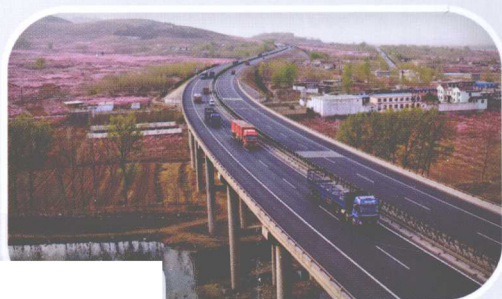


QIAOLIANG YANGHU
JUSHU YU GUANLI

桥梁养护技术与管埋

主 编 刘玉民 陈惟珍 杨修志

副主编 许 强 邵明学 徐 俊 等



人民交通出版社
China Communications Press

Qiaoliang Yanghu Jishu yu Guanli

桥梁养护技术与管理

主 编 刘玉民 陈惟珍 杨修志
副主编 许 强 邵明学 徐 俊 等

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书结合临沂市干线公路桥梁养护与管理实践,从桥梁养护管理和养护工人文化、技术状况的实际出发,注重实用性、知识性,既有一定的理论知识,又有实际的操作技术,叙述深入浅出,涉猎内容全面。全书共分概论、桥梁养护基本知识、桥梁检查与评定、桥梁日常养护与管理、桥梁维修与加固等十章内容。本书是临沂市乃至山东省桥梁养护管理中的实践应用成果。它的出版不仅对山东省公路乃至全国公路桥梁养护水平的提升具有促进作用,而且对我国公路桥梁养护管理事业的发展具有十分重要的意义。

本书可作为桥梁养护工程师、桥梁养护管理员、桥梁养护工人培训学习用教材,也可供从事桥梁养护管理、施工管理、设计专业人士参考,还可作为大专院校师生学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁养护技术与管理/刘玉民,陈惟珍,杨修志主

编. --北京:人民交通出版社,2013.2

ISBN 978-7-114-10281-3

I. ①桥… II. ①刘… ②陈… ③杨… III. ①桥—维
护 IV. ①U445.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 320614 号

书 名:桥梁养护技术与管理

著 作 者:刘玉民 陈惟珍 杨修志

责任编辑:尤晓玮 黎小东

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.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:20.75

字 数:480千

版 次:2013年2月 第1版

印 次:2013年2月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-10281-3

定 价:55.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

《桥梁养护技术与管理》

编写委员会

主任委员：孙 波

副主任委员：刘玉民 陈惟珍 朱礼泉

编 委：许 强 杨修志 邵明学 郭晓春 徐光彩
徐 俊 黄治增 赵树生 彭 华 马德利
徐士启 李守成 徐现田 翟耐刚 刘明成
张传礼 刘景三 鞠炳祥

主 编：刘玉民 陈惟珍 杨修志

副 主 编：许 强 邵明学 徐 俊 郭晓春 徐光彩
赵树生 贾月坤

编 写 人 员：武玉华 徐兴良 李守源 邱增睿 谭炳梁
房志刚 王其君 吴希玲 王文静 王小伟
张 胜 路 霞 朱治玲 王 平 张岁寒
卓秋林

前 言

桥梁是公路交通设施的重要组成部分,是公路交通的咽喉,直接关系到行车、行人的安全,维系着公路的安全与畅通。

近年来,世界各国相继发生的在役桥梁和在建桥梁的垮塌事故,不仅让人们心存担忧,而且还引起了各国政府及世界桥梁工程界的高度关注。随着社会经济的快速发展,社会需要桥梁承载着更大的交通量和承载量。桥梁运营时,由于频繁承载,甚至超载,再加上自然界乃至自然灾害的侵袭,以及交通事故等人为事故的侵袭,会造成桥梁损伤和局部破坏。随着使用年限的增长,桥梁的损伤种类和损伤部位会越来越多,其程度也会越来越严重。一些“先天不足,后天失养”的桥梁,在运营中病害会加剧,将难以维持正常的使用状态。对桥梁进行科学的、经常性、及时性养护维修与管理,至关重要。公路桥梁养护管理越来越得到政府、社会各界及人们的高度重视。

公路桥梁,安全至上。桥梁养护管理,“防之当如渡海浮囊,忽容一针之罅漏”。近年来,临沂市公路局在桥梁养护管理中,做到了公路站日常巡查、县区局(高管处)每月度经常检查、市局每年组织定期专业检查,实施桥梁“四个一”、动态监管、健康管理、桥梁专家技术鉴定等制度,结合桥梁检测与检查,及时分类处治桥梁病害,有针对性地开展桥梁维修、加固与改造工作。在这些工作中,注重新技术、新工艺、新材料、新设备“四新”成果应用,取得了一些养护与管理成果。为了有效地指导桥梁养护与管理,提高广大桥梁养护工程师、桥梁养护管理员、桥梁养护工人的业务技术水平和实际操作技能,增强桥梁养护管理责任意识、质量意识、安全意识,以适应形势发展的需要,从而更好地为临沂市乃至山东省以及全国公路交通事业服务,让人民群众走平安路,过放心桥,作者结合临沂市干线公路桥梁养护与管理实践,编写了《桥梁养护技术与管理》。本书从桥梁养护管理和养护工人文化、技术状况的实际出发,注重实用性、知识性,既有一定的理论知识,又有实际的操作技术,叙述深入浅出,涉猎内容全面。

