,但重特大事故比例较大。统计数据显示,2010至2014年一次死亡10人以上的特大交通事故中,41.52%发生在低等级公路上。随着我国机动化进程的不断加快,机动车数量和居民人均出行量进一步快速增长,改善道路交通安全的压力和难度仍在增大。

交通安全是道路交通研究永恒的主题,科技进步和新技术应用则是解决道路交通安全问题的重要手段。由科技部、公安部、交通运输部三个部委联合组织实施的《国家道路交通安全科技行动计划》一期项目“重特大道路交通事故综合预防与处置集成技术开发与示范应用”已于2012年正式通过验收,项目形成了大量具有先进性和实用性的研究成果,示范效果明显,示范路网内事故数平均下降了20.1%,重特大事故数降幅为21.4%,死亡人数平均降幅27%。正是基于此,2014年国家又启动了《国家道路交通安全科技行动计划》二期项目“道路交

通安全智能化管控关键技术与集成示范”，其目标是在一期项目的基础上，利用传感网、大数据研判等先进信息技术，围绕道路交通安全的主要矛盾和突出问题，打造安全、有序的高速公路交通行车环境，实现交通行为全方位有效监管，促进重点驾驶人安全驾驶行为和习惯的养成、交通秩序根本性好转，全面提升重特大交通事故的主动防控能力。在低等级公路上重点制订低成本安全设施改善方案和设施安全规范，遏制重特大事故发生。

课题一《高速公路行车条件提升关键技术及装备研发》、课题六《低等级公路安全防控关键技术研发与集成示范》是“道路交通安全智能化管控关键技术与集成示范”的重要组成部分。课题一根据高速公路行车条件提升的长期需求和国内外交通安全技术的发展，充分分析我国高速公路交通安全的现状和特点，通过自主创新和高速公路行车条件提升技术的集成应用，研发高速公路设施风险动态评估技术及系统，研究连续下坡等高风险路段以及大雾冰雪等不利行车条件下的安全预警、智能诱导、设施处置和装备应用等一系列主被动安全提升技术，重点完善安全防护设施可靠性设计和研发以及指路标志系统性设计等关键技术，并从车路适应的角度，提出车辆运行安全技术条件，形成综合安全保障技术体系，全面提升高速公路行车环境。在此基础上形成一系列标准、规范和技术指南，并应用于全行业。课题六重点针对安全问题突出的低等级公路以及农村客运，形成涵盖设计、运营、管理以及高风险路段安全提升等领域的路网、路段两级交通安全防控技术体系，形成适合低等级公路使用的安全防控成套技术，有效遏制特大交通事故多发态势，综合提升低等级公路的安全保障水平。

在科技部、公安部和交通运输部三部委的高度重视下，调动了在各相关方向有专长的科研单位、大学、企业及行业管理单位等30余家单位、400余位研究人员，共同参加《高速公路行车条件提升关键技术及装备研发》《低等级公路安全防控关键技术研发与集成示范》两个课题研究、示范工程建设及标准规范制修订工作，取得了丰富的研究成果，并通过“产、学、研、用”相结合的方式，保证研究成果达到了“实际、实用、实效”的要求。本丛书是对《高速公路行车条件提升关键技术及装备研发》《低等级公路安全防控关键技术研发与集成示范》课题部分成果的总结，是《国家道路交通安全科技行动计划》项目的重要成果之一。本丛书涉及公路风险评估、道路交通流理论与运行管理、道路交通安全设计、在用护栏评价与再利用、低等级公路交通安全综合处置以及农村客运安全发展等方面。

丛书将为公路行业的运营管理及交通安全改善工作提供指导,有助于进一步提升高速公路和低等级公路的交通安全保障能力,具有重要的指导意义和实用价值。

丛书在编写过程中,得到了交通运输部总工程师周伟,交通运输部公路局李华,交通运输部科教司庞松,交通运输部公路科学研究院王笑京、何勇、牛开民、傅宇方等领导的鼎力支持,得到了陈永耀、王彦卿、姜廷顺、杨新苗、邵春福、冯明怀、刘浩学、韩凤春和夏方庆等专家的热情指导,交通运输部公路科学研究院等30余家课题参加单位领导、同仁给予了大力配合,在此表示衷心感谢!书中参阅了大量的国内外文献,引述文献已尽量予以标注,但难免存在疏漏,在此对各文献作者一并致谢!

