



MAOYISHENG

KEJI JIAOYU JIJINHUI

QIAOLIANG

WEIYUANHUI

茅以升科技教育基金会
桥梁委员会

2005年
学术会议

论文集

MAOYISHENG KEJI JIAOYU JIJINHUI
QIAOLIANG WEIYUANHUI
2005NIAN
XUESHU HUIYI
LUNWENJI

茅以升科技教育基金会桥梁委员会
重庆交通科研设计院
重庆交通学院土木建筑学院

重庆大学出版社



MAOYISHENG

KEJI JIAOYU JIJINHUI

QIAOLIANG

WEIYUANHUI

茅以升科技教育基金会
桥梁委员会

2005年
学术会议

论文集
江苏工业学院图书馆
藏书章

MAOYISHENG KEJI JIAOYU JIJINHUI
QIAOLIANG WEIYUANHUI
2005NIAN
XUESHU HUIYI
LUNWENJI

茅以升科技教育基金会桥梁委员会
重庆交通科研设计院
重庆交通学院土木建筑学院

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书为茅以升科技教育基金会桥梁委员会 2005 年学术会议论文集。论文集由 23 篇论文组成,重点反映西部地区桥梁的建设与理念、技术、管理创新。

图书在版编目(CIP)数据

茅以升科技教育基金会桥梁委员会 2005 年学术会议论文集/茅以升科技教育基金会桥梁委员会,重庆交通科研设计院,重庆交通学院土木建筑学院. —重庆:重庆大学出版社,2005. 10

ISBN 7-5624-3545-6

I. 茅... II. ①茅...②重...③重... III. 桥梁工程—学术会议—文集 IV. U44-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 120619 号

茅以升科技教育基金会桥梁委员会 2005 年学术会议论文集

茅以升科技教育基金会桥梁委员会

重庆交通科研设计院

重庆交通学院土木建筑学院

责任编辑:林青山 何 明 郝严威 版式设计:林青山

责任校对:邹 忌

责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆科情印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:14.75 字数:306 千 插页:8 开 1 页

2005 年 10 月第 1 版

2005 年 10 月第 1 次印刷

印数:1—1 000

ISBN 7-5624-3545-6 定价:30.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究。

总 序

商品具有价值和使用价值的二重性，商品学研究商品使用价值及其变化规律，是融合了自然科学和社会科学的一门交叉性应用学科。现代商品学以商品体为基础，围绕商品—人—环境系统，从技术、经济、环境、资源、市场和消费需求等多方面系统地、综合地和动态地研究商品使用价值及商品的质量和品种，为商品开发决策、商品质量提高、商品品种发展、商品质量评价、商品质量保证、商品质量管理与监督、环境与资源保护、资源开发与利用、商品经营管理等提供科学依据。

在计划经济时代，我国商品学借鉴原苏联，主要侧重理化性能的教学；改革开放后，逐渐向经济管理倾斜，力争为培养既懂技术又懂管理的复合型人才而服务。时至今日，距公元 2001 年 12 月 11 日我国正式加入 WTO 业已三年有余，商品流通领域大多数完全对外放开，内外资的竞争和较量日趋白热化。民族企业能否在这场没有硝烟的战役中存活并发展壮大，人才是要因。这就不难理解为什么会在 2001 年之后全国上下出现了商品学教材建设如火如荼的喜人局面。

遗憾的是，至今为止商品学专业教材建设还只是“单兵作战”，尚没有一套关于包罗商品学学科、专业体系的系列教材。欣闻中国物资出版社与中国商品学会通力合作“21 世纪商品学专业核心教材”丛书，作为一直奋斗在商品学专业教学战线的工作者，我们倍感欣慰和自豪。

本套教材书共有九本教材组成，分别是《纺织品商品学》、《工业品商品学》、《电子电器商品学》、《食品商品学》、《商品包装学》、《纺织品检验学》、《工业品检验学》、《商品学实验教程》、《商品学英语》。上述教材由中国商品学会和哈尔滨商业大学商品检验与管理工程学院组织编著，主编均由长期从事商品学专业一线教学与科研的教授、副教授担纲。

中国商品学会是国家一级学会，国际商品学会副会长级单位，1995 年成立，国务活动家、经济学家袁宝华任名誉会长。学会由全国的大专院校和科研院所从事商品学及其相关专业教学与研究的学者和教授组成，此外还广泛吸纳了商检、海关、质量监督检验检疫、工商行政管理和消费者协会等部门的专家和部分企业家。学会推动和发展商品学的基础理论及应用研究，参与商品质量监督和咨询，承接了几十项国家部委的科研项目，广泛开展国际交流活动，在国民经济主战场