全书共十章,主要内容如下:第一章介绍了桥梁养护管理的重要性、养护管理的特点内容、养护管理的机遇与挑战等;第二章介绍了桥梁组成与分类、规划与设计、桥梁设计、施工技术概述及桥梁养护的基本知识;第三章依据现行技术标准、桥梁技术状况评定标准、养护规范等,给出了桥梁检查与评定的基本内容及养护对策;第四章结合养护实践介绍了桥梁日常保养、桥梁健康管理、桥梁养护专项费用探讨等内容;第五章结合养护实践介绍桥梁常见保护与处治、桥梁防护与抢修、桥梁加固应用技术等;第六章按部颁桥梁养护工作制度、山东省桥梁养护“四个一”制度,介绍了桥梁养护组织管理、桥梁养护工程师制度、“四个一”制度及桥梁养护行业监管;第七章结合桥梁养护工程实践,介绍了桥梁养护工程管理规定、桥梁养护工程管理存在问题与对策及桥梁养护工程市场化探索、危桥改造工程管理内容;第八章介绍了桥梁超重车辆过桥管理、桥梁养护与安全作业、桥梁标识与设施管理、桥梁应急处治、桥梁安全保护;第九章介绍了桥梁养护管理系统、桥梁养护监控系统、桥梁养护系统应用等内容;第十章介绍了桥梁

常用检测设备、桥梁常用养护机械设备使用与管理等内容。

本书的编写参照了我国公路桥梁现行的相关规范、规程与技术标准以及山东省桥梁养护相关规定及临沂市干线公路桥梁养护管理相关制度,所参考的相关文献均列于参考文献中。参与本书编写的主要人员详见编写委员会名单。

本书编写过程中,参考和引用了诸多学者的著作、论文和相关标准、规范,同济大学陈惟珍教授、徐俊博士精心指导并参与相关章节编写。同时,该书编写过程中得到了基层各桥梁养护工程师的支持和帮助,谨在此对他们致以诚挚的谢意!人民交通出版社的领导与编辑为本书的出版给予热忱帮助并付出了辛勤的劳动,在此一并表示衷心感谢!由于编者的水平有限,文中不当之处或错误在所难免,恳请读者批评指正。

期望本书的出版对广大从事公路桥梁养护管理工作的同行能有所裨益!

编 者
2012 年 11 月

目 录

第一章 概论	1
第一节 桥梁养护管理的重要性	1
第二节 桥梁养护管理的特点及内容	16
第三节 桥梁养护与管理的艰巨任务	19
第二章 桥梁养护基本知识	27
第一节 桥梁的组成与分类	27
第二节 桥梁规划与设计	36
第三节 桥梁设计概述	44
第四节 桥梁施工技术概述	50
第五节 桥梁养护基本常识	65
第三章 桥梁检查与评定	70
第一节 概述	70
第二节 桥梁检查	78
第三节 桥梁技术状况评定	90
第四章 桥梁日常养护管理	101
第一节 概述	101
第二节 桥梁日常养护	112
第三节 桥梁健康管理	133
第四节 桥梁养护费用探讨	136
第五章 桥梁维修与加固技术	141
第一节 桥梁常见病害与防治	141
第二节 桥梁防护与抢修	171
第三节 桥梁加固应用技术	180
第四节 饮用水源地桥梁环保工程案例	193
第五节 装配式公路钢桥的应急架设	202
第六章 桥梁养护责任管理	209
第一节 桥梁养护组织管理	209
第二节 桥梁养护工程师制度	215
第三节 桥梁养护“四个一”制度	219
第四节 桥梁养护行业监管	225
第七章 桥梁养护工程管理	227
第一节 桥梁养护工程管理规定	227

第二节 桥梁养护工程管理存在问题与对策..... 230

第三节 桥梁养护工程市场化..... 233

第四节 危桥改造工程管理的探讨..... 237

第八章 桥梁养护安全管理 242

第一节 超重车辆过桥管理..... 242

第二节 桥梁养护与安全作业..... 247

第三节 桥梁标识与设施养护管理..... 250

第四节 桥梁应急处治管理..... 257

第九章 桥梁养护信息管理..... 261

第一节 概况..... 261

第二节 桥梁管理系统(BMS) 264

第三节 桥梁健康监测系统..... 279

第四节 桥梁养护管理系统应用..... 283

第十章 桥梁常用养护设备管理..... 296

第一节 桥梁常用检测设备应用..... 296

第二节 桥梁常用养护设备..... 304

第三节 桥梁常用养护设备配置与管理..... 312

参考文献..... 318

第一章 概 论

桥梁是公路交通的咽喉,是公路交通设施的重要组成部分,也是当代社会拥有的庞大固定资产。近年来,各级交通管理部门和公路管理机构,普遍重视和加强了桥梁养护管理工作,一些危桥、病桥得以改造和维修加固,从而提高了公路桥梁的整体通行能力和公路的服务水平。但是,随着我国国民经济的迅猛发展,公路在综合交通运输体系中的地位和作用异常突出,公路交通量剧增,运输车辆载质量加大,公路运输超载、超限现象严重,大批修建于20世纪60~70年代的公路“老桥”,由于超期服役多年,整体质量下降,已由一、二类发展为三、四类甚至五类桥梁;在大规模、快速度发展背景下,低素质、质量意识差的民工队伍建设的一些“新桥”,由于工程质量低劣,存在“先天性不足”,埋下了安全质量隐患,增加了桥梁养护管理工作的难度。

