

Highway design theory and method
based on operating speed

公路运行速度设计 理论与方法

汪双杰
周荣贵
孙小端
郭腾峰

著



人民交通出版社
China Communications Press

Highway Design Theory and Method Based on Operating Speed

公路运行速度设计理论与方法

汪双杰 周荣贵 著
孙小端 郭腾峰

人民交通出版社

内 容 提 要

本书根据作者多年来的相关科研积累及最新研究成果撰写而成,力求反映当前公路运行速度方面的最新理论与技术。本书所含图表、数据、结论,系通过大量代表性工程实车现场测试、室内仿真系统模拟、专项工程项目试设计检验等研究总结得到。主要内容有:公路运行速度基本理论、各级公路运行速度模型、公路运行速度安全设计技术、公路运行速度安全评价技术、公路限速与速度控制技术。书中提供了包括公路运行速度设计理论、关键技术、适用方法及指标体系的成套技术。

本书资料翔实,内容丰富,可供公路勘测设计、科研与建设管理相关技术人员参考,亦适合高等院校、科研机构相关专业教师、研究生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路运行速度设计理论与方法/汪双杰等著. -- 北京:人民交通出版社,2010.6

ISBN 978-7-114-08512-3

I. ①公… II. ①汪… III. ①公路—设计 IV. ①U412.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 112972 号

书 名:公路运行速度设计理论与方法

著 作 者:汪双杰 周荣贵 孙小端 郭腾峰

责任编辑:丁润铎 郑蕉林

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)59757969、59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京盛通印刷股份有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:16.25

字 数:400千

版 次:2010年6月 第1版

印 次:2010年6月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-08512-3

印 数:0001~2000册

定 价:68.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前言

FOREWORD

运行速度是指当交通处于自由流状态下,且天气良好时,在潮湿、干净的路面上,特定地点观测车辆实际行驶速度在统计分布曲线上某一百分位对应的速度。国际上普遍认可的运行速度表现为平均速度、速度概率分布区间或 85% 位速度,简称 v_{85} 。也就是说观测到的速度分布中,85% 位速度是最常用的描述特定地点运行速度的统计指标。

发达国家对运行速度的研究始于 20 世纪六七十年代。早期美、德、日等国均以设计速度控制道路几何线形指标,鉴于其实际上的局限性,以英国、澳大利亚为代表的一些国家自 70 年代后对基于运行速度的公路设计方法开展了更深入、更全面、更系统的研究,并主要针对双车道公路构建了多种运行速度模型。英、澳等国在公路设计时将运行速度概念贯穿于几何设计始终,进而发展到目前以运行速度作为公路几何设计控制元素,确保设计线形与车辆实际行驶时所期望的线形一致;同时,通过运行速度预测模型推算各路段的运行速度,检验和修正几何设计。相对于国外,我国对运行速度的研究起步较晚,20 世纪 80 年代末国内学者开始进行运行速度预测模型的初步调研和分析。进入 21 世纪后,为配合《公路工程技术标准》(JTJ 001—97)、《公路路线设计规范》(JTJ 011—94)的修订,原交通部正式立项开展“高速公路运行速度设计方法与标准”的研究,由此推动我国公路运行速度研究进入了新的发展阶段,原交通部也在西部交通建设科技项目中先后列专题开展系列研究。本专著以西部交通重大专项“公路运行速度体系、安全性评价与工程应用技术研究”为基础,系统研究总结国内外研究进展与成果,特别是 2000 年以来国内近 10 年的最新成果,体现了当今我国公路运行速度设计、检验评价及

速度控制各方面的理论与技术研究的最高水平。

我国公路工程技术标准、规范中几何指标体系基于汽车动力学原理,引进、消化日本经验,吸收美、德等国之所长,并结合我国国情而建立。以设计速度为表征的设计理论方法,几十年来指导我国公路建设事业取得了世人瞩目的伟大成就,高速公路建成里程世界第二。但是,随着公路里程和汽车保有量的增加,突出的交通安全问题也让社会深切感受到其形势的严峻和解决的迫切性。事实证明,尽管公路设计标准和规范确定的几何设计主要指标是从行车安全角度提出的,但工程设计即便满足指标要求也并不能保障车辆安全行驶。其原因是,一方面在于设计者机械照搬照套指标,不能合理恰当地使用;另一方面在于不同的几何指标条件下,车辆的实际行驶速度是动态变化的,不可能完全按照给定的设计速度行驶。矛盾和冲突最终体现在由于道路不同路段运行速度差值变化过大或过频,导致驾驶员疲劳驾驶或操作失误而发生行车安全事故。

运行速度能够综合反映公路几何条件、驾驶行为以及道路环境对实际行车的影响。应用运行速度方法控制公路设计或采用运行速度方法进行公路安全性检验评价的国家,远比我国交通事故率低是客观现实。目前我国现行标准、规范已经提出采用运行速度方法进行公路安全性检验评价的要求,但多年来由于缺乏系统的理论、方法与关键技术的支撑,影响了实际应用。当前我国公路建设处于量的增长期,同时也已进入质的提升期,而汽车保有量亦处于高速膨胀期。我国的公路特性、车辆组成、驾驶行为、执法体系等都有别于国外,因此构建适合我国特点的公路运行速度设计理论、方法与技术体系,既是公路安全保障的需要,也是对国际公路运行速度研究的重大贡献。

