

公路工程施工现场

技术与管理丛书

旧桥维修加固 施工方法与实例



刘真岩 周建斌 主编



人民交通出版社

China Communications Press

公路工程施工
技术与
管理丛书

旧桥维修加固 施工方法与实例



刘真岩 周建斌 主编

 人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书重点介绍了混凝土桥梁维修加固的施工要点和关键工序、施工质量控制方法,并附天津市及各地旧桥改造实例。书中收集了近年来应用于旧桥改造的新技术、新工艺、新材料供大家参考。本书内容全面、实用性强、理论与实际相结合。

本书读者对象主要为从事桥梁施工、养护的工程技术人员,也可供相关设计、管理、监理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

旧桥维修加固施工方法与实例 / 刘真岩, 周建斌主编.
北京: 人民交通出版社, 2005.7
(公路工程施工现场技术与管理丛书)
ISBN 7-114-05633-8

I.旧… II.①刘…②周… III.①钢筋混凝土桥—
维修②钢筋混凝土桥—加固 IV.U448.33

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第071100号

公路工程施工现场技术与管理丛书

书 名: 旧桥维修加固施工方法与实例

著 作 者: 刘真岩 周建斌

责任编辑: 刘 涛

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) 85285656, 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京宝莲鸿图科技有限公司

开 本: 787×980 1/16

印 张: 19

字 数: 325千

版 次: 2005年9月 第1版

印 次: 2005年9月 第1次印刷

书 号: ISBN7-114-05633-8

印 数: 0001—3500册

定 价: 28.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

出版说明

由于公路工程项目具有施工周期长、专业分工明确等特点,工程技术人员很难在短期内积累公路、桥梁各类型工程的实践经验。为帮助公路工程技术人员克服现场实践经验有限、施工中处理实际问题能力不足的困难,人民交通出版社组织出版了本套“公路工程施工现场技术与管理丛书”,以期帮助现场技术人员解决实际问题。

本丛书为技术应用指导型图书,编写内容贴近现场实际情况,真实地反映了现场技术人员的深层需求,避免过多空洞、抽象的程序性理论阐述,注重实用性、可操作性和示范意义;以现场管理的控制点及关键环节为中心,以技术要点为主线,对常用技术、关键技术从广度和深度两方面进行分析、阐述,具有重点突出、详略得当、文字简洁的特点。

本丛书为开放型图书系列,目前已推出以下书目,敬请关注。

- 旧桥维修加固施工方法与实例
- 预应力混凝土桥梁施工技术要点
- 新编公路建设项目竣工资料编制指南
- 公路工程现场勘察与测量技术
- 公路工程施工现场控制要点
- 公路工程安全生产指南
- 隧道工程现场施工技术
- 路基工程现场施工技术
- 城市道路工程施工监理要点
- 公路工程施工常见地质病害处治技术
- 公路工程施工测量
- 桥梁墩台施工技术要点
- 道路改扩建工程设计与施工技术
- 公路工程项目施工成本管理指南



在此,我们也借机表达一个希望,希望工程界人士能够积极自荐或推荐相关选题纳入本套丛书,以使该丛书日臻完善,为普及推广工程技术的实际运用、提高工程技术人员解决问题的能力作出贡献。

(联系方式 Email: tumu@ccpress.com.cn 或电话:010-85285517)

人民交通出版社

2005年9月

公路工程施工现场技术与
管理丛书
编写委员会

主任委员	梁志锐				
常务副主任委员	孙 玺				
副主任委员	于敦荣	文德云	刘元炜	刘 涛	
	李荣富	柴金义	黄腊泉	(以姓氏笔画为序)	
秘 书 处	陈志敏				