上发挥着重要作用。

哈尔滨商业大学（原黑龙江商学院）是1958年新中国最早开设商品学本科专业的高等院校，上个世纪60年代，全国首届商品学会也正是在美丽的哈尔滨拉开帷幕。除了“文革”期间停招，1981年恢复专业招生之外，近半个世纪以来，哈尔滨商业大学一直致力于商品学学科、专业的发展和改革，并于1994年经国务院学位办批准获得商品学硕士学位授予权。几十载教学积淀，数万千桃李芬芳，作为原商业部重点专业，哈尔滨商业大学商品学专业为全国商业、物资领域输送了包括国家部委部长、公司总裁、工程师、教育工作者在内的大量高级人才，促进了商品学的教学、科研和实践。

“谋度于义者必得，事因于民者必成”。我们相信，本套教材的出版必将进一步推动我国商品学专业教育的蓬勃发展，也必将为商务部薄熙来部长提出的“大商务、大流通”培养技术加管理的应用人才而服务。

最后，对国际商品学会副会长、维也纳经济大学 Gerhard Wagner 教授，中国商品学会会长、中国人民大学万融教授，中国商品学会秘书长傅绪哲教授给予本套教材的中肯建议以及大力支持一并表示感谢。

“21世纪商品学专业核心教材”编委会

茅以升科技教育基金会桥梁委员会
2005 年学术会议论文集

主 编 顾安邦

副主编 张 力 向中富

序

中国科学技术发展基金会茅以升科技教育基金委员会桥梁委员会和重庆交通科研设计院、重庆交通学院土木建筑学院于 2005 年 10 月在重庆联合举办桥梁学术会议。为了总结桥梁建设的成功经验,推动桥梁建设的发展,促进科学技术进步,学术会议的主题为“西部地区建设中的桥梁工程和理念、技术、管理创新”。

长期以来,交通一直是制约西部经济社会发展的瓶颈。随着西部大开发的推进,西部地区已成为陆路交通发展最快的地区。由于地形、地质、气候等条件复杂,西部地区道路建设面临着诸多挑战。桥梁作为道路交通的关键,其建设、使用既面临大量技术难题,又在理念、技术、管理创新方面颇具特色,其中,重庆桥梁建设发展最具代表性。

重庆山峦起伏,江河众多,山环水绕,是一座典型的山水城市,她的经济发展得益于桥梁的发展。随着西部大开发所需的交通大发展的进行,重庆桥梁建设的速度和数量急剧上升,至 2005 年初,已修建桥梁 4 500 多座,其中在长江上已建成的特大桥 15 座,在建的特大桥有 13 座,规划建设的还有 6 座。在已建和在建的 28 座长江特大桥中,拱桥 5 座(最大跨径 552 m),预应力砼连续刚构 4 座(最大跨径 330 m),斜拉桥 12 座(最大跨径 460 m),悬索桥 5 座(最大跨径 600 m),钢桁架桥 2 座(最大跨径 192 m)。在嘉陵江上已建特大桥 12 座,在建特大桥 4 座,其中预应力砼连续刚构 10 座(最大跨径 250 m),拱桥 2 座(最大跨径 110 m),悬索桥 1 座(双链 186 m),钢桁架桥 2 座(最大跨径 110 m),斜拉桥 2 座(独塔 230 m)。在乌江和涪江上已建和在建的特大桥有 9 座。由于重庆特殊的地形地貌,随着西部交通枢纽的形成,重庆大型桥梁的数量、形式和建造技术将居全国前列,仅重庆市已成和在建的桥梁中就有 5 座属于世界同类最大跨径桥梁,成为名副其实的中国“桥都”。

论文集主要反映了西部地区的桥梁建设与发展情况,体现了桥梁设计新的理念与造桥技术与管理的创新,具有较高的参考价值。本委诚挚地向桥梁界广大科技工作者推荐本书,并以此为序。