本书从运行速度设计基本理论入手,通过全国范围内代表性公路特别是西部典型公路项目大量的数据观测采集与分析研究,首次系统总结提出符合我国国情的公路运行速度模型、运行速度设计技术、运行速度安全评价技术及设计指标体系、评价指标体系。构建基于我国公路交通特征的公路运行速度设计理论与方法,为我国推广应用公路运行速度设计、评价技术,提高公路安全设计水平提供全面技术支撑。

全书共分九章,第一章介绍我国高速公路运行速度设计理论与方法研究的背景及研究解决的问题;第二章介绍国内外公路运行速度研究现状与方向;第三章系统阐述我国运行速度基础理论与模型体系;第四章在分析不同公路安全性评估指标的基础上,提出公路安全性评估推荐指标、相应指标体系及综合评价方法;第五章分别就新建、改扩建项目介绍基于运行速度的公路路线安全性优化设计技术、流程与指标体系;第六章对公路限速、速度控制技术 & 速度控制设施设计方法作全面介绍;第七章针对新建高速公路、一级公路升级改造为高速公路、新建二级公路、营运高速公路等代表性工程,介绍相关技术的工程应用与示范;第八章介绍

技术成果的应用背景;第九章综述我国公路运行速度理论与方法研究的主要成果和创新点。

全书由汪双杰主持撰写,汪双杰、周荣贵、孙小端、郭腾峰共同完成。方靖、贺玉龙、郭忠印、刘建蓓、胡江碧等所做相关研究为本书提供了很大支持,陈永耀、陈国靖等对本书提出了许多宝贵的意见和建议,在此一并表示感谢。

限于水平,书中不妥之处在所难免,诚请批评指正。

作 者

2010年6月于西安

目 录

第 1 篇 公路改扩建（升级）工程项目路线安全性评价指南	1
1 总则	3
2 术语	4
3 改扩建项目的适应度评价	5
4 改扩建公路路线安全性评价与检验	6
5 改扩建项目的安全性评价流程	22
附录 A 公路线形适应度的计算方法	23
附录 B 高速公路运行速度计算	27
第 2 篇 既有路基检测评价及处治技术指南	33
1 路基病害调查检测	35
2 路基评价	41
3 路基病害处治	45
第 3 篇 工程边坡健康诊断与处治技术指南	51
1 总则	53
2 工程边坡健康诊断及确定治理方法的工作顺序	54
3 既有边坡的工程地质勘察工作	55
4 既有边坡稳定性分析验算	70
5 既有边坡的治理	79
6 边坡工程监测	97
第 4 篇 水泥混凝土路面改造加铺技术指南	103
1 总则	105
2 设计程序	106
3 既有路面检测及评价	107
4 加铺改建结构及结构分析	110
5 改造加铺技术	113
第 5 篇 公路混凝土桥梁维修加固技术指南	119
1 既有桥梁病害的分类特征	121
2 既有桥梁常规病害维修加固处治措施	123
3 中、小跨径桥梁的主要维修加固技术	139

4 旧桥维修加固效果评价与验收标准	160
第 6 篇 公路隧道病害检测评价和处治技术指南	169
1 隧道病害检测	171
2 隧道病害评估	186
3 隧道病害处治	216
第 7 篇 旧水泥混凝土板多锤头碎石化施工质量控制指南	231
1 总则	233
2 施工前准备工作	234
3 路面破损调查及排水设施运作情况	235
4 试验段施工	236
5 施工过程及注意事项	237
6 质量管理及检查验收	240
附录 A 试验段破碎尺寸及破碎异常情况检查表	241
附录 B 弯沉测定记录表	242
附录 C 多锤头破碎撒铺乳化沥青与石屑施工质量检测及验收 记录表	243
第 8 篇 旧水泥混凝土板冲压稳固施工质量控制指南	245
1 旧水泥混凝土路面板的破碎施工方法与目的	247
2 质量控制难点、重点分析	248
3 旧水泥混凝土路面的处治问题预估	249
4 旧水泥混凝土板的破碎施工控制	250
5 旧水泥路面处治质量验收	257
第 9 篇 高陡边坡防护加固施工质量控制指南	259
1 使用范围	261
2 质量控制难点、重点	262
3 高陡边坡防护加固施工的基本要求	263
4 材料质量要求	264
5 施工技术要求	266
6 锚杆（索）加固工程检查监督方法和重点部位	272
7 质量验收标准	275
第 10 篇 碾压式贫混凝土基层施工质量控制指南	279
1 使用范围	281
2 材料	282