交通作为人民群众日常生活和国民经济运行的基本支撑,交通安全是一项长期和艰巨的工作,希望通过大家的共同努力,为我国交通安全事业的发展贡献微薄之力。

前 言

低等级公路是我国公路网的重要组成部分,也是实现公路交通“门到门”服务功能的重要载体及促进我国农村地区经济和社会发展的重要纽带,但是其道路交通安全形势一直非常严峻。然而,我国针对低等级公路交通安全水平提升的研究相对较少。低等级公路客运服务正在低等级公路逐步开展和深入,低等级公路客运在迎来空前发展的同时,也面临着安全问题的极大挑战。

本书以《低等级公路安全防控关键技术研发与集成示范》(课题编号:2014BAG01B06)的研究成果为基础,针对我国低等级公路交通安全现状与改善需求总结和凝练而成。课题《低等级公路安全防控关键技术研发与集成示范》是国家科技支撑计划项目“道路交通安全智能化管控关键技术与集成示范”(项目编号:2014BAG01B00)的重要组成部分,目的是基于我国低等级公路交通安全特点,突破低等级公路交通安全评估、农村地区驾驶人交通行为改善和低等级公路交通安全设施设置技术,研发低等级公路交通安全数据采集、行车安全预警、驾驶人安全教育、驾驶人安全信息服务等技术装备,重点针对安全问题突出的城乡接合部和过村镇路段以及农村公路旅客运输,开展安全保障专项技术创新与集成应用,形成低等级公路安全防控成套技术,有效遏制低等级公路恶性交通事故多发态势,保障我国基层路网交通安全、可持续发展。

本书在分析我国低等级公路交通安全主要问题的基础上,从低等级公路交通安全风险评估、防护设施设置、路线交叉安全改善、城乡接合部和村镇路段横向抗干扰、农村客运安全保障以及驾驶人交通行为改善等方面,提出低等级公路交通安全综合处治和改善技术,为低等级公路交通安全水平提升工作提供全方位的技术支持。

本书由陈瑜、吴京梅、矫成武、张铁军、王峻极编著,由陈瑜负责统稿。本书除署名作者以外,王睿、胡晗、张岚参与了第2章的编写;于海霞、刘恒权、王成虎、郭敏参与了第3章的编写;刘洪启、陆建、张园、马永峰参与了第4章的编写;唐伯明、刘唐志、张惠玲、尚婷参与了第5章的编写;晁遂、李佳辉、郭达参与了第6章

的编写;王芳、姜明、郭零参与了第7章的编写;许锡忠、江海龙、尤志栋、周穆雄参与了第8章的编写。

本书编写过程中得到了交通运输部公路科学研究院唐铮铮研究员和周荣贵研究员的大力支持和热情指导,在此表示诚挚的谢意!同时,本书参考并引用了大量的国内外相关文献,在此向这些文献的作者一并表示诚挚的谢意!

由于作者水平所限,书中难免有疏漏、不妥之处,敬请各位读者批评指正。

编著者
2017年3月

目 录

第1章 概述 /1

- 1.1 研究背景 1
- 1.2 低等级公路交通安全主要问题 2

第2章 低等级公路交通安全评估技术 /5

- 2.1 风险评估技术概述 5
- 2.2 公路网通用交通安全风险评估技术 10
- 2.3 低等级公路风险评估指标和影响因素 19
- 2.4 低等级公路交通安全风险评估流程 34