茅以升科技教育基金会桥梁委员会

2005 年 10 月

目 录

公路桥梁建设走资源节约型之路的思考	凤懋润	1
重庆桥梁建设技术的发展	顾安邦	11
造桥的艺术	邓文中	33
建设中的重庆朝天门长江大桥	王福敏 张 力	39
重庆菜园坝长江大桥主桥设计理念与实践	孙峻岭 邓文中 刘孝辉	51
贵州坝陵河大桥设计与科技创新	孟凡超 彭运动	65
巴东长江公路大桥建设实践	姜友生	76
沪蓉国道主干线湖北西段山区桥梁工程的设计实践	廖朝华 彭元诚	85
宜万铁路万州长江大桥设计与施工	秦顺全	98
西部地区桥梁的风工程	刘健新 李加武	105
大跨度桥梁抗震设计技术现状及新进展	唐光武 赵 岩	118
重庆石板坡长江大桥设计施工特点与施工控制	向中富 黄海东 孙峻岭 杨 忠 刘志辉	127
菜园坝大桥竖向模态理论分析与试验研究	张春雨 唐光武 郑 罡 杨 忠	135
大跨钢管混凝土拱桥收缩、徐变分析研究	顾安邦 陈庆军 刘成才 徐君兰	141
珠江黄埔大桥北汊桥设计	刘士林 冯云成	153
重庆菜园坝长江大桥设计关键技术剖析	刘孝辉	159
涪陵石板沟长江大桥施工张拉力求解及优化	王丰华 张长青 于长皓	166
北山大桥空间稳定性分析	张雪松 孙淑红 向中富 许宏元	172
大跨径连续刚构桥预拱度设置方法初探	张永水 曹淑上	177
重庆大位移桥梁伸缩装置使用状态调查与分析	夏玉龙 向中富 熊劲松 李 雄 车 勇	185
考虑台内填土的重力式桥台非线性数值分析	周水兴 田维锋 陈山林	197
简支梁桥桥面连续结构研究	向中富 敬世红 何 畅 黄海东	206
奉节长江大桥施工过程索力测试	杜 秋 王 璐 厉建远	217
架桥人词		223

公路桥梁建设走资源节约型之路的思考

凤懋润

(中华人民共和国交通部)

摘要:新中国成立以来,特别是改革开放以来,中国的桥梁建设取得了辉煌的业绩。面对未来 15 年实现新跨越的历史责任,中国的桥梁建设者都在思考:全球最大规模的桥梁建设既是交通发展的难得历史机遇,又是实现桥梁技术强国目标的历史性资源。抓住机遇,迎接挑战。在理念、管理、技术层面上,提升“系统”的思想、狠抓“精细”的落实、实现“创新”的突破,努力实现我国桥梁技术的历史新跨越。

关键词:科学发展观;资源节约;耐久性;有效服务寿命;社会成本

1 使命

1.1 跨越式发展

过去的 15 年,特别是在世纪之交的几年,我国展开了全球最大规模的公路基础设施的建设,桥梁工程得到前所未有的发展。这一时期里修建起来的桥梁总数和桥梁总合长度分别占了我国 32 万座桥梁和 134 万延米总长度的 47% 和 62% (2004 年底统计数据,不含港澳特别行政区和台湾地区)。为适应公路跨越大江大河的需要,大跨径桥梁建设遍地开花,我国于 1991 年公路桥梁主跨突破 400 m 之后,1999 年跨径又突破了 1 000 m,跻身于能够建造千米级桥梁的少数国家之列。十几年的时间里已建成主孔跨径 400 m 以上的桥梁 30 余座,最大跨径达到了 1 490 m。我国拱桥、梁桥、斜拉桥和悬索桥的跨径记录分别居于世界第一、二、三、三的位置;世界桥梁跨径前十位的工程中,我国已建和正在建造的桥梁分别占有 5 座、5 座、8 座和 5 座。桥梁类型多、跨径突破大、技术进步快是这一时期桥梁建设的突出特点,应该说我国已经成为世界上的桥梁大国,中国公路桥梁技术总体上进入了国际先进的行列。

1.2 历史性使命

未来的 15 年,为满足全面建设小康社会提供交通保障的需要,2020 年公路建设要实现总里程达到 300 万 km (其中高速公路达到 8.5 万 km) 的目标。换句话说,15 年中还将建成新路 110 多万 km,其中高速公路 4.5 万 km。与此同时,预计将建设大约 20 万座大中小桥梁,总合长度会超过 1 万 km,其中跨径超过 400 m 的特大跨径桥梁也将超过百座。跨越海峡的桥梁工程也将进入建设阶段。全球最大规模的桥梁工程建设仍将继续在中华大地上展开。

除了东中部地区继续修建跨越大江大河的通道工程外,对于桥梁建设者来说,建设

西部所面临的特殊自然环境与复杂地形、地质条件下的跨越深沟峡谷的桥梁工程和建设沿海跨越海湾、海峡的桥梁工程是更加严峻的挑战。与此同时,“中国桥梁”作为一个品牌将大踏步地“走出去”,参与国际桥梁工程建设。

放眼 21 世纪中国公路桥梁的发展,面向“超大跨径、跨海长桥、深水基础、特高墩塔”工程的挑战,而进行的“协作体系、组合结构、复合材料”新技术突破,将使我国由桥梁大国成为真正的桥梁技术强国。