本章结合临沂市干线公路桥梁养护管理实践,探讨桥梁养护工作存在的主要问题,介绍桥梁养护管理的特点、内容;结合媒体盘点中国桥梁八宗“最”(典型案例)及发达国家桥梁坍塌事故典型案例,深刻剖析、揭示桥梁养护管理的重要性,指出桥梁养护管理必备条件,列举桥梁建设者、桥梁专家对桥梁工作的建议,给出桥梁养护管理建议。

第一节 桥梁养护管理的重要性

知识点

- 桥梁养护工作存在的主要问题;
- 桥梁养护管理的重要性;
- 桥梁养护与管理的建议

据交通运输部统计资料显示,目前,我国公路桥梁有68.5万余座,已成为仅次于美国的第二桥梁大国。其中危桥就有9.3万座,约有4万余座桥梁需要维修改造。大规模、快速度的公路尤其是高速公路建成之后,公路养护尤其是桥梁的养护显得至关重要。另外,由于养护管理理念滞后、养护技术局限、维护资金不足,桥梁病害日渐发展。一旦在役桥梁得不到科学、有效、及时的维护,将会造成桥梁功能降低,结构退化,直至引发桥梁安全事故,给国家财产和人民生命安全造成巨大损失。

随着国民经济的快速发展,人们对安全、快速、舒适和美观的公路交通服务提出了越来越高的要求。对公路桥梁的养护与管理,已非常紧迫地纳入到各级公路管理部门的重要议事日程。如何养护好、管理好现有的桥梁,保持桥梁的完好工作状态,提高其结构稳定性,延长其使

用寿命,是每一位交通公路人的孜孜追求,更是桥梁养护人员的职责所在。只有强化管理,科学决策,全面养护,才能全面改变和提高公路桥梁整体服务水平。

一、桥梁养护工作存在的主要问题

近年来,国内外桥梁垮塌事故不断,公路桥梁养护管理引起了社会的广泛关注,但是并没有从根本上引起社会的高度重视。现有桥梁尤其是建于 20 世纪 90 年代前的部分桥梁因建设成本过低、建设速度过快,造成桥梁整体质量差、承载能力低,已与现代交通运输能力不协调。环境的侵蚀、车辆荷载的剧增及寿命的增长使在役桥梁日渐退化,病害得不到全面快速处治,相当数量桥梁服役状况堪忧,已与社会经济快速发展不适应。全面系统的桥梁管理技术水平低,养护手段落后,机械化程度低,信息技术的应用不普遍,推行的“管养分离”改革,市场化运作机制不完善,“重建轻养”的理念没有彻底铲除,“预防性养护”的理念没有形成,已与当前公路交通的快速发展,社会发展、生活质量需求极不适应。

1. 桥梁养护管理得不到真正重视

由于桥梁垮塌事故不断,桥梁管养部门不同程度地强化了桥梁养护与管理工作。但是,桥梁养护与管理工作没有从根本上引起高度重视,“重建轻养、养护工作以路面为中心,养路不养桥”等不良现象依然存在。2007 年 6 月交通运输部颁布的《公路桥梁养护管理工作制度》和 2011 年 7 月实施的《公路安全保护条例》等法规涉及内容广泛,仅靠公路管理部门很难贯彻执行好,需要政府指导,部门联动,综合整治;目前,重视只是宏观上的重视,靠文件、会议、检查落实,养护专业技术队伍得不到保障,没有形成有效的桥梁养护管理运行机制,部规桥梁养护工程师任职、培训、考核没有相应约束机制,责、权、利不统一,仅靠桥梁养护工程师无法完成其职责;桥梁养护资金不能很好地得到保障,出现危桥不能快速、及时处治;桥梁改造、加固等技术规范不甚完善,缺乏有效的指导性;桥梁养护人员能够实施的养护与管理,仅限于日常的桥梁保养和小修。

2. 桥梁易发病害得不到快速处治

目前,有些公路养护管理单位仍存在着“养路不养桥”、“重建轻养”的思想,尤其非重要干线公路桥梁有失养现象,对出现的病害不能进行及时、快速的处治。例如,道路引桥路面与桥衔接处不平顺,导致桥头跳车现象严重,易诱发桥梁其他病害;伸缩缝堵塞损坏、泄水孔堵塞问题不能及时处治;桥梁结构裂缝超过规范限值等,在日常养护中得不到及时修补,造成混凝土剥落、钢筋外露锈蚀,活动支座失去活动能力等病害;高速公路受交通流量、行车速度、交通安全,养护施工技术等因素影响,桥梁病害不能快速处治等。这不仅降低桥梁安全舒适水平,而且直接影响到桥梁的使用寿命。