第3章 低等级公路交通安全防护设施设置技术 /35

- 3.1 低等级公路路侧安全问题 35
- 3.2 基于成本效益分析的护栏设置条件 38
- 3.3 低等级公路路侧高性价比安全防护设施开发 46

第4章 低等级公路路线交叉安全改善技术 /83

- 4.1 低等级公路路线交叉现状及安全问题分析 83
- 4.2 低等级公路平面交叉设计及改善技术 88
- 4.3 低等级公路接入口处置技术 103

第5章 城乡接合部和村镇路段横向干扰与冲突分离技术 /123

- 5.1 低等级公路横向干扰与冲突分析 123
- 5.2 城乡接合部和村镇路段行人过街交通特征分析 138
- 5.3 横向抗干扰综合处置措施 153

第6章 低等级公路农村客运安全保障技术 /169

- 6.1 农村公路建设和养护现状 169
- 6.2 农村公路建设相关标准和技术要求 173
- 6.3 农村公路交通事故情况和特性分析 178
- 6.4 农村公路客运交通事故情况和特性分析 182
- 6.5 农村公路设施和客运车辆存在的主要安全问题 185
- 6.6 低等级公路线形对客运车辆运行安全性的影响研究 189
- 6.7 针对典型农村客运车辆的农村公路线形设计指标适宜性研究 209
- 6.8 农村公路客运安全通行条件建议 218

第7章 低等级公路交通安全综合处治和改善 /220

- 7.1 低等级公路交通安全改善原则和方法 220

7.2	典型路段处治方案	223
7.3	多种不良情况组合路段的综合处治	226
第8章 农村地区驾驶人交通行为改善技术 /229		
8.1	农村交通现状特点	229
8.2	农村地区驾驶人行为特性分析	233
8.3	农村地区驾驶技能与安全意识提升改善技术	238
参考文献 /246		

第 1 章 概 述

1.1 研究背景

作为我国公路网的主体,低等级公路是不少农村地区唯一的出行路径,起着沟通城乡、服务地方和发展社会的作用。低等级公路作为重要的交通基础设施,也是实现公路交通“门到门”服务功能的重要载体及促进我国农村地区经济和社会发展的纽带。近年来,党中央、国务院、交通运输部把加快基础设施建设作为带动贫困地区经济发展的重要举措之一。党的十八大以来,习近平总书记分别对独龙江公路隧道贯通、农村公路发展和川藏青藏公路建成通车 60 周年分别做出重要指示批示,明确要求进一步把农村公路建好、管好、护好、运营好的目标落到实处。在湖南、陕西、贵州等地调研时,习近平总书记反复强调,要加快农村地区、贫困地区、革命老区、民族地区和边疆地区的交通建设。习近平总书记的重要指示批示,充分体现了党中央对交通运输发展的亲切关怀和殷切期望。

然而,在低等级公路建设和农村客运迅速发展的同时,其安全问题也逐步凸显。尽管在党中央、国务院的领导下,经过交通、公安、医疗、教育等各部门以及各地区的共同努力,我国公路交通事故形势总体有所改善。但是,由于低等级公路设计指标相对偏低,路况普遍表现出路窄坡陡、临崖临水、弯多弯急、气候条件复杂多变、地形复杂、视距不良等特点,而且普遍存在防护不到位、养护力度不足的问题,其运输的危险性和困难性较高,交通事故特别是恶性交通事故时有发生。根据公安部交通管理局统计,2014 年发生在低等级公路上的交通事故高达 49703 起,造成 71543 人伤亡,约占公路事故总量的 45%,造成直接经济损失约 1.67 亿元。我国近几年低等级公路交通事故占公路交通事故的比例如图 1-1 所示。2007 ~ 2009 年 3 年间一次死亡 10 人以上重特大事故资料表明,农村公路交通事故死亡人数已占到 20% 以上。