1

总 论

1.1 绪 言

“速度”是公路设计时确定公路几何线形的基本要素,是公路建设的控制性指标(最关键参数)。我国从 20 世纪 50 年代起引入了“设计车速”即“计算行车速度”的概念。作为公路路线设计的基础指标,设计速度主要是根据车辆动力学和运动学性能来确定的。不同的公路等级对应的设计速度也不同。对于一条公路项目,设计速度一经选定,所有相关要素如视距、超高、纵坡、竖曲线半径等指标均需要与其匹配。基于固定的设计速度的公路设计方法经过近半个世纪和数百万公里的公路建设实践与应用,目前已被我国所有公路规划、设计人员所了解并掌握。设计速度对某一特定路段而言只规定了路段的最低设计标准。在实际的驾驶行为中,没有一个驾驶员自始至终地去恪守一个固定车速。实际的行驶速度总是随道路线形、车辆动力性能与驾驶员特性等各种条件的改变而变化。只要条件允许,驾驶者总是倾向于采用较高的速度行驶。前后路段实际运行速度出现较大的速度差以及实际运行速度与设计速度之间的速度差,均可能成为行车安全的隐患。

面对汽车家庭化、道路交通行为复杂化、公共安全社会化,特别是公路交通事故迅速增加的形势,自 20 世纪 70 年代初开始,欧美一些国家研究提出了“运行速度”的概念,并在试验、研究和应用的基础上逐渐补充和完善。由于运行速度综合考虑了综合驾驶行为、心理、视觉需求、汽车性能特征、线形几何要素等多方面的因素,采用运行速度方法进行公路设计、安全性检验和评价,可以有效提升公路路线与汽车行驶之间的协调性和一致性,降低速度差,从而提升公路行车的安全性,因此,德、法等欧洲国家和美国、澳大利亚等国家已经采用运行速度方法进行公路设计和安全性检验与评价。

据世界卫生组织研究报道,道路交通伤害已经成为一项重大的公共卫生问题,每年约有 120 多万人死于交通事故。道路交通死亡可能成为心血管疾病、抑郁症等之外的人类第五大死亡原因。连续数年来,我国道路交通事故总数一直明显高于发达国家,道路交通安全形势十

分严峻。在“人、车、路和环境”等因素共同组成的公路交通系统中,各国的统计研究均认为,“人”的因素一直是引起交通事故的主要原因。这其中驾驶员违法超速行驶导致交通事故则占相当高的比例。因此,规范驾驶员的行为,研究并实施公路安全限速等是减少交通事故的主要途径。在安全限速研究方面,世界许多国家也取得了较为成熟的成果,其中基于运行速度进行公路安全限速是一种较为公认的方法,因为该方法同时兼顾了公路行车安全和运行效率两大目标。目前,美国等国家正是基于运行速度来确定公路限速的。

尽管世界上一些国家在运行速度领域较早开展研究,取得了符合当地情况的研究成果,并应用于公路设计和安全性检验与评价中。但是,由于我国地域辽阔、人口众多、自然环境差异大以及综合经济实力等基础条件限制,尤其是我国驾驶行为、汽车性能和道路综合环境等与国外显著不同,其他国家的研究成果显然不能适合我国公路交通的实际情况和需求。因此,借鉴国外经验,结合我国公路交通实际情况,在广泛调查、大量实车试验和模拟研究的基础上,开展符合我国综合国情的公路运行速度理论方法、设计评价体系和相关应用技术研究是我国运行速度领域研究的必由之路。

交通运输部一直高度重视公路交通安全设计问题,20世纪80年代即跟踪国外运行速度研究发展动态,特别是进入21世纪后至今的十多年间,持续不断地在公路运行速度设计理论与方法方面立项开展攻关研究,以期建立符合我国国情、适应我国公路交通特征的公路运行速度体系。2008年初,交通运输部西部交通科技建设项目重大专项《公路运行速度体系、安全性评价与工程应用技术研究》正式启动,投入研究资金计1200万元,组织国内设计、科研、高校多家单位联合攻关,系统总结我国公路运行速度研究方面的相关成果,研究解决公路设计、建设、管理阶段中与速度和安全密切关联的关键性问题,提升我国公路整体交通安全水平,实现安全设计、科学评价和合理限速等目标。

课题组通过单独调研、联合调研等工作方式,紧紧围绕项目研究的需要,先后在广东、江西、云南、贵州、陕西、新疆等20个省市对35条高速和一级公路,39条二级及以下双车道公路开展了现场数据采集和实验观测工作。调研路线总里程9405km,跟车观测共计579组、样本数10209个;共采集断面运行速度数据1443处,总计观测样本近70万个;进行了驾驶心理、生理室内外实验调查,指标样本量逾78万个;收集事故资料18810组;调研工作行驶总里程22698km;依托国内4条公路项目开展试设计,为不同等级的23条公路进行了安全性评价,并提出建设性的交通安全改进措施和建议。