2 忧思

站在桥梁工程发展的战略高度总结几十年来技术进步的经验,特别是教训,是十分有益的。因此,在向世人展示桥梁建设辉煌成绩的同时,也要正视影响工程质量和使用效率的深层次问题,可以归纳为 3 个方面:耐久性通病、安全性隐患和技术储备与创新不足。

1) 耐久性通病

由于我国公路桥梁标准规范中此前没有工程使用寿命(或设计基准期)的要求,因而长期以来桥梁工程在材料选取、构造细部、施工工艺、养护管理等环节上没有相应的耐久性指标和质量保障措施。在一些已建工程中过早地出现混凝土劣化、钢线材腐蚀、构造细部与附属设施病害等质量通病。“重建轻养”又导致病变扩散,使工程“健康恶化、寿命折损”。(“结构耐久性”也正是 20 世纪 90 年代国际工程界的热门话题。)

2) 安全性隐患

大规模建设中,建设者技术素质参差不齐、建设管理粗放、合理工期得不到保证,致使部分工程质量存在隐患。又由于理论研究 with 工程实际的差异、设计规范的某些缺憾、设计要求与施工保障的差距等导致结构功能迅速退化,引发安全度不足。同时,“大交通量、超重车载、高速行驶”的新形势,使桥梁轻型结构在动力效应和连接节点上显得相对薄弱,产生过早病变。当然,20 世纪 80 年代以前修建的较低荷载标准的桥梁工程(约占桥梁总数量的 1/3)也面临考验。

3) 技术储备与创新不足

面对快速发展,带有共性的基础性课题研究薄弱,标准规范修订补充滞后工程发展。面对不断出现的新问题,缺少扎扎实实的科学研究成果做支撑;面对新兴结构,缺乏机理研究、风险分析和技术保障措施。设计移植和模仿较多,自主创新较少。施工工艺设备满足不了需求,养护机具设备尤为落后。

3 责任

“树立科学发展观,走资源节约型交通发展之路”是桥梁建设者都在认真思考并在实践中积极探索的中心课题。

几十年来,“安全、适用、经济、美观”的指导方针推动着我国桥梁建设的发展,随着社会的进步,“八字方针”也在不断充实着新时代的科学内涵。事实上,在世纪之交的

大规模公路工程建设实践中,以人为本、可持续发展的建设理念已经得到不断提升。当前,树立科学发展观,走资源节约型之路应该在“系统”的思想、“精细”的落实、“创新”的突破等3个方面得到体现。

3.1 “系统”的思想

土木工程建设是一项综合性的社会系统工程。工程的质量和效益问题覆盖了工程的规划、勘察、设计、施工、养护、运营管理的全过程,涉及到有效服务于经济发展和社会生活的各个层面。按照系统论的原理,局部最优不等于系统最优。桥梁工程建设,既要工程建设期负责也要对后期维护负责,既要工程本体负责还要对服务水平、社会效益负责。

1) 提高工程“耐久性”

工程结构的耐久性应该是工程质量的最基本的要素,提高工程结构的耐久性是工程建设资源节约的有效措施。如果设计寿命50年的工程能够使用100年,就等于用一份的资源,办了两倍的事情。延长工程的使用寿命就是减少资源消耗,而建设质量低劣的工程就是最大的资源浪费。要树立起工程“有效服务寿命”(使用寿命)的概念和建立起提高工程耐久性的技术保障体系。

新的桥梁设计规范明确了“公路桥涵结构设计基准期为100年”的要求(国外有120年甚至150年的要求),工程建设应该保障工程有效使用寿命的实现。

提高桥梁工程的耐久性、延长工程的使用寿命就是最大的资源节约。

2) 全寿命成本优化

要建立起“全寿命成本优化”的概念,以工程建设、养护和维护管理的综合效益最优为目标。在设计阶段就应该一并考虑工程建成后养护、维修和管理的问题,力求达到总体资源消耗最小的目的。降低初期建设成本不能以增加后期维修成本为代价,要克服建设成本较低而使用期养管费用高的弊病。

不能仅考虑工程建设的“资源节约”,而忽视全寿命的“资源节约”。合理造价应该是建设者追求的目标,但为了使工程全寿命成本最优化,该省的钱要省,不该省的钱不能省。

3) 重视“社会成本”