3. 桥梁养护部门技术力量薄弱

桥梁是一种专业性、技术性较复杂的建筑物。目前,公路养护管理单位尤其是基层养护单位,大多缺乏专门的桥梁养护技术人员和技术工人,由于基础薄弱,资金投入不足、重视程度不够,加之检测手段落后,对桥梁进行常规检查时主要靠目测,难以发现早期病害,公路桥梁养护技术水平普遍较低。另外,基层专业技术人才匮乏,检测仪器配备不到位,很难客观、全面地检测和记录桥梁的病害及其运行状况。桥梁病害不能准确描述和判断,一些轻微的桥梁病害不能科学处治或不做处理,桥梁养护技术工作缺乏科学性;另一方面,桥梁维护和改造的专业队

伍匮乏,一些大的桥梁企业为追求利益只注重桥梁建设,不愿意从事桥梁维修、加固、改造等项目,桥梁养护专业队伍尚未培育形成,造成了该专业技术不能很好地提高,企业不能很好地发展。同时,近年来,各地没有很好地总结桥梁管理方面的经验与教训,没有很好地凝练管养中的实践技术成果,阻碍了桥梁养护管理水平的提高。

4. 桥梁养护资金不足,预防性养护资金为零

桥梁养护和维修经费不足且不能及时到位,是当前桥梁养护工作中面临的一大难题。近年来,随着公路建设规模的增大和建设步伐的加快,各地的公路建设任务十分繁重。税费改革后,公路建设、养护资金筹措压力很大,资金落实到位较难,并且大量的资金和技术人员投入到高等级公路建设上,各级公路交通部门长期处于巨大的公路建设压力之下,没有足够的时间和精力来研究桥梁养护与管理工作。因此,许多已建桥梁的检测工作不能及时到位,养护和维修不能具体落实。桥梁养护计划没有落实专项资金,道路与桥梁的养护经费捆绑在一起,道路应急多发事故的增多,无形中占用部分桥梁养护资金,用于桥梁的养护经费就会相对减少,而且没有配套的桥梁养护资金运行机制,最终造成桥梁养护资金不足的被动局面。另外,我国正处在桥梁建设高峰期和在役桥梁病害多发期,桥梁养护管理资金捉襟见肘,没有专门的桥梁预防性养护资金,没有一套科学的养护管理机制,桥梁还没有得到有效的健康保养。

5. 桥梁养护管理规划和决策不科学

当前,我国桥梁养护管理处于一种被动的养护管理状态,即在桥梁出现病害或病害发展到影响公路正常通行能力时,才开始考虑制订对应的养护维修计划。没有建立长期稳定的跟踪检测和科学评价系统,没有通过科学决策确定桥梁养护维修实行的日期、间隔、内容和工作流程,没有通过科学的决策落实桥梁养护维修经费。一些管养单位虽然对桥梁进行定期检测与评价,但由于没有标准的操作流程和相应的规范指导,导致检查数据不足或数据可靠性差,不足以科学制订长期养护计划提供翔实的参考数据,从而制约了桥梁养护的科学性。

6. 桥梁建设与养护脱节

我国的桥梁建设和养护是两个部门的事情,桥梁建成后经过验收,交予公路管理部门养护管理。桥梁建设中遗留的技术问题、存在的弊端及部分桥存在的质量隐患没有交予养护部门,竣工资料中也无从查据。桥梁养护工作中,没有及时发现隐藏病害,没有从建设单位了解到真实情况,掌握资料不翔实。一些“先天不足”的桥梁得不到针对性的护理,不能“对症下药”,随着重载、超载车辆的频繁通行,再加上“后天失养”,无疑是“雪上加霜”,病害加剧,问题丛生,增加了桥梁的不安全性,为桥梁养护管理带来难度,使桥梁养护工作处于被动状态。

7. 体制有弊端,管养责任不明确

受公路管理体制的影响,目前桥梁养护管理工作中也同样存在责任主体不清、责任不明确的现象。这是影响桥梁养护管理工作更深层次的矛盾。一是经营性收费公路的桥梁管养责任不清,或仅忙于收费而忽视桥梁正常养护;二是一些公路桥梁现已成为城市桥梁,但其产权和管养责任都没有做重新界定,造成这些桥梁的养护主体缺位;三是干线公路管理体制的模式多样化,造成目前一些地方的国、省干线和县乡公路上的桥梁管养责任主体多元化,以致养护责任意识淡薄,养护管理工作的质量和效果难以保证。

8. 市场化运作机制不完善

虽然我国各省正在推行公路“管养分离”改革,但是市场化运作机制不完善,“重建轻养”

的理念没有彻底铲除,“预防性养护”的理念没有形成,公路养护市场中,公路养护企业尤其是桥梁养护维修加固企业没有得到良好的发展。目前,政府并未将养护作为一个市场来培育,养护从业资质并未提上议事日程。行业方面,也未催生养护产业的诞生。桥梁养护独立性不够、替代性很强,这是桥梁养护工作长期在低水平徘徊的主要原因,客观上也促成了“以建代养”的现象。

9. 超限、超载车辆多

随着我国社会经济的快速发展,车主受利益的驱使,公路超限、超载车辆逐年增多,使公路桥梁不堪重负,桥梁受损严重,使用寿命缩短。一方面,桥梁的超限使用使桥梁疲劳应力加大、损伤加剧,甚至会出现结构破坏事故;另一方面,由于超载造成桥梁损伤不能恢复,使桥梁在正常荷载下的工作状态发生病害,从而危害桥梁的安全性和耐久性。因此,桥梁超限、超载最终使国家遭受巨大损失,为桥梁养护管理带来了一定难度。