本书内容吸收和应用了近20年来我国在运行速度相关研究领域的成果精粹,是在引进、消化、吸收基础上的集成研究和再创新。所包含的6个交通运输部立项专题中,3个课题鉴定水平为国际领先,3个课题为国际先进。总体上,本项目在公路运行速度基础理论与应用模型、公路安全性综合评价技术与评价标准、公路运行速度设计技术与流程、公路限速与速度控制技术等4个方面,共取得了18项主要研究成果。项目研究成果填补了1个国内理论空白(适合我国交通特点的公路运行速度设计与控制基础理论),创新建立了2个体系(公路路线安全设计指标体系和公路路线安全性评价标准体系),在3大技术(路线安全设计技术、路线安全性评价技术和公路速度控制综合技术)领域取得技术突破。项目研究成果是对我国现行公路设计方法和标准体系的补充和完善,为我国相关行业标准、规范的编制修订奠定了理论和方法基础,为我国公路安全性评价和安全限速提供了系统性的技术支撑。

1.2 项目立项背景与目的

改革开放 30 多年来,我国公路建设取得了令世界瞩目的成就。据统计,截至 2009 年年底,我国公路总里程达到 386.08 万公里,其中高速公路总里程 6.51 万公里,居世界第二位,仅次于美国。而近年来,随着我国经济的快速发展和西部大开发战略的实施,我国公路建设重点已开始逐步向西部地区及山区转移。我国西部地区幅员广阔,包括重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆、内蒙古、广西 12 个省(市、自治区),土地面积约 680 万平方公里,约占全国国土总面积的 71%;人口约 3.8 亿人,约占全国总人口的 28.5%。在国家 8.5 万公里高速公路网(7918 网)的规划中,新建的 4 万多公里高速公路里程就有一半是在西部省份。由于西部地区人员产业布局相对分散,受地形、地质条件,资源禀赋以及文化历史条件等因素影响,公路交通在西部地区综合交通中一直占主导地位。随着西部大开发战略的实施,西部地区的社会和经济得到长足发展,尤其是西部地区交通基础设施经过几十年的建设,已经基本形成以国省干线公路为骨架,纵横交错、干支结合,覆盖西部、通往中东部及周边国家的公路网络。据最新数据统计:截至 2008 年底,西部地区公路通车总里程达到 142.1 万公里,其中高速公路 1.65 万公里,一级公路 9 628 公里,二级公路 7.34 万公里,二级以上公路总里程 9.95 万公里,公路密度达到 20.61 公里/百平方公里。公路网密度、公路技术等级、公路通达深度及农村交通条件等均明显提高和改善。

但是,随着汽车保有量和通车里程的快速增加,人们在享受生活便利、经济效益和社会繁荣的同时,也越来越深切地感受到交通安全问题日益严重和突出。2007 年,全国共发生道路交通事故 327 209 起,造成 81 649 人死亡、380 442 人受伤,直接财产损失 12 亿元。2008 年,全国共发生道路交通事故 265 204 起,造成 73 484 人死亡、304 919 人受伤,直接财产损失 10.1 亿元。2009 年,全国共发生道路交通事故 238 351 起,造成 67 759 人死亡、275 125 人受伤,直接财产损失 9.1 亿元。2003 年至 2009 年交通事故直接经济损失如图 1-1 所示。同时,据近 5 年的交通事故统计资料,在各种道路交通事故次数与死亡人数中,一般公路所占比重分别达到 65.5%和 78.8%,特别是近年来的特大交通事故多发生在西部山区公路上,造成了不良的社会影响和重大的经济损失。

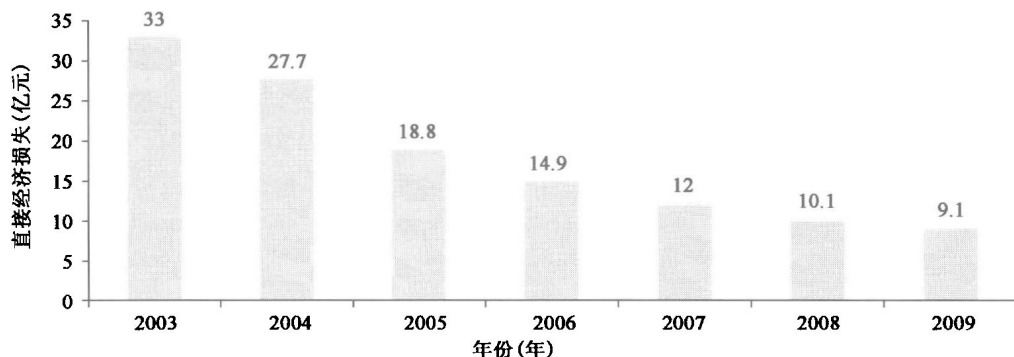


图 1-1 我国近年交通事故直接经济损失

我国的交通事故人数既表现在绝对数字高,也表现在单位事故的死亡人数高上。根据国际上通用的每万车死亡率和亿车公里死亡率等指标来评价交通事故,我国的这些数据都远远超过发达国家(图 1-2)。公路交通事故多发已经成为影响经济发展的且全社会关注的热点问题。未来的 10 至 15 年,随着中国成为世界第一的汽车产销大国和公路总里程快速增长,我国

