



2012-2013

*Report on Advances in
Highway Engineering*

中国科学技术协会 主编
中国公路学会 编著

道路工程
学科发展报告

学科发展报告

中国科学技术出版社



014033621

U41
23
2012-2013

2012—2013

道路工程 学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN
HIGHWAY ENGINEERING

中国科学技术协会 主编
中国公路学会 编著



中国科学技术出版社

· 北 京 ·



北航

C1721808

U41

23

2012-2013

图书在版编目 (CIP) 数据

2012—2013 道路工程学科发展报告 / 中国科学技术协会主编; 中国公路学会编著. —北京: 中国科学技术出版社, 2014.2

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-6529-4

I. ① 2… II. ① 中… ② 中… III. ① 道路工程—学科发展—研究报告—中国—2012—2013 IV. ① U41-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 006360 号

策划编辑	吕建华 赵 晖
责任编辑	包明明
责任校对	赵丽英
责任印制	王 沛
装帧设计	中文天地

出 版	中国科学技术出版社
发 行	科学普及出版社发行部
地 址	北京市海淀区中关村南大街 16 号
邮 编	100081
发行电话	010-62103354
传 真	010-62179148
网 址	http://www.cspbooks.com.cn

开 本	787mm × 1092mm 1/16
字 数	348 千字
印 张	14.5
版 次	2014 年 4 月第 1 版
印 次	2014 年 4 月第 1 次印刷
印 刷	北京市凯鑫彩色印刷有限公司
书 号	ISBN 978-7-5046-6529-4 / U · 87
定 价	52.00 元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

2012—2013

道路工程学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN
HIGHWAY ENGINEERING

总 顾 问 胡希捷

首席科学家 周海涛

顾问组成员 (按姓氏笔画排序)

弓天云	刘文杰	刘家镇	李作敏	邹虎啸
张元方	张喜刚	周 伟	赵喜安	黄卫津
蒋树屏				

专家组成员 (按姓氏笔画排序)

马如进	王 伟	王东卫	王达磊	王旭东
王志广	王芳其	王保垒	王彦莹	王艳华
王萌萌	巨荣云	牛开民	尹志逸	孔亚平
邓 涛	邓卫东	冯 茂	冯忠绪	乔 云
刘 伟	刘光焱	刘泽强	刘炳伟	刘继红
关卫省	阮 欣	孙立军	李 江	李文杰
李亚茹	李祝龙	杨志峰	杨季湘	吴学军
沙爱民	沈 毅	宋 赓	张兰军	张会华
张密科	陈艾荣	陈学平	陈济丁	林 志
易亚滨	周晓宇	周晓航	周晨静	郑健龙
赵丽萍	赵君黎	柯代琳	侯荣国	秦 峰
秦志东	顾敬岩	钱永栋	高 虹	高凡丁

学术秘书 韩立萍 徐 伟 李 璐 周晶晶

序

科技自主创新不仅是我国经济社会发展的核心支撑，也是实现中国梦的动力源泉。要在科技自主创新中赢得先机，科学选择科技发展的重点领域和方向、夯实科学发展的学科基础至关重要。

中国科协立足科学共同体自身优势，动员组织所属全国学会持续开展学科发展研究，自2006年至2012年，共有104个全国学会开展了188次学科发展研究，编辑出版系列学科发展报告155卷，力图集成全国科技界的智慧，通过把握我国相关学科在研究规模、发展态势、学术影响、代表性成果、国际合作等方面的最新进展和发展趋势，为有关决策部门正确安排科技创新战略布局、制定科技创新路线图提供参考。同时因涉及学科众多、内容丰富、信息权威，系列学科发展报告不仅得到我国科技界的关注，得到有关政府部门的重视，也逐步被世界科学界和主要研究机构所关注，显现出持久的学术影响力。

2012年，中国科协组织30个全国学会，分别就本学科或研究领域的发展状况进行系统研究，编写了30卷系列学科发展报告（2012—2013）以及1卷学科发展报告综合卷。从本次出版的学科发展报告可以看出，当前的学科发展更加重视基础理论研究进展和高新技术、创新技术在产业中的应用，更加关注科研体制创新、管理方式创新以及学科人才队伍建设、基础条件建设。学科发展对于提升自主创新能力、营造科技创新环境、激发科技创新活力正在发挥出越来越重要的作用。