10. 危桥改造前期程序复杂而漫长,严重制约道路通行

随着公路费改税的不断完善,公路养护资金拨付渠道发生了改变,危桥改造由原来的中央补助(30%)和省配套两块资金,转变为按财政程序,走政府采购的路子。一座病害桥梁,经检测确诊为危桥,改造方案设计、逐级上报、费用计划批复、依程序招投标到开始改造施工,前期程序变得复杂而漫长,病重桥梁保通与安全两者不能兼顾。作为公路咽喉的桥梁,长久封闭既不利于民,也不利于路网运行,同时降低了整段甚至整条路运行效益。危桥如同重症病人确诊后不能得到医治,而是走程序,待计划,等资金,与以人为本的养护理念相悖,其后果不堪设想。因此,危桥改造要按特事特办的原则,探讨顺畅、有序、有效的机制,让“绿色通道”真正畅通,让危桥能得到及时“医治”。

二、桥梁养护管理的重要性

桥梁是公路交通设施的重要组成部分,是衡量现代社会生活品质的重要指标之一。桥梁维系着行车、行人的安全与畅通,事关人们出行安全与舒适,桥梁养护管理至关重要。

1. 桥梁寿命期结构状态退化,需要维护和提高结构质量

桥梁在建造与使用过程中,受不利环境(如有害化学物质)的侵蚀,遭受车辆、风、地震、雨雾、超载、人为事故等外来作用,加上结构本身的自然老化,在其生命周期内必然发生结构状态的退化,使得桥梁衰老加快,寿命缩短。在桥梁运营中,就必须采取必要的措施,维护和提高结构质量,延长桥梁寿命。

据美国联邦公路局调查资料显示,美国现有的 600 000 座公路桥梁中约 45% 存在缺陷,其中,136 000 座属于损伤导致的结构性缺陷,124 000 座属于功能不全不能充分满足现代化交通的要求,而更换或加固这些桥梁的花费将高达 455 亿美元。目前,美国桥梁工程界 60% 的工作是维护旧桥,40% 的工作是建造新桥。在国内,截至 2010 年年底,我国公路桥梁的危桥有 9.3 万座,占桥梁总数的 13.58%。其中,96% 是分布在农村公路上的。分布在国省道和县道上的桥梁有 3 720 座,其中 84.8% 是 20 世纪 90 年代前建设的。要维护公路的正常运行,这些相当数量的桥梁都需要加固、维修、改造。

桥梁的安全耐久性是桥梁界关注的突出问题。一些桥梁暴露出的质量缺陷问题,不同程度地反映出其在设计、施工、养护维修、运营管理等方面存在的缺憾和不足。

(1) 预应力混凝土桥梁的裂缝问题。一些预应力混凝土桥梁,由于梁体裂缝严重、挠度大,危及使用安全,从根本上讲,应从设计和施工工艺方面采取有效措施。经检查发现,采用传统的压浆工艺,钢束管道内浆体不饱满,钢束严重锈蚀导致有效预应力降低。因此,对于预应力混凝土桥梁,为保证钢束管道压浆质量,塑料波纹管及真空辅助压浆工艺的推广应用不容置疑。有专家提出,预应力混凝土连续刚构桥的跨径不宜过大,跨径在 100 ~ 200m 范围内,矮塔斜拉桥、梁拱组合体系等桥型具有可比性。大跨径斜拉桥主梁的结构形式,应总结已建桥梁的经验,经充分论证比较确定。

(2) 斜拉桥的拉索。平行镀锌钢丝拉索在我国已应用多年来,近几年来,无黏结镀锌钢绞线拉索和环氧涂层钢绞线拉索也先后被采用。三种形式的拉索,其构造、防腐、制作安装和实施换索的方式不同。在现有的技术条件下,斜拉桥在百年使用期内,拉索的更换不可避免,但应尽量做到在保证拉索安全耐久性的前提下,换索最方便、换索的次数最少。目前,我国桥梁界对三种形式拉索的认识还不尽一致,有必要从拉索的性能、安全耐久性、应用效果以及建设、养护维修费的综合经济指标等方面,进行技术经济的进一步研究论证,尽快取得共识。

(3) 钢桥的桥面铺装和钢结构的防腐。我国以钢箱梁为主梁的悬索桥、斜拉桥,采用的桥面铺装形式较多,有的比较成功,但有的在通车后不久就因损坏而改建。其铺装的设计、材料、工艺等问题,应通过研究和试验,尽快解决。对钢箱梁的防腐应重视,尽管采用了较先进的防腐技术,但严格的养护维修也是不可缺的。钢管混凝土拱桥拱肋构件的防腐、拱肋内混凝土脱空问题以及中承式、下承式拱桥吊杆易腐蚀、疲劳问题,应认真对待。

2. 桥梁质量“先天不足”,需要弥补不足,提高结构功能

有些桥梁修建质量较低,造成“先天性不足”。相当数量的桥梁,尤其是早期修建的桥梁,由于资金短缺,设计、施工标准低,加上技术管理薄弱,施工质量差,随着公路交通量的剧增和超载车辆的出现,加大了桥梁的负荷,加速了桥梁老化。早期如 20 世纪 60 ~ 70 年代的桥梁,大多已变成三、四类桥梁,大批桥梁的技术状况已远不能满足安全行车的需要,有些很快会变成危桥。