桥梁开通运营后,频繁的维护特别是中断交通的大修工作不仅严重影响工程的服务水平,而且会给社会生活带来效益损失,必须建立起“社会成本”的理念。

在项目前期规划阶段,建设标准的论证就应考虑有效服务期的“社会成本”。不能仅考虑工程本体的“资源节约”,而忽视大环境、大社会的“资源节约”。已建桥梁工程中,由于对未来桥上交通量发展的考虑不够充分或者桥下通航净空标准的选择没有充分考虑水运资源的合理利用,导致社会资源不能充分利用而留下历史性遗憾的教训应该记取。

新世纪开工建设的桥梁工程已不同程度地把“运营安全、生态保护、水土保持、环境协调、美学景观”等体现社会成本的理念结合进了设计和施工的实践,应及时加以示

范、总结、推广。

总之,要树立起工程“高品质”理念。桥梁工程的“高品质”体现在:总体设计的科学合理性、工程结构的安全耐久性、社会效益的可持续性。建设高品质的工程,做到全寿命成本最优,充分考虑社会成本,就能创造出最大的社会效益,实现成本效益比最优。

3.2 “精细”的落实

我国已建公路桥梁的病害调查表明,存在于工程勘察、设计、施工、监理等建设管理和养护管理中的工作质量隐患是主要病因。国内外许多专家都认为,我国桥梁技术与世界水平的差距主要表现在设计的深度不够、施工工艺不细和建设管理不严,特别表现在对工程局部、细部、连接部的构造设计与细节处理上。

1)“详细”设计

要把设计工作建立在充分采集勘察资料、全桥工程总体设计、多方案同等深度比选和关键技术科学研究的基础上。

主体工程和配套工程的综合规划和合理衔接,工程单元、分项、分部的标准统一和界面的对接,工程结构本体与周围水、土、气介质的不可分割的力学、化学、物理作用的关系,结构构件之间、结构主体与附属设施之间的相互作用等决定着公路工程整体的技术合理性。

下部结构是保证工程总体安全和耐久性的重要方面。大型桥梁工程有相当比例的资金投入于基础工程。勘察工作深度不够、资料采集不实是普遍存在的问题,也是造成已建工程病害的主要原因。要强化水文、地质、生态和环境保护的勘察工作,同时,要克服结构工程师与地质工程师的专业分离导致设计工作彼此分割的通病,要实现相关专业的无缝对接和设计资料的整合。

在最新计算机技术基础上发展起来的结构分析和数值仿真模拟方法的应用,可以模拟结构在各种荷载作用下的性状,因而对异常复杂结构的力学性状能有更好的理解和有可能实现“精确”的设计。

要把创新的设计理念融入施工图设计中,真正做到“详细设计”。设计工作的深度与质量主要体现在结构构造处理和细节的考虑上。“能检查、易维护”应该由设计来保证,这对提高结构耐久性十分重要。在强调主体工程的同时也要细化附属工程的设计工作。水是土木工程病害的主要诱因,要重视排水设计和防护设计。

桥梁工程整体设计基准期是100年,但具体到桥梁结构的组成部分,按照永久性、可维护、可更换的分类决定着不同的设计基准期。在耐久性设计中,牺牲性保护和冗余设计是重要手段,要合理运用。

设计工作存在着两种错误倾向,一种是随意加大安全储备,以求“保险”;另一种是“吃”安全度来进行所谓的“优化”设计。国外用“价值工程”来表述科学合理的设计优化指导思想。

要倡导创造性设计,提高设计工作的创新含量。

2) 精工细作

严格遵守建设程序,严格按照规范、规程要求和科学的设计实施建设,是保证工程质量的根本。虽属老生常谈,但问题就是出在“落实”这个环节上。

施工中改“粗糙”为“精细”,真正做到“精心建设”、“精益求精”。在关键的施工环节上(例如,预应力混凝土结构的管道压浆),一定要由专业的施工队伍使用功能先进的专用施工机具来实施,同时采用信息化技术实施施工监控,这是保障设计意图“精准”实现的必要基础。

原材料与混合料质量控制是结构健康的重要环节。除了重视碱集料反应而外,特别要警惕名目繁多的劣质掺合料和外加剂可能带来材料力学性能失控的负面效应,这可能是导致大量已建桥梁混凝土材料过早劣化的深层次原因。为提高混凝土材料特别是有强腐蚀作用环境下桥梁工程的耐久性,要通过科学手段确定混合材料的质量要求与配比。要高度重视材料环节和严把材料的质量关。重要的工程应该学习国外做法:在现场保存混凝土试件有利于跟踪材料性能退化的进程。