此次学科发展研究顺利完成，得益于有关全国学会的高度重视和精心组织，得益于首席科学家的潜心谋划、亲力亲为，得益于各学科研究团队的认真研究、群策群力。在此次学科发展报告付梓之际，我谨向所有参与工作的专家学者表示衷心感谢，对他们严谨的科学态度和甘于奉献的敬业精神致以崇高的敬意！

是为序。

韩明

2014年2月5日

前 言

《2012—2013 道路工程学科发展报告》是“中国科协 2012—2013 学科发展研究项目”的重要组成部分，是中国公路学会学术建设的重要内容。由中国公路学会组织行业专家和学者于 2012 年 8 月正式启动发展报告的编写。

《2012—2013 道路工程学科发展报告》包括综合报告，道路（公路）工程、公路桥梁工程、公路隧道工程、交通工程、公路勘察设计及计算机应用技术、道路运输与现代物流、公路环境与可持续发展、客车技术和筑路机械 9 个方面的专题报告。本报告涵盖了我国道路工程领域核心技术和道路、桥梁、隧道在设计、施工、新设备、新材料、新工艺等方面的创新技术与应用情况，特别对道路工程学科近 5 年来所取得的技术进步、科技成果和工程应用进行了梳理、归纳和提炼，内容丰富、翔实，全面客观地反映了我国公路交通领域的科技发展水平。

本报告的首席科学家由交通运输部总工程师、中国公路学会副理事长周海涛担任。参与学科发展报告编写的专家学者投入了大量精力，多次召开专题讨论会，听取各方面的意见和建议，在短时间内高质量地完成了学科发展报告的编写任务，体现了公路科技工作者高度的社会责任感和无私奉献精神。在此，特向参与报告编写的所有人员表示真诚的感谢。

我们相信《2012—2013 道路工程学科发展报告》能为广大公路交通科技工作者提供技术参考，为行业管理部门制定相关科技政策提供依据。

由于编写水平有限，如有不当之处，敬请广大读者谅解并指正。

中国公路学会
2013 年 10 月

目 录

序	韩启德
前言	中国公路学会

综合报告

道路工程学科发展研究	3
一、引言	3
二、道路工程学科近年研究进展	4
三、道路工程学科国内外研究比较与差距	19
四、道路工程学科发展趋势及展望	24
五、结束语	28
参考文献	29

专题报告

道路（公路）工程	33
公路桥梁工程	48
公路隧道工程	63
交通工程	89
公路勘察设计及计算机应用技术	107
道路运输与现代物流	121
公路环境与可持续发展	132
客车技术	152
筑路机械	168
附录	181

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report

Report on Advances in Highway Engineering 205

Reports on Special Topics

Highway Engineering 210

Highway Bridge Engineering 211

Highway Tunnel Engineering 212

Traffic Engineering 213

Discipline of Highway Survey and Design and Computer Application Technology 214

Road Transport and Modern Logistics 215

Environment Protection and Sustainable Development for Highway 216

Coach Technology 216

Road Construction Machinery 217

索引 219

综合报告

道路工程学科发展研究

一、引言

道路工程是国民经济和社会的重要基础设施,在国民经济和社会发展中发挥着十分重要的作用。改革开放 30 年以来,我国公路建设抓住历史机遇,实现了跨越式发展,至 2012 年年底,全国公路总里程达 423.75 万公里。其中,高速公路达 9.62 万公里,总里程位居世界第一。至 2012 年年底,我国公路桥梁总数已达到 71.34 万座。其中主跨 400 米、600 米、800 米、1000 米以上的桥梁分别有 93 座、37 座、20 座、11 座。在建成的悬索桥、斜拉桥、拱桥和梁桥 4 类桥型的世界跨径前 10 位工程中,我国建造的桥梁又分别占有 5 座、6 座、5 座和 5 座,跨海长桥前 10 位占 6 位;至 2011 年年底,全国公路隧道总数已到达 10022 座、总长 8052.7 公里。其中特长隧道 441 座、总长 1984.8 公里;长隧道 1944 座、总长 3304.4 公里。建成了具有国际水平的 18 公里长度秦岭终南山特长隧道、约 8 公里长度上海崇明长江特长隧道、4 公里长度厦门翔安海底特长隧道等。

近年来,道路工程学科应用研究在多个领域内得到了长足的发展,取得了多项令人瞩目的成就。2008—2012 年,获得了国家科技进步奖一等奖 2 项,分别是“千米级斜拉桥设计施工关键技术”和“秦岭终南山公路隧道建设与运营管理关键技术”项目。获得了国家科技进步奖二等奖与国家技术发明奖二等奖 3 项,以及多项中国公路学会科学技术奖特等奖、一等奖及二等奖,充分证明了我国道路工程学科的发展态势。