“十一五”期间,我国完成危桥改造 11 296 座(87 万延米)。交通运输部每年用于危旧桥改造的经费均在 2.5 亿元以上,各省市对危桥改造的力度逐年递增。桥梁养护管理任务异常艰巨,桥梁养护责任重大。

3. 桥梁养护重视不足,应做到预防性养护

由于受传统养护观念“养路不养桥”的影响,各级公路养护部门特别是基层桥梁养护单位对于桥梁养护还不能足够重视,不能做到对桥梁病害“抓早、抓小,治早、治好”,防微杜渐,实施预防性养护。桥梁“小病”不能及时医治,随着车辆的运营会诱发大的病害,不仅降低了桥梁交通安全系数,而且任其发展会直接影响到桥梁的服务水平和使用寿命。桥梁养护安全至上,忽容一针之罅漏。因此,桥梁养护必须树立全寿命周期预防性养护的管理理念。

4. 桥梁超限服役,存在安全隐患,需有计划实施改造

桥梁质量存在问题,桥梁已达到使用寿命而超期服役更是问题。据 20 世纪 90 年代末的一次不完全统计,我国有 40% 的桥梁使用年限在 25 年以上,如今这部分桥梁使用年限已在 30

年以上,多数仍在服役。依据美国的统计,设计平均寿命为 75 年的桥梁实际使用寿命平均为 40 年左右。而德国对部分混凝土桥梁的统计也表明,使用年限 25 年以上的桥梁 46% 至少存在一处中等以上的损伤。同样的质量条件下,我国目前大量桥梁必然存在损伤,更何况质量低下的桥梁。因此,应分清轻重缓急,有计划、有步骤地对危桥实施改造。

5. 桥梁在交通事业中的地位明显,是综合国力体现

建立四通八达的现代化交通网,大力发展交通运输事业,对于发展国民经济,加强全国各族人民的团结,促进文化交流和巩固国防等方面,都具有非常重要的作用。在公路、铁路、城市和农村道路以及水利建设中,为了跨越各种障碍,必须修建各种类型桥梁和涵洞,因此桥涵是交通线中的重要组成部分,而且是保证全线早日通车的关键。在经济上,桥梁和涵洞的造价一般来说平均占公路总造价的 10% ~ 20%。在国防上,桥梁是交通运输的咽喉,在需要高度快速、机动的现代战争中,它具有非常重要的地位。自 20 世纪 50 年代以来,由于科学技术的进步,工业水平的提高,社会生产力的高速发展,人们对桥梁建设提出了更高的要求。现代高速公路上迂回交叉的立交桥、高架桥和城市高架道路,几十千米长的海湾、海峡大桥,新发展的城郊高速铁路桥与轻轨运输高架桥等,这些新型桥梁不但是规模巨大的工程实体,而且犹如一条地上的彩虹,将城市装扮得格外美丽。纵观世界各国的大城市,常以耐人寻味的大桥作为城市的标志与骄傲。因而,桥梁建筑已不单纯地被视为交通线上重要的工程实体,而且常作为一个国家科学技术、综合国力的综合体现。

6. 桥梁垮塌事故后果严重,桥梁养护需要高度重视

桥梁管理理念陈旧、养护技术落后、维护经费不足,加上桥梁建设质量的低劣,导致一些桥梁出现各种病害,结构退化严重,运营中引发相关的桥梁事故,给国家财产和人民生命安全带来巨大损失,造成不良社会后果。国内外都发生过多起桥梁严重坍塌的典型事故。

(1) 我国桥梁坍塌事故

近年来,我国发生多起在役桥梁严重坍塌的典型事故,包括 1999 年重庆綦江彩虹大桥、甘肃岷县北郊憩乐岛公园的铁索桥、2000 年重庆涪陵斜阳溪大桥垮塌、2001 年四川宜宾大桥吊索及桥面部分分裂、2004 年辽宁盘锦辽河大桥中间断裂、2006 年甘肃定西市的岷县洮河大桥轰然倒塌等。据相关统计,2007 ~ 2011 年 5 月间,全国已经至少有 17 座桥梁发生垮塌事故,造成 156 人死亡、88 人受伤、23 人失踪。

2011 年 7 月以来,桥梁塌陷事故纷至沓来。2011 年 7 月 11 日凌晨,江苏盐城市境内 328 省道通榆河桥发生坍塌;12 日,武汉市黄陂一高架桥被发现引桥严重开裂;14 日上午,通车不到 12 年的武夷山公馆大桥倒塌;15 日凌晨,钱江三桥引桥桥面塌陷;19 日凌晨,一辆重达 160t 的严重超载货车造成北京市宝山寺白河桥塌毁。整个 7 月,脆弱的桥梁一个个倒下,压迫着公众的神经。人们用“桥脆脆”来比喻这些“年轻有为”的大桥。

(2) 媒体盘点中国大桥八宗“最”