2014 年,国务院办公厅印发《国务院办公厅关于实施公路安全生命防护工程的意见》(国办发〔2014〕55 号),要深入贯彻党的十八大和十八大三中、四中全会精神,落实国务院的决策部署,牢固树立以人为本、安全发展的理念,坚守发展绝不能以牺牲人的生命为代价的底线意识,以防事故、保安全、保畅通为目标,以落实安全生产责任为主线,以加强基层基础设施建设为抓手,坚持公路建设、管理、养护、安全并举,紧紧抓住农村公路这一工作重心,按照“消除存量、不添增量、动态排查”方针,大力整治公路安全隐患,不断完善安全设施,依法强化综合治理,全面提升公路安全水平,促进全国道路交通安全形势向稳中求好转变。据此

提出:2015 年年底,全面完成公路安全隐患的排查和治理规划工作,健全完善严查车辆超限超载的部门联合协作机制,并率先完成通行客运班线和接送学生车辆集中的农村公路急弯陡坡、临水临崖等重点路段的安全隐患治理。2017 年年底,全面完成农村公路急弯陡坡、临水临崖等重点路段安全隐患治理。2020 年年底,基本完成乡道及以上行政等级公路安全隐患治理,实现农村公路交通安全基础设施明显改善、安全防护水平显著提高,公路交通安全综合治理能力全面提升的目标。

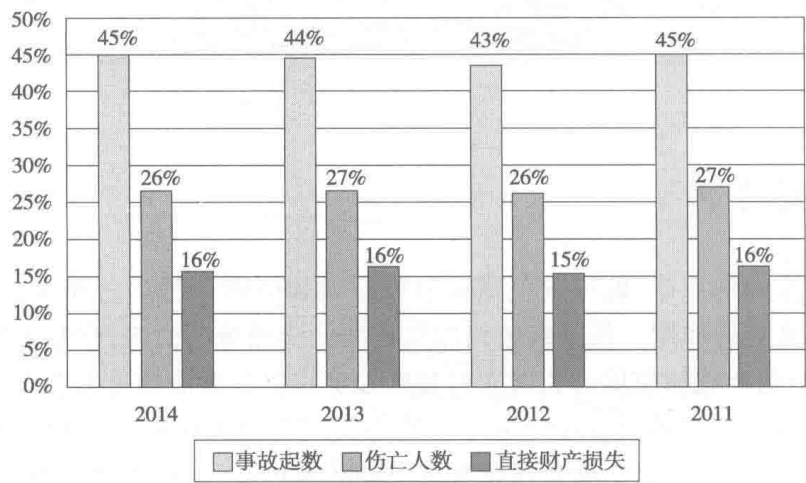


图 1-1 我国低等级公路交通事故占公路交通事故的比例

目前,我国针对公路交通安全问题的研究已取得很大进步,在公路安全保障、线形设计、运营管理等方面已经有了丰硕的研究成果。然而,以往成果的研究重点主要集中在国、省干线公路,对低等级公路的研究则相对较少。低等级公路客运服务正在低等级公路逐步开展和深入,低等级公路客运在迎来空前发展的同时,也面临着安全问题的极大挑战。

1.2 低等级公路交通安全主要问题

(1) 技术等级低、路况复杂,安全驾驶风险高。

截至 2015 年年底,我国三级及三级以下低等级公路通车里程共计 400.24 万 km,约占公路总里程的 87%,其中,94% 为农村公路(图 1-2)。随着我国公路网的逐步提级改造,国省干线公路技术等级不断提高,但是低等级国省干线依然存在,且大部分为经济发展落后或自然地形条件受限造成的提级改造困难路段。“十一五”以来,低等级农村公路建设得到了党中央、国务院和各级政府的高度重视,低等级农村公路里程大幅增加,但受资金限制,低等级农村公路技术等级依然偏低,尤其是山区农村公路,在一些地理位置险要、经济发展落后的地区,部分农村公路是在原有山路的基础上直接加铺路面修建而成的,其线形条件较差。

由于技术等级低,不同程度地存在着路面狭窄、线形差、急弯、陡坡、连续下坡、视距不良、路侧险要等安全隐患(图 1-3 ~ 图 1-5),且所占路段比例较大;自然条件比较恶劣,存在大风、大雾等恶劣天气,为交通安全带来了较大隐患,驾驶人一旦操作失误,极易引发后果严重的交通事故。