近年来,我国道路工程学科基础研究也取得了很大进步。全国交通运输行业建立了 32 座行业重点实验室,取得了多项重要科研成果,培养了一批具备国际视野和水平的道路工程领域内的领军人才。

本报告在道路工程、公路桥梁工程、公路隧道工程、交通工程、公路勘察设计及计算机应用技术、道路运输与现代物流、养护技术、公路环境与可持续发展、客车技术、筑路机械等分学科报告的基础上,从可持续发展、灾害控制与安全以及智能化 3 个角度出发,归纳了近年来的创新研究成果,对比了国内与国外的学科发展情况,并在此基础上提出了学科未来的发展趋势与方向。

二、道路工程学科近年研究进展

在历经了我国公路建设热潮以及热潮引发的反思之后,我国道路工程学科针对多方内容开展了深入研究与探索,近年来的研究进展主要集中在可持续发展、灾害控制与安全以及智能化3个大的方向,以下从这3个方向出发对道路工程学科近年的研究进展进行归纳总结。

(一)可持续发展研究系统展开

可持续发展的概念于20世纪80年代首次提出,其要求发展过程既满足当前需要又不削弱后代发展能力,使社会、经济与生态、环境的发展目标相协调。可持续发展自提出以来,在全世界各行业内都得到了充分的推广,其反映的发展理念得到了各国政府和民众的一致认可,我国于1994年批准了第一个国家级可持续发展战略。经过近20年的发展,可持续发展已成为了我国国家发展战略的中心,国家发改委于2012年颁布了《中华人民共和国可持续发展国家报告》,进一步明确了我国深入推进可持续发展战略的总体思路。

我国道路工程学科近年来的发展过程中,面对当前严峻的资源、生态和环境问题,坚持贯彻了可持续发展的理念,结合学科发展情况,在资源能源结构调整、环境污染整治、生态环境改善、产业结构调整以及生产工艺优化等多个方面开展了积极的研究,取得了一定的研究成果,为我国道路工程学科可持续发展的推广应用做出了显著的贡献。

以下是道路工程学科近年来在可持续发展领域内的主要研究成果。

1. 道路工程环境与可持续发展基础理论

经过多年的科研和实践,逐步建立和充实了公路环境与可持续发展的相关理论,从环境保护与可持续发展的角度出发,在公路网规划、设计和建设过程中,丰富和发展了公路建设理念。将环保理念融入了公路网规划以及公路工程设计过程,基于“安全、高效、舒适、环保”的指导思想和基本原则,提出了灵活性设计、宽容性设计、关联性设计等新理念,促进公路建设可持续发展^[1,2]。

基于管理学、社会学和建筑学的基本理论,结合公路环境与可持续发展的学科特点,研究提出了和谐可靠度、全程环境管理等应用基础理论。从公路项目的立项阶段开始,到建设期、运营期的全过程,依据国家的环境政策、环境法律、法规和标准,按照公路建设与环境保护协调发展的原则,坚持宏观综合决策与微观管理监督相结合的要求,运用各种管理手段,调控公路建设决策、设计、施工和运营管理中各种行为,限制损害环境质量的的活动,保障公路建设与运营,并维护沿线区域正常的环境质量和环境安全,实现公路建设

可持续发展的行为总体。另外还在研究基础上提出了人-道路-环境系统和谐可靠度理论,建立了山区等级公路运营期人-路-环境多因素非线性耦合系统安全和谐可靠度理论,以指导山区安全生态型道路设计和建设;发展了公路建筑学理论,提出将公路工程各结构物或构造物作为一个带状的建筑群来统一规划设计,实现了公路工程科学建设及和谐设计。西部交通建设科技项目“神农架木鱼坪至兴山昭君桥旅游公路环境工程技术与示范”(200731822115)依托于实际具体工程项目,针对山区旅游公路改扩建中的环境问题,研发与示范结合,提出了改扩建公路资源综合利用技术措施,总结提出了公路路域自然植被的诱导技术理念,在神宜公路改扩建以及武神公路十堰段改扩建工程、十漫、三峡翻坝高速公路建设工程中进行了推广应用,节约了相关项目建养投资接近1000万元,在神农架林区因神宜示范路建设带动旅游经济的发展,增收1627万元。