我国处处都见“桥脆脆”,问题出在哪? 设计存在缺陷,质量存在问题,工程验收存在问题,超载超限是“杀手”,桥梁寿命也是问题,同时,养护管理也存在问题。媒体盘点中国大桥八宗“最”,足以说明桥梁垮塌其原因是多方面的,既有外因,也有内因。

①最典型“六无工程”——重庆綦江大桥(图 1-1)

1999 年 1 月 4 日,重庆綦江彩虹大桥突然整体垮塌,造成 40 人死亡,14 人受伤,直接经济

损失 600 万余元。据调查,綦江县个别领导干部玩忽职守,该项工程未经主管部门立项,无可行性研究报告,设计系个人行为;施工队伍不具有合法的工程施工资质,施工者是个体业主;无工程监理;1996 年建成未经法定竣工验收,养护中两次发生重大损坏。

②最违章桥梁——甘肃岷县铁索桥(图 1-2)

1999 年 7 月 24 日,甘肃岷县北郊憩乐岛公园的铁索桥突然坍塌,导致 18 人死亡。据调查,该桥属于未经审批立项、鉴定验收的违章建筑,仅凭一次县长办公会的决议便匆匆上马,并不听水利部门劝阻而开放迎客。此次事故中,5 名县级干部受党纪、政纪处分,5 名责任人被移送司法机关依法处理。



图 1-1 重庆綦江彩虹大桥垮塌



图 1-2 甘肃岷县铁索桥垮塌

③最不抗撞大桥——广东九江大桥(图 1-3)

2007 年 6 月 15 日,一艘佛山籍运沙船“南桂机 035”行航经 325 国道九江大桥时,撞击九江大桥桥墩,造成 325 国道九江大桥约 200m 桥面坍塌,事故导致桥面有 4 辆汽车坠入江中,8 人死亡,1 人失踪。

④最不该出生大桥——湖南凤凰堤溪沱江大桥(图 1-4)

2007 年 8 月 13 日,湖南湘西自治州凤凰县境内凤大公路堤溪段大桥突然垮塌,造成 60 余人死亡。原定于 8 月底竣工通车的沱江大桥,因就地选购不符合设计要求的石材、水泥,支架拆除未达设计标准,还没“出生”就全面垮塌,这也是新中国成立以来鲜见的桥梁垮塌事故。



图 1-3 广东九江大桥垮塌

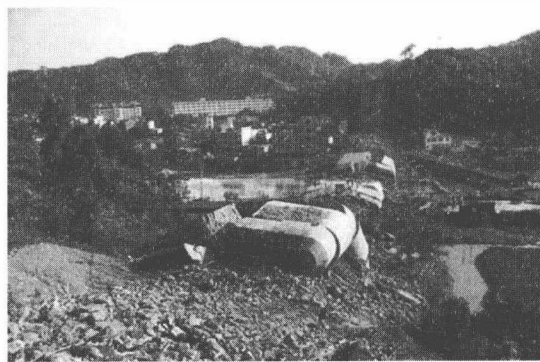


图 1-4 湖南凤凰堤溪沱江大桥垮塌

⑤最牛修补大桥——南京汉中门大桥(图 1-5)

2009 年 12 月,南京耗资 5 000 万元新建的汉中门大桥,被市民发现有 30 多根栏杆裂开了口子。而在接到投诉后,施工单位使用了“史上最牛”的修补方法:用“胶水”将裂口粘上。

⑥最敷衍施工大桥——武汉天兴洲大桥(图 1-6)

2009 年 12 月 26 日,武汉天兴洲大桥正式通车,该大桥创造同类型桥梁中的四项世界第一,工程总投资约 110.6 亿元。但该桥被发现伸缩缝的梳形钢板施工马虎,400 多个螺母中,竟有多达 1/4 有问题。而同样坐落于武汉的白沙洲大桥更是“屡坏屡修,屡修屡坏”。

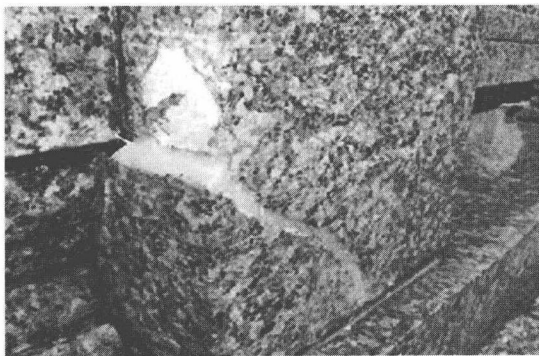


图 1-5 南京汉中门大桥胶水修补裂缝

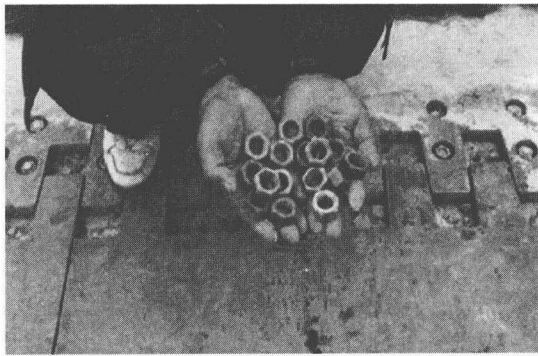


图 1-6 武汉天兴洲大桥手拔出螺母

⑦最强废物利用大桥——上海苏州河河南路桥(图 1-7)