《旧桥维修加固施工方法与实例》

编审人员组成

审定委员会

主任委员： 陈少菁

副主任委员： 刘真岩 邱兆宝 魏连雨 张永明 张敬泉
杨 度 韩振勇 高一新 李洪刚 郝润申

编写人员

主 编： 刘真岩 周建斌

统 稿： 张鹏勇 周建斌

主 审： 张鹏勇 张广寅

参编人员： 王荣石 王 建 张敬泉 魏玉国 李洪刚
郝润申 王永成 张友明 王高峻 赵文治
李志刚 刘建民 高一新 杨西福 王再昌
程 锦 刘国慧 韩福前 王荣霞 马 梅
韩振勇 张振学 林 恒 杨 晨 杨 度
王 健 黄乃嘉 朱长君 段松惠 张文华
马洪福 胡金林 杨春营 刘国富 魏洪昌
郑晓华 王国亮 王来水 马 晔

前言

随着我国经济的不断繁荣,交通运输显得越来越重要,尤其是公路交通在国民经济中的地位逐渐为人们所重视。桥梁是公路的咽喉,其承载能力和通行能力是沟通全线的关键,如何保证桥梁的安全畅通更是人们所关心的问题。很多桥梁由于修建年代较早而存在病害,如不及时维修改造,就会威胁交通运输的安全。这些年来各地在桥梁加固方面都积累了不少经验,有很多值得借鉴的实例。为了让广大的桥梁工程技术人员能更多地了解这方面的知识,我们收集了天津市及各地旧桥改造的实例及近年来应用于旧桥改造的新技术、新工艺、新材料编写成本书,供大家参考。

书中重点介绍了混凝土桥梁维修和加固的施工要点和关键工序、施工质量控制方法,以及各种桥梁维修加固实例。

本书有如下特点:

内容全面——各种类型的桥梁加固方法都有介绍,同时还介绍了维修保养的基本技术,可供广大桥梁管理技术人员参考借鉴;

实用性强——本书属应用指导型图书,理论与实际结合性强,既有别具特色的理论阐述,又有相关的各种各样的改造实例,而且改造效果良好,特别适用于受过专业教育、具有一定专业基础知识能力和有一定实践经验的专业技术人员。

本书由多年从事旧桥改造的刘真岩正高级工程师和周建斌教授主编,张鹏勇硕士、周建斌教授统稿,张鹏勇、张广寅高工主审。第一章至第四章由刘真岩、周建斌、李洪刚、郝润申、杨度、王荣霞、王荣石、朱长君、黄乃嘉、魏玉国、刘国富、马洪福、胡金林、杨春营编写。其他各章理论部分由周建斌、王荣霞、刘国慧、张鹏勇、高一新、王再昌、杨西福、杨晨、林恒编写;实例内容由天津公路设计研究院、天津城建设计院、天津市政研究院、天津市政设计研究院、天津道桥管理处、交通部公路研究所、广东梅州公路勘察设计院、天津公路局桥梁工程处等提供,具体编写人员有张敬泉、韩振勇、张振学、刘国慧、韩福前、程锦、王建、王永成、张友明、赵文治、王高峻、李志刚、马梅、黄乃嘉、段松惠、张文华、王健、林恒等。

在本书的编写过程中,参考了许多有关书籍和资料,在此表示衷心地感谢。虽经仔细校核,但因时间限制及水平有限,难免存在谬误与不当之处,希望读者、同行、专家惠予指正。

编者
2005年9月

目 录

第一章 绪 论

第一节	概述	1
第二节	桥梁检查与荷载试验	4
第三节	桥梁维修加固技术	6

第二章 桥梁病害与桥梁检测

第一节	混凝土病害	9
第二节	旧桥检查与病害分析	16
第三节	桥梁检验与荷载试验要点	26
第四节	桥梁状态评定	34

第三章 桥梁养护与维修加固

第一节	桥梁养护工作内容与要求	40
第二节	上部结构的维修加固	60
第三节	下部结构的维修加固	69
第四节	桥头引道	70
第五节	支座更换施工技术	71
第六节	混凝土的耐久性及桥梁的预防性养护	72