的道路交通安全形势令人担忧。

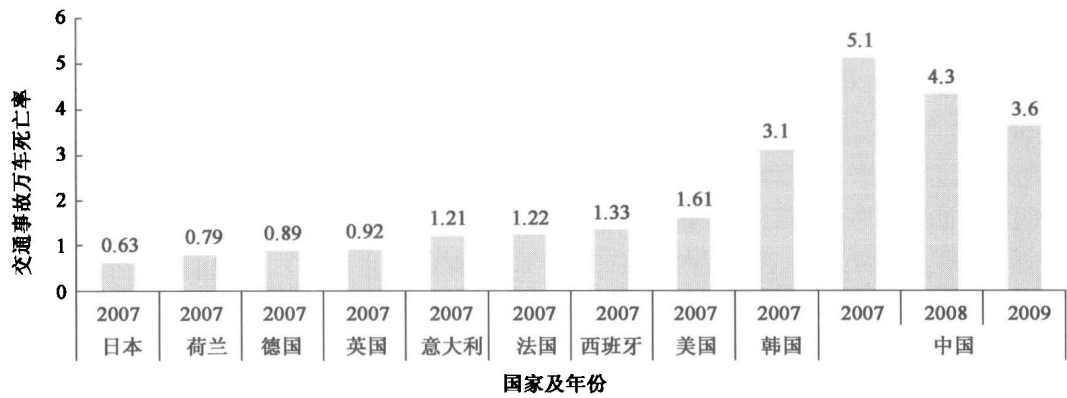


图 1-2 各国交通事故万车死亡率对比

公路交通系统是由“人、车、路和环境”等因素共同组成的一个复杂系统。“人、车、路”之间的相互关系不协调,就会引发公路交通安全问题。在对交通事故原因分析中,国内外研究统计均表明,“人”的因素一直是引起交通事故的主要原因,约占事故总数的 70%到 80%,其中包括驾驶员和行人,主要表现在驾驶员违章驾驶、措施不当、判断失误及行人随意穿越公路等。而在我国,“车”的因素也是非常明显的,表现在车型复杂、安全性能差、超载现象严重等。尽管“路”的因素所占比例较低,但是公路几何条件作为道路交通系统中的客观因素,在“人”和“车辆”因素之外,也在一定程度上影响着道路交通安全水平。道路交通安全问题,可以说是当今世界范围内的最为棘手的复杂工程。国内外均倡议应该从教育、执法、车辆和道路等多种途径、多个领域同时综合治理。

20 世纪 90 年代,我国开始在吸收国外研究成果的基础上,结合公路事故多发路段处置等工程实际需求,逐步开展公路事故多发段鉴别与改造、公路安全评价等研究工作。与运行速度相关的研究工作主要是在借鉴和引进澳大利亚运行速度设计方法和美国交互式安全评价模型的基础上开展的。在《公路工程技术标准》(JTJ 001—97)修订过程中,编制组为引入运行速度和安全性评价,开展了大量研究和基础储备工作。2000 年以来又先后启动标准规范项目“高速公路运行速度设计方法和标准研究”、西部交通科技项目“山区双车道公路路线设计参数研究”、西部交通科技项目“山区高速公路匝道线形设计技术研究”等。上述研究项目在高速公路运行速度模型、运行速度设计方法、双车道公路路线设计参数以及公路匝道线形设计等方面取得了阶段性研究成果。在我国颁布的《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)和《公路路线设计规范》(JTG D20—2006)中,正式引入了运行速度的概念,并推荐在线形突变等路段进行运行速度检验。高速公路运行速度应用模型等成果也已纳入 2004 年发布的《公路项目安全性评价指南》中。

鉴于缺少双车道公路和特殊路段的运行速度应用模型、运行速度设计方法以及相应的评价方法和指标,2007 年交通运输部西部交通科技建设项目管理中心再次启动了 3 个关于运行速度研究的项目,即“西部地区公路运行速度特征与应用模型研究”、“基于运行速度理念的西部地区公路线形设计及安全评价技术研究”、“西部地区公路速度限制标准与速度控制技术研究”。为了系统集成、提升前期各阶段、各专题和分项的研究成果,在上述 3 个项目研究的基础上,2008 年交通运输部西部交通项目建设管理中心又启动了重大专项“公路运行速度体系、安全性评价与工程应用技术研究”,由中交第一公路勘察设计研究院总牵头,交通运输部公路科学研究院、北京工业大学、同济大学等单位共同参加完成。

项目研究目标是:借鉴国外相关经验,系统开展适合交通特点的公路运行速度模型研究、公路运行速度设计与安全性评价技术研究;分析验证路线主要技术指标的安全性,研究技术指标使用的方法和原则,提出适合我国公路交通特点的公路运行速度设计技术、流程和安全性评价指标体系,为公路设计和安全性检验与评价提供科学、具体的技术和方法;研究科学合理的公路限速和速度控制技术,以提高我国公路的交通安全性。