2. 道路建设可持续发展

在科学发展的理念指导下,公路建设的可持续发展受到了社会与业内的重视。由废旧轮胎制备橡胶粉的改性沥青技术实现了工业废料的循环利用,沥青、水泥路面材料通过现场或场地冷、热工艺实现了路面材料的再生利用,上述技术均在北京长安街改造等重大工程中得到应用,取得了明显的经济效益与社会效益。采用添加剂改变沥青材料的路用性能和施工和易性,形成了低能耗、低排放的温拌、冷拌技术,逐渐被业内所认识。利用高黏度沥青和开级配设计,形成了排水路面结构形式,改善了路面的抗滑性能、防止雨天水雾影响驾驶视线,明显地提高了车辆行驶的安全性。

在传统的日常养护、小修、中修、大修养护体系的基础上,对道路的养护管理引进了预防性养护和全寿命周期费用分析基础上的养护设计理念,变以往的被动性养护为主动性养护、一般性养护为针对性养护,从而提高了有限养护资金的使用效率,保证了道路的使用状况。另外,通过对老路基的阶梯状切割和新土基的加固处理、新路基的重型压实以及土工材料的铺设,有效地解决了新、老路基的衔接问题。

在路面结构领域,针对重载交通下的结构耐久性和路面使用性能问题,开展了沥青路面、水泥路面设计方法的研究,完善了适应我国特点的沥青路面设计指标、参数与方法,提出了沥青层与无机结合料层疲劳、路基与沥青层永久变形、沥青层低温开裂的多指标设计体系,形成了较为完整的重交通沥青路面设计方法。在路面材料方面,研究了沥青混凝土损伤演变与破坏过程,分析了沥青混凝土内部空隙分布、构造特征与应变的不均匀分布,外加剂改性机理的研究,为解决我国高等级公路路面早期病害、完善路面使用性能、延长路面的使用寿命提供了理论依据。安徽省交通运输厅2004年科技计划项目“公路沥青路面再生技术研究”对干线公路沥青路面再生的成套技术进行了有针对性的深入研究,结合干线公路病害特征提出了不同沥青面层再生方案的选择策略,针对干线公路不同沥青路面提出了再生利用工艺、材料组成和质量控制措施,在安庆、宿州、池州、滁州、六安5个地市的沥青道路上应用了厂拌热再生、厂拌冷再生、就地冷再生3种再生技术,为安徽省道路建设工程投资减少了约5亿元。

3. 勘察设计新理念及理论支撑体系

在公路勘察设计过程中,提出了以“以人为本、安全至上,保护环境、和谐自然,节约资源、持续发展,质量第一、公众满意,指标恰当、创作设计,系统思想、周期成本”为核心的勘察设计总体原则和“安全、环保、舒适、和谐”新的公路勘察设计指导思想,通过“灵活设计”和“创作设计”实现公路在自然与社会大环境中的系统最优目标;提出了“理念是灵魂,管理是关键、设计是核心、施工是保证”的公路建设与管理全过程4个控制环节的基础理念体系,具体是指:理念是直接引领设计、施工、管理各方统一思想的灵魂;管理是贯彻理念,组织设计、指导施工的控制性关键环节;设计是细化理念,寓创作于设计、寓理念于细节的设计是项目成功的核心;施工是实施理念,将理念、创作具体实现的保证。

在设计过程中更注重设计的灵活性,提出了公路设计灵活性的基本定义,即“在全面、系统地理解技术标准和设计规范本质的基础上,在保证安全的前提下,根据个性环境,灵活运用设计指标,寻求达到更符合公路可持续发展的需要和利益的目标”。其中“公路沿线”既包含公路本身,也包含了路域范围和沿线影响范围,即公路设计除考虑建设范围内的地理地貌、地形地质、水文气象等自然因素外,还需考虑沿线大范围影响区域内的人文历史、风俗文化、景观风貌等社会环境,这两方面都突破了传统公路设计范畴和设计内容。针对灵活性设计的影响因子和控制指标,提出了设计车速、车道宽度、部分几何线形等13项设计指标在通过对公路功能、设计车速、服务水平、车辆性能、驾驶行为、混合交通等影响设计指标控制因素进行综合分析和评价论证后可实施的灵活度和灵活性设计原则。