(2) 交通安全设施普遍缺乏,安全驾驶保障能力不足。

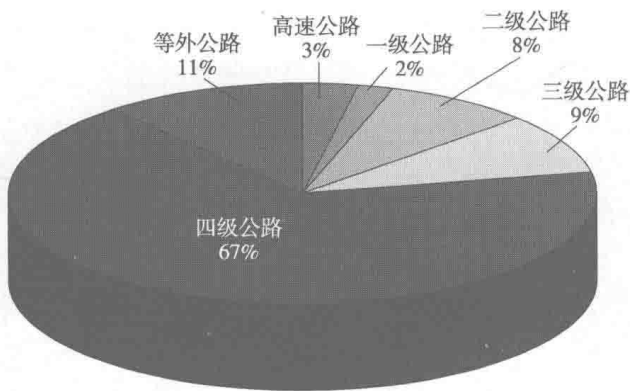


图 1-2 我国公路技术等级构成

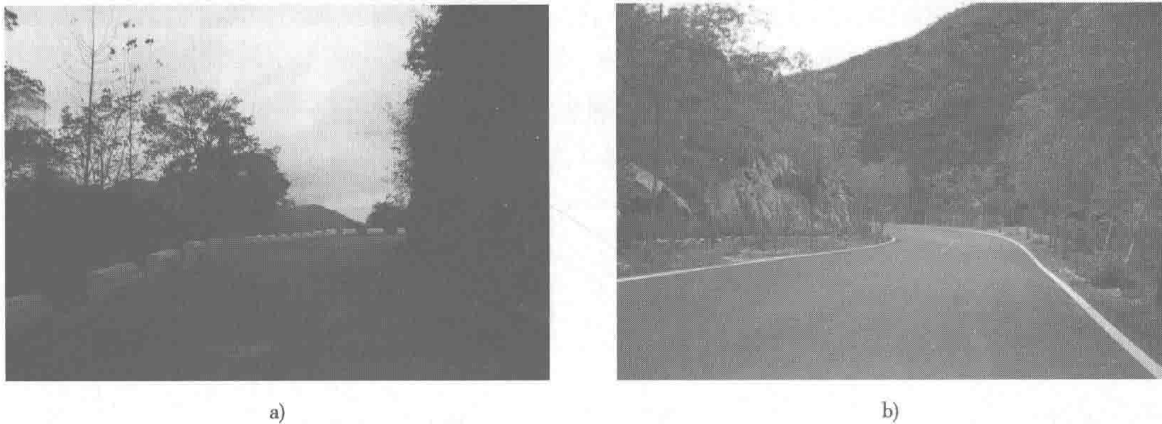


图 1-3 低等级公路急弯路段

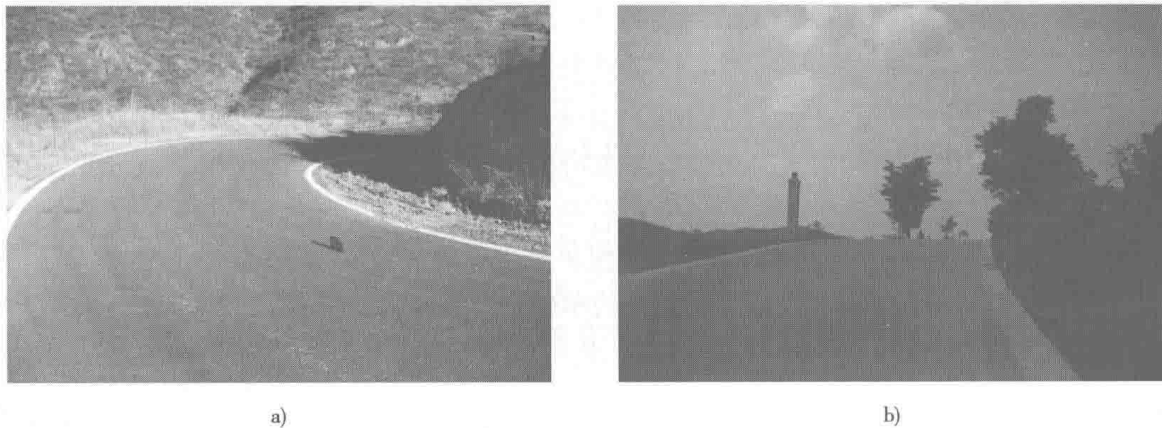


图 1-4 低等级公路视距不良路段

低等级农村公路交通安全设施配套建设相对不足。由于早期建成的农村公路将有限的资金都用在公路主体的建设上,加之部分管理者忽视交通安全设施的作用,使得农村公路在交通安全设施上的投入得不到保障,造成农村公路上交通安全设施不足以保障车辆的安全运行。同时,由于农村公路养护能力不足、养护监管不到位,仅有的安全设施缺乏必要的维护,部分安全设施破坏后得不到及时的修复,造成了农村公路安全防护能力较弱(图 1-6)。