第四章 桥面系维修加固改造

第一节	桥面铺装维修加固与施工要点	78
第二节	伸缩缝的维修	81

第三节	排水、防水系统维修施工·····	84
第四节	T梁桥维修加固实例(东风大桥)·····	88
第五节	空心板梁桥维修加固实例(阎皮庄桥)·····	93
第六节	桥梁维修加固美化工程实例(八里台立交桥)·····	96

第五章 粘贴钢板加固法原理与施工要点

第一节	粘贴钢板加固法原理·····	111
第二节	粘贴钢板法施工技术与质量控制·····	112

第六章 纤维加固法原理与施工要点

第一节	纤维加固法原理·····	116
第二节	纤维加固法施工技术与质量控制·····	119

第七章 增大截面加固法原理与施工要点

第一节	增大截面加固法原理·····	129
第二节	增大截面加固法施工方法与质量控制·····	133
第三节	增大截面加固法实例(井大桥)·····	134
第四节	桁架拱桥维修加固实例(当城桥)·····	137

第八章 体外预应力加固法原理与施工要点

第一节	体外预应力加固法原理·····	147
第二节	体外预应力加固法施工方法与质量控制·····	150
第三节	体外预应力加固双曲拱桥实例·····	157

第九章 梁桥综合维修加固实例

第一节	变截面钢筋混凝土单箱多室连续箱梁桥维修加固实例·····	162
第二节	预应力混凝土连续箱梁-刚构组合体系桥维修加固实例·····	169
第三节	预应力混凝土连续箱梁桥维修加固实例·····	176
第四节	预应力T构加挂梁桥维修加固实例·····	188

第五节	预应力混凝土简支箱梁变连续梁维修加固实例·····	194
第六节	钢筋混凝土简支 T 梁桥维修加固实例·····	198
第七节	预应力混凝土简支 T 梁桥增加辅助墩维修加固实例·····	201

第十章 桥梁地基及墩台基础加固

第一节	桥梁地基加固·····	204
第二节	墩台基础加固·····	207
第三节	桥台滑移倾斜的处理·····	210
第四节	桥梁墩台基础的改建·····	211
第五节	钢筋混凝土 T 梁桥桥台维修加固实例·····	215
第六节	预应力连续梁与 T 型梁交界位置桥墩基础维修加固实例 ·····	221
第七节	预应力 T 构桥基础维修加固实例·····	227
第八节	U 型桥台扩大基础维修加固实例·····	234

第十一章 拱桥综合维修加固实例

第一节	双曲拱桥增加边肋拓宽加固实例·····	238
第二节	单箱多室肋拱桥维修加固实例·····	243

第十二章 桥梁顶升施工技术

第一节	桥梁顶升加宽改造实例(狮子林桥)·····	254
第二节	桥梁顶升纠偏实例(十一经路立交桥)·····	282

参考文献	·····	290
------	-------	-----

第一章

绪 论

第一节 概 述

随着经济建设的发展,我国的公路交通建设取得了有目共睹的成就,到2004年底公路总里程已达180万公里,高速公路达到3万4千多公里,永久性公路桥梁已达30万多座、1246万延米。高等级公路的竣工通车、城市快速路的建成大大地缓解了交通运输业的紧张状况。随着经济的发展、人民生活水平的提高,对交通运输运营服务水平的要求也越来越高。桥梁是确保公路畅通的咽喉,其承载能力和通行能力又是贯通全线的关键,所以对桥梁的要求也越来越高。

一、桥梁使用现状

我国的公路桥梁大部分为建国后所建,由于修建年代的变迁,设计标准也在不断地提高。20世纪70年代前后大体为汽车-10级、汽车-15级(旧汽-13),70~80年代逐步提高到汽车-20级,80年代末至今在一些重要的干道上部分桥梁设计标准提高到汽车-超20级。但是,近年来载重汽车的超载现象非常普遍,相当一部分车辆总重、轴重都超过了汽车-超20级的加重车的标准。在天津市通过用轴重传感器进行检测,日常行驶汽车最大轴载达