根据公路隶属于包括在自然环境和社会环境中的大的环境系统概念,提出了环境赋予公路个性、设计赋予公路“艺术创作”空间并决定其品质的新的设计思想,阐述了“以美学的角度鉴别公路线形和结构物设置的可行性,以游客的视野审视道路及附属设施与环境协调的合理性”的具体解释。创作设计的目的在于激发公路设计者的想象力、独创性和灵活性,通过采用多学科设计团队的综合设计手段,在保证公路系统安全及出行需要的同时,全面考虑公路周边的景观、历史、美学与其他文化价值和环境特征,确定和维护公路设计主题,从游客的视野分析公路设计方案在自然和社会环境中的美学意义。

4. 基于给定结构寿命的桥梁设计过程

20世纪以来,我国建设了大量公路桥梁并投入运营,为减小日益严重的公路桥梁耐久性问题造成的经济损失与桥梁结构损伤,根据桥梁建设实情,建立了桥梁寿命周期基础理论^[3,4],开展其在桥梁工程设计中的应用研究。

在桥梁寿命周期设计过程中引入了时间参数,在设计阶段将决策考虑的时间域展到桥梁结构的整个寿命周期。以设计预期给定的桥梁结构寿命为基础,开展结构设计、材料性能、构造细节、施工方法、管养计划等多方研究,制定具体的设计过程,以确保桥梁结构

在给定寿命内达到预期的性能要求,实现桥梁设计过程的可持续发展目标。

在基于给定寿命的设计过程中,将桥梁寿命给定的过程由被动选择变为主动确定:通过综合考虑桥梁寿命周期内的各种需求,在桥梁造型、性能、生态、管养设计过程的辅助之下,依据寿命周期成本最低的原则进行合理给定。桥梁给定设计寿命的确定过程综合了当时技术水平、业主和用户需求,以及桥址现场和预期使用条件,对桥梁总体布置、构造设计、后期管养以及最终寿命周期成本的确定均存在显著影响。

基于给定结构寿命的桥梁设计过程则具体包括寿命确定、造型设计、性能设计、生态设计、管养设计 5 个主要内容,对于复杂设计过程面临的复杂决策问题,利用了成本分析以及风险评估 2 种主要的决策方法进行评估和科学决策。在这一设计过程中,耐久性问题作为影响桥梁寿命周期的重要因素^[5],在性能设计中进行了深入的分析考虑。

5. 预防性养护技术

预防性养护是一种观念的转变,是由被动养护转为有计划、超前的主动养护,是寿命周期理论在公路养护管理学科中的体现,在适当的时机,采取适当的措施,实现综合效益的提高^[6]。预防性养护作为一个完整概念是于 20 世纪 80 年代提出的,是一种周期性的强制保养措施,也就是在道路没有发生结构性破坏以前,为了更好地保持道路的良好运营状态,在适当的时间,采取相应的技术措施,以延长道路使用寿命^[7]。

交通运输部曾就公路预防性养护问题,要求各级交通部门要从贯彻落实科学发展观、建设节约型行业的高度,充分认识推行预防性养护的重要性和紧迫性,实现全寿命周期公路养护成本最小化。“十二五”规划中明确要求加快推行预防性养护,研究制订预防性养护指导政策、技术标准。加强预防性养护新设备、新材料、新技术和新工艺的研究,推行低碳、环保、节能养护,努力形成成套技术标准体系。预防性养护就是一种周期性的强制保养措施,他并不考虑路面是否已经有了某种损坏,而是通过采用先进的检测技术努力拓宽人们对于道路早期病害的认识空间,提前发现道路隐藏的隐形病害的存在,并施以正确的预防性养护措施,其核心是要求采用最佳成本效益的养护措施,强调养护管理的计划性。湖南省科技项目(05FJ4032)、湖南省交通建设科技项目(200602)“南方多雨潮湿地区高速公路水泥混凝土路面预防性养护技术研究”制定了南方多雨潮湿地区高速公路水泥混凝土路面预防性养护的路面状况评价指标及其标准,建立了相关预防性养护路面使用性能预测模型,开发了合理的水泥混凝土路面预养护技术,制定了相关预养护措施设计与施工技术指南,在京珠高速公路湘潭至耒阳段、耒阳至宜章段等 10 余条高速公路及二级公路的养护取得了良好的应用,共节约养护费用约 7400 万元,取得了显著的经济效益和社会效益。

6. 路域生态保护及水土保持

在路域植被保护、路域植被恢复、路域动物保护、路基土壤侵蚀防控、路面径流利用等方面取得技术突破,从 2011 年开始,在东、中、西部重要生态功能区和生态脆弱区,