(3) 沿线群众交通安全意识不强。

低等级公路沿线基本为农村地区,随着我国机动车保有量的不断增加,低等级公路交通

量也逐渐增加,但沿线群众交通安全意识不强,其不安全用路、占路等行为,加重了低等级公路上行人、非机动车与来往车辆之间的冲突,引发交通事故的风险也相应增加。

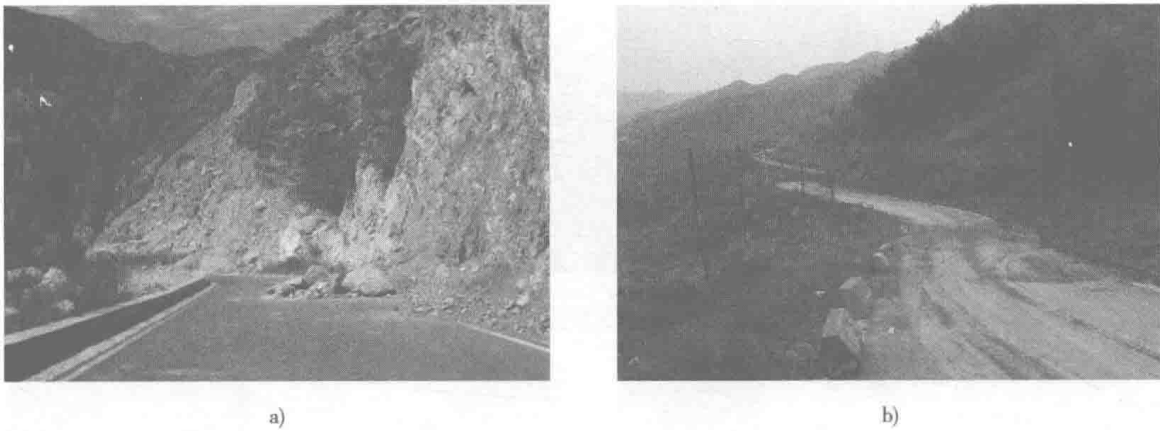


图 1-5 低等级公路落石、路基沉降路段

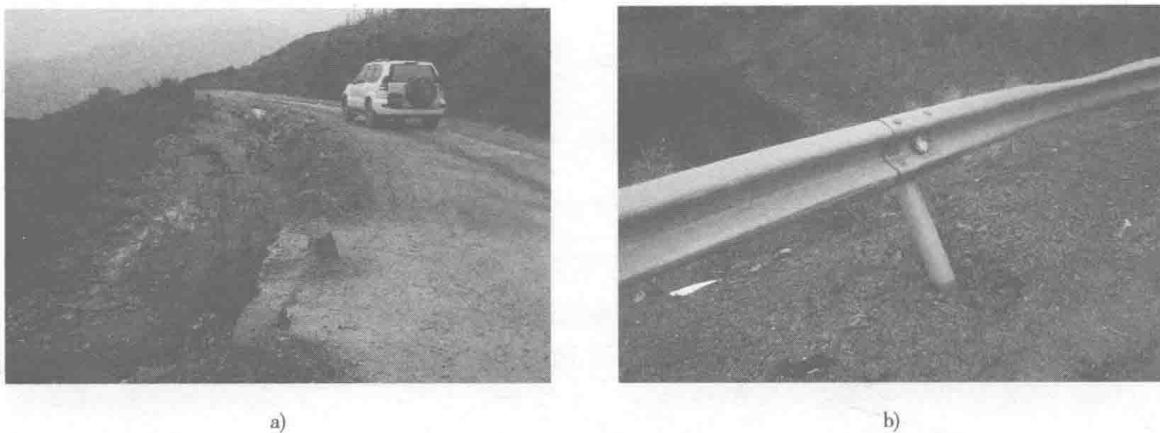


图 1-6 低等级公路缺乏必要的安全设施或防护能力不足

同时,随着农民群众生活水平的提高和农村公路通行条件的改善,摩托车、三轮汽车、低速载货汽车、手扶拖拉机等作为农民群众出行的代步工具越来越普及。这些车辆安全性能相对较差,发生事故后不能为乘客提供有效保护。由于农村购买力低,一些非法拼装车、城市报废车大量流入农村,还有大量无牌无证的车辆充斥在农村。同时,由于农村短途客运发展相对滞后,农民出行往往只能搭乘三轮车、低速载货汽车、拖拉机、摩托车等交通工具,这也在一定程度上使得货车违法载客有了市场,也使得发生群死群伤等恶性交通事故的可能性增加。

在农村驾驶机动车的人员中有相当一部分人没有经过正规培训,有些人甚至是在“实践”中练出来的。这些驾驶人交通安全意识淡薄,紧急情况下应急反应能力差,导致农村公路上超速超载、酒后驾车、逆向行驶、违章超车、三轮车及轻型载货汽车违法载客等交通违法违规现象频发。这些现象破坏了低等级公路应有的行车秩序,一定程度上致使低等级公路事故多发。

第2章 低等级公路交通安全评估技术