与此同时,警惕假冒伪劣的附属设施(如支座,伸缩缝,安全设施等)混入桥梁建设市场,造成桥梁病害,要严格把关。

西部山区桥梁建设中百米高墩屡屡出现,在深山峡谷中艰难施工条件下工程的质量保障是一个新课题。要有施工用电梯和监理人员旁站到位的可操作措施。西部工程的耐久性意识和要求绝对不能降低。

“以人的素质保证工程品质”是朴素的硬道理。工程质量最终取决于在施工现场操作设备和使用材料的施工人员。在大规模建设中,建设者技术素质普遍偏低是现实情况。因此,事前培训就显得非常重要,要让每一位参建者(特别是一线工人)都知道自己所干的工作好坏对工程全局质量的至关重要性,使他们能够更加自觉地严格按照操作规程去做好每一件细小的事。要把岗前培训作为精细管理的重要内容。

3) 无缝管理

为实现全桥质量目标,就要严格实行规范化管理和无缝隙管理。不允许在质量链条中出现任何薄弱环节,保证工程质量的全桥统一性,这就是规范化管理的概念。一项工程的质量管理包含着成千上万个组成单元的质量与链接控制,覆盖着整个工程建设的全过程,哪怕是一个小毛病或隐患都将可能给工程整体质量带来不可忽视的影响。现有病害工程调查发现,预应力混凝土连续结构的合龙段较普遍地存在着施工质量的欠缺,成为全桥质量链条中的弱环,带来的后果难以挽救。因此,要树立桥梁工程质量“无缝隙”的保障体系,并狠抓落实。

桥梁工程的成功建设是多学科、多专业、多层次技术的融合,是成千上万名建设者集体智慧与创造性劳动的结晶。建设规模越大、科技含量越高的工程,越需要提倡大兵团协同作战,越需要弘扬和谐的团队精神。一些特大型桥梁工程正创造着有中国特色的建设、设计、施工、监理、科研、咨询、海事等“一桥七方”的建设管理的新鲜经验,应该在总结基础上不断发展。

科学养护和管理是保障工程安全使用和耐久性的不可缺少的重要内容,养护管理也是生产力。运营期中的有效维修养护和管理能使工程品质随时间的衰减降到最低程度,从而确保工程长期处于良好的使用状况。国内外的实践表明,如果不进行正确的维护,许多新桥的状况在 20 年之内就会变得不可接受,更何况本来就有质量缺欠或隐患的工程。要坚决扭转“重建轻养”、“重建轻管”的错误倾向,保障养护资金的及时到位,保证管理队伍的业务技术水平的不断提升。

3.3 “创新”的突破

创新,是工程技术持续发展的源动力,是桥梁大国向桥梁技术强国迈进的唯一途径。事实上,每一座桥梁的建设,无论其跨径大小和难易程度,都面对着新的技术挑战,而每一座建设成功的桥梁都包含技术创新的成果。不断接受新挑战而发展起来的工程设计、建造和管理新技术,丰富着土木工程技术的宝库。今天的技术创新也就是明天的最先进技术。

1) 扎实的科技研究

我国桥梁由“做大到做强”的重要内涵就是建立起在科学研究和工程实践基础之上的技术标准和专项技术、专利技术。全球最大规模和众多世界级桥梁工程的建设,理应有相应的技术创新成果做支撑,创新的技术成果要以相配套的扎扎实实的试验研究做基础。

基础性研究的当务之急仍是破解桥梁结构常见病、多发病和新发疑难病症的病害机理,并对症下药。对于已大量应用的新兴结构的技术空白要组织专项研究,尽快取得成果以指导工程应用。

要充分认识荷载动力作用可能引发的工程危害,这不仅仅指大跨径柔性结构的抗风与抗震的稳定性,也应该重视重载大交通量的反复荷载作用对常规轻型、薄壁、杆系结构可能带来的疲劳损伤。

随着桥梁建设向西部地区的转移,沙漠、黄土、多年冻土、盐渍土、膨胀土、岩溶、红层软岩、草炭土地等特殊地质环境和风雪、滑坡、泥石流、库区蓄水等引发的灾害防治技术必须认真对待。高新科技武装的现代勘探仪器设备的开发应用、桥梁基础与周围岩土介质共同作用的分析技术等都应该给予足够的注意。

沿海地区海湾(峡)桥梁建设对桥梁技术的发展提出了新的挑战。超大跨径桥梁的新型结构体系、轻质高强耐腐蚀的高性能新型材料、海洋环境下的风、浪、潮、流、地等带来的抗风、抗震、抗船撞、防冲刷、防腐蚀等新课题,以及新的勘探手段、施工工艺与专用设备、远程智能监测技术等都需要加以突破。