1.3 需要研究解决的问题

1.3.1 建立公路安全性评价体系

交通部于2004年发布了公路行业推荐性标准《公路项目安全性评价指南》,但是由于相关研究起步较晚,缺少一级公路、双车道公路等运行速度模型,加之评价指标体系尚未建立等客观因素,实际上设计阶段的安全性检验和评价工作仅仅局限在部分山区高速公路项目中。目前《公路项目安全性评价指南》中沿用了国外速度(运行速度差)协调性和一致性评价指标、标准,在采用该评价指标和标准时,未能结合我国公路交通特点对该评价指标和标准进行研究和验证,同时也缺少从驾驶员心理、生理角度和事故率等角度评价路线安全性的综合评价指标体系。

对于新建公路项目,路线方案的比选与优化,是公路设计中一个至关重要的环节,尤其是对于西部山区公路项目。但目前路线方案的比选与优化主要考虑的因素通常是工程规模与造价的经济性、路线与周围地形环境的适应性,以及路线方案与相关规划、土地利用、环境的影响等,恰恰缺少的是从路线行车安全角度出发的安全性检验和评价。如果将安全性评价结论同样作为公路路线方案选择和线形优化时的主要内容,无疑有助于提高公路设计成果的交通安全性,这在我国西部地区线形复杂的公路项目中显得尤为重要。

我国高速公路大规模建设始于20世纪90年代初,至今高速公路通车里程已达6.51万公里。由于受历史条件的限制,最早修建的五纵七横国道主干线大部分为4车道高速公路。随着我国经济的持续快速发展,早期修建的高速公路交通量增长均较快,有的已远远超过项目规划立项时远景年限预测交通量,导致服务水平明显降低,需要对原路进行扩容扩建,其中也包括为提高标准而需要改扩建的项目。

鉴于我国目前公路交通安全性评价的现状,以及我国大量改扩建公路项目和新建公路项目对提高公路交通安全性的迫切需求,在前期研究的基础上通过广泛地试验、研究以及试设计等工作,提出并建立适合我国公路交通特点的路线安全性综合评价标准体系是非常必要的。同时,还应逐渐推进安全性评价的规范化和常态化,使其真正成为检验设计成果、提高公路安全性的一个不可或缺的重要环节。

1.3.2 创新公路路线安全性优化设计方法和技术

我国目前采用的以设计速度为基础的路线设计方法,其核心是根据汽车行驶动力学和运动学来设计公路的几何线形。采用设计速度方法进行路线设计时,设计速度控制该设计路段低限技术指标。对于某一既定设计速度的设计路段,除了根据地形等客观因素选择布置平、纵曲线之外,设计者在路段低限指标和标准规范允许的高限指标之间可选择的空间是很大的。如何使得路线设计成果满足规范规定的线形均衡、协调的原则要求,不同设计者所给出的答案是不同的,与设计者对规范的理解和工程实践经验相关。

在复杂的山区公路项目设计中,设计者往往更多地考虑地形、工程造价等外界条件的影响(只要几何指标满足现行的设计标准和规范的要求),却忽略了汽车实际运行速度动态变化和连续性对路线线形设计连续性和协调性的要求。因为在实际行车中,行驶速度总是随道路线形、车辆动力性能与驾驶员特性等多种条件的改变而变化。只要条件允许,驾驶员总是倾向于采用较高的速度行驶。如果忽视线形连续性,必然造成实际的运行速度与设计速度相差较大,形成高车速与低线形指标的矛盾。

为了解决上述公路路线设计中指标取用和保障线形协调性问题,需要在研究引入运行速度理念的基础上,以动态的设计检验为核心,研究集成具有可操作性的公路路线安全性优化设计方法、技术和流程,补充我国公路路线设计方法和体系,为从设计阶段提高公路线形的协调性提供技术和方法支撑。

1.3.3 提出并建立公路限速标准和速度控制技术

组成公路交通的主要元素是人、车、路和环境,而影响公路安全的因素也是上述元素相互作用的结果,如:驾驶行为、汽车性能、路况、天气变化、超载等。调查数据显示,这些因素中以机动车驾驶员原因所导致的交通事故死亡人数为最。据2007年的交通事故统计数据表明,机动车肇事以未按规定让行、超速行驶和无证驾驶为位居前三位的主要原因,其导致的死亡人数分别占总数的19.0%、10.2%和6.1%。由此可见,超速驾驶对人的生命及财产安全够成了极大的威胁,对超速现象的有效治理能够在很大程度上改善我国的道路交通安全状况。而另一方面,在我国部分发达地区,由于高速公路大范围实施较低速度限制,公众对高速公路提高限速数值的呼声越来越强烈。有人认为,严格按照设计速度或者低于设计速度进行限速是不合理的。因为设计速度控制的是一条公路中地形条件最为困难的路段的线形指标,而其他路段如果适当高于设计速度行驶应该是安全的。同时,过低的限速自然也不能充分发挥高速公路“快速运输”的综合效力。