公路交通安全是一个涵盖人、车、路、环境(管理)等诸多因素的复杂的系统工程,这些因素相互协调、相互作用,任何因素出现问题,都有可能导致交通事故的发生。有效把握低等级公路的交通安全状态,准确识别高风险路段,才能有针对性地实施安全改善措施,有效提高低等级公路的安全水平。本章主要介绍应用风险评估技术开展低等级公路交通安全评估的方法,为低等级公路交通安全防控提供诊断工具。

2.1 风险评估技术概述

2.1.1 风险评估概念

从广义的角度讲,风险评估就是对各种危险的严重程度进行评估,找出高风险区和关键风险因子,推算出总体的风险水平,并通过评估使这些风险控制在可接受的范围内。

基于安全系统工程的理论,风险评估也是对系统所处的发生事故和面临灾害的危险状态进行估计和评定,也就是说,风险评估是指在对过去损失资料进行分析的基础上,进行系统辨识和安全分析,对系统的安全性或危险性,按一定的标准、规范、安全指标予以衡量,对危险的程度进行分级,以便据此结合现有的条件和水平,提出控制系统危险性的安全措施。

关于风险评估还有很多其他的理解:如 Lave 认为,风险评估的目的是生成与特定风险诱因有关的信息,这些诱因具有不确定性,但有可能产生影响。风险评估的最终结果是对风险的判断,它以模型影响的概率分布表现出来。风险评估的不同阶段随着风险来源的不同而改变。Kolluru 与 Brook 的观点是,风险评估是用来说明什么处在危急中,计算想要的结果和不想要的结果的可能性,将两种组成成分合并到一维中。刘新立认为风险评估是指在对过去损失资料进行分析的基础上,运用概率论和数理统计的方法对某一(或几个)特定风险事故发生的概率(或频数)和风险事故发生后可能造成损失的严重程度做定量分析。