在《公路水路交通中长期科技发展规划》中,列入了“特殊自然环境下的工程建养技术”的重点领域。其中,特殊地质条件下公路建设技术、跨江跨海通道建设技术、路面结构技术、大型工程建筑物检测诊断技术、新材料开发与应用技术等研究方向都是针对未来 15 年工程挑战而提出的。

2) 完善标准规范

工程技术标准规范是工程建设乃至整个工程寿命周期的指导性文件,也是促进技术进步、将科研成果转化为生产力的有效手段。标准规范是工程实践经验和教训的结晶,反映国家总体建设水平的重要标志之一。强制性的标准、规范是工程建设的法律依据。认真贯彻执行标准、规范,工程的安全和耐久性就有了基本保证。

标准和规范的内容是一定时期科学技术、生产实践和经济发展水平的体现。经过多年积累和发展,虽然形成了一套较为完备的标准规范体系,但与当前大规模的工程建设和快速变化的需要相比,标准、规范、规程的开发、完善、修订工作仍然滞后于建设实际。不能及时体现工程实践中的新经验,特别是暴露出来的问题会带来大面积的影响甚至严重后果。要采取引进、合作与自主开发的多种方式尽快补充生产急需的规范规程缺项。

在许多方面可以更多地借鉴国外的研究成果,甚至直接引用国外规范,以填补空白和弥补不足,满足工程需要。

鼓励编著指南、手册类参考性技术文件,有利于指导工程实践。

应该指出,从事标准规范工作的专门队伍需要受到重视和得到加强。要克服急功近利的思想,克服浮躁的情绪,整合国内外智力资源,有力地组织起桥梁领域的标准规范建设和管理工作。就基础设施建设全局而言,标准规范工作直接体现科学发展观,是建设资源节约型交通的重要环节。

3) 发展材料技术

土木工程发展的历史表明,材料科学的革命性进步是推动工程技术跨越式发展的重要动力。应该说,公路桥梁材料技术进步相对滞后,还没有得到普遍重视,应积极推进高性能材料在桥梁工程中的应用研究。

为降低资源、能源的消耗并提高结构的安全水准,采用高性能材料是近年来国内外土木工程的新发展。高性能材料拥有高强、轻质和耐腐蚀等综合品质。

国内外的研究表明,高性能混凝土是具有各项优良性能的新型混凝土材料,能有效提高结构的安全储备和耐久性,减少养护和维修,用更少的材料能实现更大的承载能力。我国学者和研究机构已经做了许多探索性的研究工作,并取得了值得重视的成果。研究表明:将高效预应力高强混凝土应用于公路工程中常用的空心桥面板,可节省材料约30%,节约造价约20%,效益很显著。新颁布实施的规范提高了小跨径和大跨径预应力混凝土桥梁的安全水准,在一定程度上推动了高性能混凝土的应用。

建筑工程的现状表明,我国混凝土结构用钢筋的强度已沦为全球最低之列。结果往往是配筋密集(例如在节点处),甚至难以浇筑混凝土,但普遍的安全水平仍不如国外。实际上,随着强度的提高,钢筋的强度价格比逐渐提高,低强钢筋的经济效益反而最差。普及推广HRB400级钢筋的力度应该加大;而对HRB500级钢筋应用技术的研究和试点工程应用应超前地尽快展开。

轻质混凝土与纤维增强混凝土都有工程应用的实践,应该得到发展。

质量轻、易加工、单向抗拉强度很高的纤维材料(布、条、板)在桥梁结构加固工程中正被广泛应用。新兴的复合材料如树脂粘结的纤维筋也已在一些国家进入实桥试验阶段。

4) 发展新型组合结构

近年来,各种结构形式互相渗透、融合,突破原先各自的局限性而充分发挥材料优势,协作体系和组合结构获得了迅速发展。

“突破组合体系超大跨度桥梁的结构形式、分析、设计实用技术与方法,开发桥梁基础构造形式、施工工艺和施工设备,突破桥梁结构的集成施工技术,突破多灾害作用下的减灾技术,突破施工与运营安全检测与维护技术”写进了交通中长期科技发展规划中。研究成果将实际应用于具有国家代表性的跨江海桥梁工程中。

钢混组合型桥塔、钢混组合型斜拉桥塔上锚固结构、钢混组合连续钢构、钢混组合型拱桥、钢管混凝土拱桥等等钢——混凝土组合结构的应用都在实践中探索前进,有着广阔的应用前景。有关设计实用技术、结构分析手段、结构构造形式、施工工艺和施工设备、安全检测与维护技术等研究将起到支撑作用。