252kN,单车总重达 80 多吨,甚至 100 多吨,造成桥梁超标准承受车辆荷载。目前尚有很多桥梁设计标准低于汽车-15 级,严重超载,再加上桥面系的构造缺陷,所以不可避免地产生了病害,降低了桥梁的承载能力。

过去在桥梁设计中,对桥面混凝土铺装一直没有引起足够的重视,单纯作为桥面的找平层考虑,设计得太薄,配筋太少。又由于铺装层受种种因素影响,很难与主体结合为一体,而且在使用中直接承受车辆荷载的冲击,所以很容易产生损坏。在预制安装的桥梁中铺装层实际上起着传递荷载的作用,当其破坏以后,荷载传递失效,形成单梁受力,使梁板超负荷承载。

很多人有一个错误的认识,以为混凝土本身是不怕水的。过去,在混凝土桥梁设计中基本没有考虑防水,桥面系构造不讲究,甚至很粗糙。事实上恰恰就因为桥面系构造的缺陷及没有完善的防排水系统而引起了很多的病害。在很多地区还存在混凝土的碱-集料反应;在冬季下雪后使用融雪盐,盐水渗进混凝土中产生腐蚀,又由于水的结冰产生冻胀,形成冻融循环,反复作用后使混凝土疏松破坏,进而导致钢筋的锈蚀,造成桥梁的破坏。

有很大一部分桥梁施工,存在着工艺不精、控制不严,甚至偷工减料、粗制滥造的现象,造成不应该有的隐患。有的桥梁在施工中,由于赶工期没有相应的技术措施,造成某些工序的失控。多少年来,桥梁施工工艺在不断改进提高,但是一些质量通病却没有完全解决;尤其对桥面系的施工和对中小桥的施工,由于重视程度不足,留下了很多隐患,从而形成了病害。

桥梁在建造和使用过程中,会受到环境影响、有害化学物质的侵蚀,并承受车辆、风、雨雪、地震、人为因素等外来作用,同时由于采用的材料的自身性能不断退化,导致结构各部分不同程度的损伤和劣化。要指出的是,有些桥梁在设计时存在一些构造上的缺陷,以及施工中的质量问题,更加速了这些病害的形成和发展。

桥梁病害和隐患在世界各国都存在,发达国家也不例外。对桥梁的耐久性问题以及加固改造,各国学者都进行了大量的研究。

2001 年公路学会桥梁年会指出,20 年以前修的 13 万座桥梁,30 年以前修的 11.4 万座桥梁都需要不同程度的维修、加固或改建。乡村公路的桥梁存在的问题更多,60% 以上有严重的病害,很多已经是危桥。

我国古代的桥梁不但可以满足通行,其造型也特别美观,令人赏心悦目。世界上也有很多桥梁造型非常美观,成为重要的景点。但我国过去一段时间设计的桥梁,一般只满足交通功能要求,尤其在人群聚集的地点和风景区,显得很协调,所以在维修加固的同时,也必须进行外观的美化。

二、桥梁日常养护维修的重要性

为了维持桥梁的正常运营,尽量保持和延长桥梁的使用寿命,对桥梁结构物进行经常性的养护维修是非常必要的。当桥梁结构物无法满足承载能力、通过能力(荷载标准提高、原结构严重损伤从而承载能力降低,桥面过窄妨碍车辆畅通)等要求时,则需对桥梁进行必要的补强加固、拓宽等技术改造。因此,一座桥梁竣工交付使用后将进行两方面的工作:其一是经常性的养护维修;其二是针对桥梁实际存在的问题,进行必要的技术改造,使其满足新的使用要求。

桥梁的维修养护,主要包括日常检修和对危害桥梁正常运营的部分进行修缮工作。例如对桥面铺装层、桥面伸缩缝装置、桥面防排水设施、桥梁主体结构(钢筋混凝土桥梁等)的混凝土裂缝、缺损、局部腐蚀缺陷的维修。在桥梁使用过程中对其进行经常性的维修整治是保证其使用寿命的一项不容忽视的工作。