2009 年 12 月 28 日,上海苏州河河南北路新桥桥墩突然开裂,维修人员在维修裂开的桥墩时,打开一看,里面填充的竟然是蛇皮袋、泡沫塑料等废物、垃圾。

⑧最没筋骨大桥——河南栾川大桥(图 1-8)

2010 年 7 月 24 日,河南栾川潭头镇的伊河汤营大桥因特大暴雨袭击整体垮塌,桥上众多滞留人员不幸落入水中,37 人遇难。现场垮塌的桥面和裸露的桥墩未见有钢筋,而唯一见到的两根钢筋竟然没有人的手指粗。



图 1-7 上海苏州河河南路桥桥墩内垃圾



图 1-8 河南栾川大桥遇洪水垮塌

(3) 发达国家桥梁坍塌事故

在役桥梁的安全事故在国外甚至在发达国家也有发生。典型的例子,如 1994 年韩国汉城市(现更名为首尔)在汉江上的圣水大桥突然倒塌,产生了巨大的社会反响,引起了韩国政局

的动荡。2001 年葡萄牙北部的 Hintze - Ribeiro 大桥坍塌;2003 年印度达曼西部沿海区域一座大桥倒塌;2006 年加拿大拉瓦尔市一座桥梁倒塌;2007 年美国明尼阿波利斯市一座横跨密苏苏比河的 I-35W 高速公路大桥突然倒塌。统计数据表明,1989 ~ 2000 年期间在美国坍塌的 500 余座桥梁中,近 90% 发生在桥梁服役期间。

①Quebec Bridge(魁北克大桥)

事故原因:设计考虑不足,构件失稳。

位于加拿大圣劳伦斯河上的魁北克大桥(图 1-9),本该是著名设计师 Theodore Cooper 的一个真正有价值的不可磨灭之作。作为当时世界上最长跨度的钢悬臂桥,Cooper 忘乎所以地把大桥的主跨由 490m 延伸至 550m,以此节省建造桥墩基础的成本。大桥即将竣工之际,发生了悲剧。1907 年 8 月 29 日,大桥杆件发生失稳,突然倒塌,19 000t 钢材和 86 名建桥工人落入水中,只有 11 人生还。由于 Cooper 的过分自信而忽略了对桥梁重量的精确计算,导致了一场桥梁垮塌事故。

1913 年,这座大桥重新建设,悲剧再次发生。1916 年 9 月,中间跨度最长的一段桥身在被举起过程中突然掉落塌陷。结果 13 名工人被夺去了生命。事故的原因是举起过程中一个支撑点的材料指标不到位。1917 年,在经历了两次惨痛的悲剧后,魁北克大桥终于竣工通车,这座桥至今仍然是世界上最长的悬臂跨度大桥。

②Tacoma Narrows Bridge(塔科马海峡大桥)

事故原因:理论认知有限,风毁。

塔科马海峡大桥位于美国华盛顿州的塔科马海峡。第一座塔科马海峡大桥建于 1938 年 11 月至 1940 年 7 月,中跨 853m。在建造最后阶段,人们就发现大桥在微风的吹拂下会出现晃动甚至扭曲变形的情况,驾驶员在桥上驾车时可以见到另一端的汽车随着桥面的扭动一会儿消失一会儿又出现的奇观。

1940 年 11 月 7 日,大桥在远低于设计风速(19m/s ,相当于八级大风)的作用下,发生强烈的风致振动,桥面经历了 70min 振幅不断增大的反对称扭转振动,最终导致桥面折断坠落到峡谷中。重建的大桥于 1950 年通车,2007 年,新的平行桥通车(图 1-10)。

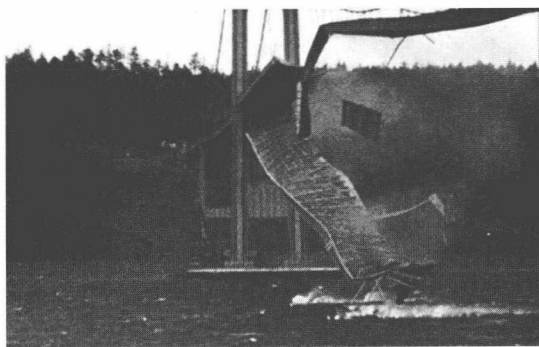


图 1-9 加拿大圣劳伦斯河魁北克大桥垮塌

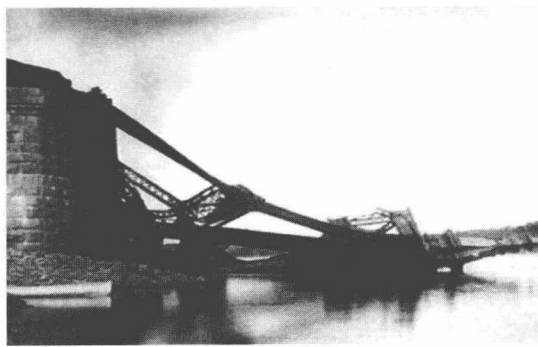


图 1-10 美国华盛顿州的塔科马海峡大桥垮塌

③I-35W Bridge

事故原因:桥梁养护不足。

I-35W 密西西比河大桥是由明尼苏达州运输部于 1967 年建成的。1990 年,美国联邦政府