限速和增加速度控制相关技术措施是对车辆进行速度管理的主要手段。目前,国内外对超速驾驶问题的治理主要是通过各种速度管理手段和措施来使车辆速度保持在一定范围之内。但是究竟如何在保障安全的前提下,从充分发挥公路综合运输效率出发,采用何种方式、方法和技术实现科学限速呢?这首先需要我们研究提出符合我国公路条件、驾驶员特点的公路限速标准和速度控制技术。

综上所述,运行速度理论、方法和集成技术是有效解决公路安全问题的重要而有效的手段和方法。本书结合我国国情和地域特性、车型特点、驾驶习惯和驾驶心理,研究提出我国公路运行速度模型,研究其分析评价成套技术,总结运行速度设计方法,提出适用我国汽车和道路特性的速度限制及速度控制技术,对于从勘察设计阶段考虑行车安全、指导安全设计、及早发现并良好规避安全隐患,进而提高我国公路建设安全品质、改善公路交通安全问题是十分必要和迫切的。

1.4 关键技术路线

项目组在对国内外公路运行速度理论、应用模型、公路设计方法、安全评价技术、公路限速方法和速度控制技术等方面广泛调查研究的基础上,对我国近20年的基于运行速度的路线安全设计与速度控制方面的课题研究成果进行系统集成再创新。研究适合我国公路不同地域和等级特点、驾驶特性和车辆特性的各类运行速度应用模型;研究建立我国公路运行速度评价指标体系;研究总结我国公路运行速度设计方法、流程,并开发对应的设计综合技术等;同时,研

究制定限速值确定方法和速度限制标准,开发保证公路行车安全的速度控制技术。

项目研究的关键技术如下:

- (1)研究各级公路运行速度特征,建立基于路线设计的运行速度取值标准;
- (2)研究适合我国公路几何特点、路侧环境、驾驶特性、汽车特性,建立各级公路运行速度应用模型;
- (3)研究建立完整、科学的运行速度评价指标与体系,包括运行速度,线形几何特征指标,心理、生理驾驶工作负荷等多指标评价方法;
- (4)研究开发公路运行速度设计技术与流程,提出安全设计推荐值域和设计要领;
- (5)开发、集成基于运行速度的公路安全性综合评价技术和软件系统;
- (6)研究建立限速影响和综合决策模型;
- (7)研究开发公路运行期速度控制应用技术。

以上关键技术的研究和开发将为项目其他研究内容和总体目标的实现奠定基础,是项目后期开展公路项目安全性评价和试设计总结等研究工作的前提条件。

总体技术路线:

国外研究现状分析→国内研究成果总结与评价→建立和完善各项模型→研究开发评价技术→安全性设计与速度控制技术集成再创新→应用相关技术进行试设计→研究成果总结、鉴定、推广。项目具体研究技术路线的实施结构见图 1-3。