近年来,体外预应力技术在预应力混凝土结构中越来越多地得到工程应用。混合配置体内预应力合体外预应力,可获得更好的结构延性和抗震性能。相应的锚固系统、转向块设计和制造是研究的重点。

我国自20世纪80年代发展起来的计算机辅助工程的技术,已经收获了一系列结构分析、工程设计和建设管理的软件系统,支撑起我国桥梁技术的长足发展,在生产实践中发挥了基础性的作用。但随着桥梁结构体系的新发展,拥有自主知识产权的结构分析软件已经落后于工程实践的需求。开发研制新型复杂结构与真实反映材料性能、施工工况、力学性状的分析软件与数值模拟技术仍有发展空间,应该高度重视这一基础性工具的更新与开发研制。

5) 革新施工工艺

随着各种类型钢结构和钢混组合结构的应用,相应的施工工艺会成为技术进步的新课题。

混凝土构件的工厂化生产在国际上广泛应用,预制构件质量稳定,同时节省模板、简化施工、加快进度、节省材料、降低造价的优越性是显而易见的。随着跨海长桥的建设,“标准化设计,工场化生产,装配化施工”的预制拼装工法得到应用。同时推动了新型架梁设备,包括运架一体化设备的技术进步。

在基础工程中发展起了具有中国特色的施工工艺,大直径超深群桩基础、大面积深基坑采用沉井、地下连续墙、冻结工法等都已成功的实践,通过不断的工程实践和技术进步,将会丰富具有自主知识产权的成套技术。在海洋环境中,下部结构施工还将需要开发适应海上施工的更先进成套机具设备。

建立在结构分析基础上的施工控制技术在大跨径桥梁上部结构施工中发挥着重要作用。与此同时,桥梁下部工程信息化施工的技术也在不断取得新进展,计算机监测的

实施保证了基础工程的施工安全。通过信息技术使工程在受控状态下进行建设还有着很大的开发和应用空间。

与此同时,一些大型项目正在开发覆盖工程建设和运营服务全寿命过程的信息化管理系统,推动信息化技术的在工程管理上的应用,有利于技术资源的整合,极大地提高了效益。

6) 提高养护管理科技含量

不断提高养护管理工作中的科技含量。一方面,积极研制开发适合我国国情的小型养护机械,提高养护工艺水平;另一方面,计算机辅助工程评价系统已应用在公路工程养护和管理工作中,有效地提高科学决策能力。

当前,面对我国养护管理的需求,应该研究在用桥梁检测评价新技术、耐久性检测与评估方法,以及旧桥安全可靠度评估与剩余寿命预测评价;加强对大跨径、复杂结构桥梁和在用桥梁隐蔽工程的检测与评价技术研究,以及维修加固技术的研究;研究桥梁防灾(水毁、地质灾害、地震等)技术,促进公路桥梁减灾能力的提升。

认真总结近年来各地桥梁加固工程的经验,结合全国公路数据库建设工作,建立全国桥梁管理系统,并研究建立桥梁缺陷、病害、损伤图例库,统一桥梁检查评判标准。

开展大跨桥梁结构健康监测、结构损伤识别与评价方法的研究,建立起特大桥综合养护管理系统。值得指出的是,虽然特大型桥梁工程普遍开发和装备了先进的安全监控系统,但普遍存在预设传感器使用寿命过短与数十年监控的目标不相匹配。与此同时,“实时”监测得到的海量数据现时并无实际意义。因此,规划与实施监测系统时,要坚持求真务实、分步实施,避免造成一次性的资源浪费。

4 结束语

桥梁建设贯彻科学发展观和资源节约观,就要在“好”、“省”、“多”、“快”四字上做文章。“好:高品质、长寿命”,“省:资源节约、合理造价”,“多:规模大、数量多”,“快:进度快、工期短(相对于国外而言)”。“好、省”是资源节约型发展之路的体现,是可持续发展的体现。“多、快”是国家发展的需要,是抢抓战略机遇期的需要。

大规模的桥梁建设是我国桥梁技术创新和实现超越的难得历史机遇,也是实现技术强国战略目标的宝贵历史性资源。抓住历史机遇,提升理念、自主创新、精心建设、出桥梁工程的精品、出技术进步的成果、出过硬的人才队伍、最大效益的利用好这个历史资源,是桥梁建设者的历史责任。求真务实,真抓实干,中华大地上将树立起体现科学发展观和可持续发展的座座丰碑。

参考资料

- [1] 张春贤. 创新——苏通大桥建设的历史性责任
- [2] 冯正霖. 在交通部专家委员会 2005 年年会上的讲话
- [3] 冯正霖. 在全国公路勘察设计工作会议上的讲话