基于安全工程理论关于风险评估的定义,结合公路网的实际特点,本书的路网风险评估内涵为以公路基础信息、交通运行信息为基础,针对路网各组成部分进行的交通安全风险评级工作。

2.1.2 风险评估研究概况

2.1.2.1 国外安全风险评估研究

安全风险分析与评价最初起源于 20 世纪 30 年代的美国保险业。第二次世界大战后,

随着工业过程日趋大型化和复杂化,尤其是化学工业的发展,生产中的火灾、爆炸和毒气泄漏等重大事故不断发生,事故预防和安全风险分析日益受到重视。全面的安全风险分析系统研究始于20世纪60年代。1964年美国道化学公司首先开创了化工生产危险度安全评价方法。该公司提出火灾爆炸指数法后,世界各地都竞相研制,进一步推动了这项技术的发展,并在此基础上又提出了一些不同的风险分析与评价方法,如英国帝国化学公司在吸收了美国道化学公司评价方法的优点后,于1976年提出了蒙德评价法。同时,日本厚生劳动省也提出了“六阶段评价法”,苏联提出了化工过程危险评价法等。这些方法均为指数法,至今仍在运用发展之中。

20世纪60年代后期,随着航空、航天、核工业等高技术领域的发展,以概率风险评估为代表的系统安全分析评价技术迅速发展。英国在20世纪60年代中期就建立了故障数据库和可靠性服务所来开展概率风险研究工作。1975年,美国正式发表了商用核电站轻水反应的风险分析报告。此后,这类风险分析技术在许多工业发达国家的许多项目得到了广泛的应用,并推出了一系列以概率论为基础的安全评估方法。在1986年苏联切尔诺贝利核电站发生爆炸事故以后,安全风险分析与评价技术更是得到了各国的普遍重视,推动了这项技术的进一步发展。

2.1.2.2 国内安全风险评估研究

我国于20世纪80年代初期开始安全风险与评价研究工作。化工、冶金、机电、航空、交通等行业陆续开始在企业中实施安全风险分析与评价工作。1988年,机械电子工业部颁布《机械工厂安全性评价标准》,该标准在机械行业100多家工厂进行了应用,取得良好的效果;1990年,贵州省冶金防护研究所完成了《工业企业安全性评价——全面安全管理的故事隐患评价法》;1992年,化工部制订了《化工厂危险程度分级》;1995年,劳动部、北京理工大学完成《易燃、易爆、有重大危险源的安全评价技术》。与此同时,我国很多的科研院校、企业也相继开展了安全风险分析研究工作。其中北京交通大学、东北大学、武汉安全环保研究院、鞍山钢铁公司等提出了一些有价值的安全风险评价理论及方法,如指数法、模糊综合评判法、概率法、安全检查表等;计算机数据库、安全控制论等也得到了应用。目前,我国对安全风险分析的研究方兴未艾,科研院校及有关企业正在进行深层次的探讨研究,以便更准确地对本领域的系统进行定性、定量安全风险分析与评价。

2.1.3 风险评估的分类与方法

2.1.3.1 风险评估分类

目前,对风险评估尚无标准的分类方法。比较常见的风险评估分类有以下几种。

(1)按风险因子分类:风险因子的性质可以是自然因素(包括物理因素、化学因素、生物因素等),也可以是社会因素(包括政治因素、经济因素等)。

(2)按风险危及对象分类:可危及的对象有人、生态系统及社会行为;危及人的一般为健康风险评估,健康风险评估又可依据健康损害的种类分为致癌风险评估、生殖风险评估、致畸风险评估等;危及生态系统的一般为环境风险评估;危及社会行为的一般为工程风险评估、投资风险评估、保险风险评估等。

(3)按风险评估结果性质分类:分为定量风险评估、半定量风险评估及定性风险评估。