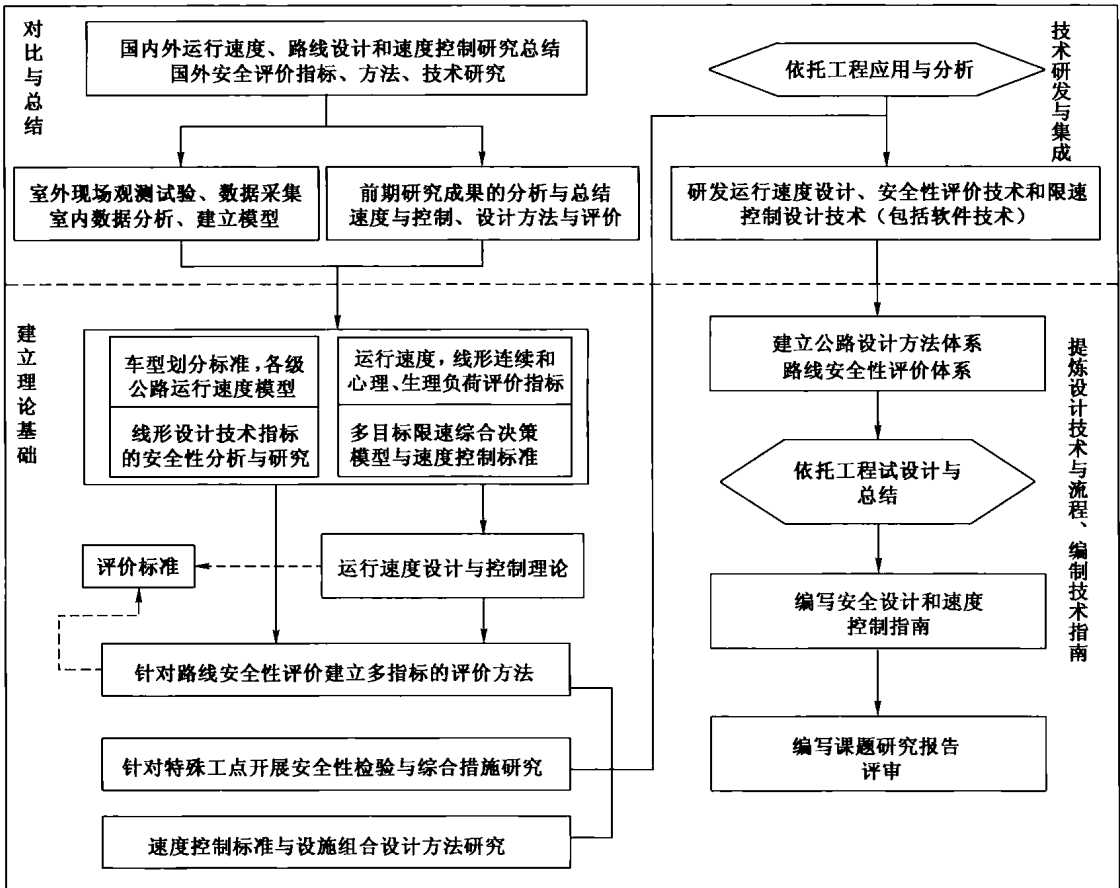


图 1-3 总体技术路线

1.5 项目主要研究内容和研究成果

1.5.1 项目主要研究内容

项目研究解决我国公路从设计、建设到运行管理阶段与速度和安全密切关联的关键性问题,系统研究各级公路运行速度预测模型,建立公路运行速度安全设计理论、技术与流程,研究集成公路安全性综合评价、安全设计和速度控制等关键技术,建立符合我国公路交通特性的公路安全性综合评价标准体系,为我国公路安全设计、安全评价和安全限速和管理提供成套性理论、方法、技术和标准体系支撑。

项目主要研究内容包括以下方面:

1) 运行速度理论与应用方法研究

- (1) 公路设计车型分类和标准车型的选定;
- (2) 公路运行速度采集、数据结构标准化及处理技术;
- (3) 基于路线设计的公路运行速度特征;
- (4) 高速公路、一级公路运行速度预测模型;
- (5) 双车道公路分车型的运行速度预测模型;
- (6) 高速公路隧道、互通立交区的运行速度预测模型;
- (7) 公路路侧环境属性指标与运行速度的相关研究。

2) 公路路线安全性评价标准体系与应用技术研究

- (1) 基于几何线形特征的安全性评价指标和标准;
- (2) 基于驾驶员心理、生理的安全性评价指标和标准;
- (3) 公路路线安全评价方法与体系;
- (4) 公路安全性评价工程实践,编写“公路路线安全性评价指南”;
- (5) 基于运行速度的公路设计安全性综合评价技术。

3) 公路路线安全设计指标体系与应用技术研究

- (1) 路线设计指标安全性验证和指标安全性取值值域;
- (2) 公路运行速度设计方法、技术和流程;
- (3) 公路路线试设计与优化技术,编写公路路线优化设计指南。

4) 速度控制技术与方法研究

- (1) 公路限速与其他速度指标的互动关系;
- (2) 公路限速的影响模型和限速综合决策模型及可变限速技术;
- (3) 不同技术等级公路速度控制技术与方法;
- (4) 不同速度控制技术的组合设计方法研究;
- (5) 依托工程限速方案设计,编制《公路速度限制标准与速度控制技术指南》。

1.5.2 研究成果

“速度”是控制公路路线设计、保障公路行车安全并贯穿于公路建设运行管理全过程的主要控制性指标。课题组在做多年相关研究的基础上,以保障行车安全为目标,从公路多种速度对比分析开始,系统研究公路运行速度设计基础理论,建立了适合我国公路交通特点的各级公

路运行速度模型,填补了我国在公路运行速度模型研究方面的空白;研究建立了适合我国公路交通特点的公路运行速度设计方法、技术和指标体系;进而从速度变化特征、线形几何特征和驾驶员心理、生理反应等多角度研究提出了有针对性地评价公路路线安全性的多类型指标,建立了我国公路安全性综合评价标准体系,并集成开发公路安全性综合评价技术,为从设计阶段提高公路的安全性提供了技术支撑。从保障行车安全、舒适和提升公路综合效率的角度出发,研究建立公路多目标限速综合决策模型,奠定了适合我国国情的公路限速理论基础;在对多种限速设施和技术综合分析研究的基础上,提出了限速区段的具体设计方法和限速区、限速过渡段最小长度(推荐值),系统提出了适合我国公路特点的公路速度限制标准及速度控制设施的组合设计方法,为我国各级公路安全、科学限速提供了依据。

研究的主要成果可以概括为:

构建一个理论:构建适合我国交通特点的公路运行速度设计与控制基础理论。

创新三大技术:集成创新路线安全性优化设计技术、路线安全性评价技术和公路速度控制综合技术。

建立两个体系:研究建立公路路线安全设计指标体系和公路路线安全性评价标准体系。

编制两本指南:编制《公路路线安全性优化设计与评价指南》和《公路限速与速度控制应用指南》。