桥梁结构必须满足基本的功能要求。桥梁结构应具有足够的承载能力,以承受作用在桥梁上的荷载,使桥梁结构构件或其连接不发生破坏;结构各部分应具有足够的刚度,以使其在荷载作用下不产生过大的挠曲或变形;构件应具有足够大的截面尺寸,以使其承受压力时不发生屈曲丧失稳定性。同时结构物还必须具备良好的交通功能及足够的耐久性。

三、桥梁技术改造与加固的一般特点与要求

(1)桥梁的技术改造与加固工程通常要求在不中断交通或尽量少中断交通的条件下进行施工,要求施工工艺简便,施工速度快、工期短,尽量减少因交通受阻等所带来的损失。

(2)施工现场狭窄、拥挤,常受原有结构物的制约,应合理安排工序。

(3)补强加固施工往往对原有结构物及相邻结构构件产生不利影响。应尽量减少对原结构的破坏,对于确无利用价值的构件则予以报废、拆除,但其材料应尽量回收。

(4)施工中对原有结构的拆除、清理工作量大,工程较繁琐零碎,存在许多不安全因素,要求施工人员更加注意操作安全与施工质量、施工管理工作。

(5)技术改造与加固的方案拟定要充分考虑新、旧结构的强度、刚度与使用寿命的均衡,以及新、旧结构的共同工作,要做到安全可靠、结构耐久。

第二节 桥梁检查与荷载试验

桥梁检查的目的在于,通过对桥梁的技术状况和缺陷及损伤进行全面而细致和深入的现场检查,查明缺陷或潜在缺陷和损伤的性质、部位、严重程度及发展趋势,弄清出现缺陷和损伤的主要原因,以便能分析和评价既存缺陷和损伤对桥梁质量和使用功能的影响,并为桥梁维修和加固设计提供可靠的技术数据和依据,为维修加固施工提供技术保障。

一、桥梁检查

1. 桥梁调查的类型

按照检查的范围、深度、方式和检查结果的用途,大致上桥梁检查可以归纳为下列四类,即巡视检查、日常检查、定期检查和特殊检查。

桥梁巡视检查、日常检查、定期检查的目的在于建立桥梁日常管理资料;保持桥梁正常运营;发现问题,及时维修养护;对可能影响桥梁安全运营的问题及时向上级主管部门汇报,以便采取特殊检查,防止桥梁发生极端事故。

特殊检查是因各种特殊原因由专家们依据一定的物理、化学或无损检测手段对桥梁一个或多个组成部分进行的全面察看、测强、测伤或测缺,旨在找出损坏的明确原因、程度和范围,分析损坏所造成的后果以及潜在缺陷可能给结构带来的危险,为评定桥梁耐久性和承载能力以及确定维修工作的实施提供依据。通常在下列四种情况下需对桥梁进行特殊检查:

- (1)有必要使用特殊设备或专门技术对定期检查作补充时;
- (2)在进行复杂和昂贵的维修之前,需查出定期检查中未能发现的损坏情况时;
- (3)在发生特别事件之后,如洪水灾害、撞击事故和重车过桥等;
- (4)需要使用特殊仪器或需作特别详细记录的检查,以便评定结构实际状况时。

2. 桥梁特殊检查

特殊检查由现场检查和试验室测试分析两大部分构成。现场检查可分为一般检查和详细检查两个阶段。一般检查通常像定期检查那样对结构及其附属设施的所有构件或部位彻底和系统地进行视觉检查,记录所有损坏的部位、范围和程度。一般检查的结果是构成是否进行详细检查的依据。详细检查主要是对一些重点部位或典型桥孔采用一些专门技术和设备进行深入而细致的检测。

3. 混凝土检查

混凝土检查包括混凝土强度检查、钢筋保护层检查和混凝土外观病害调查。

混凝土强度检查方法很多,最常用的是超声-回弹综合法。回弹仪是一种机械式的无损检验仪器。使用回弹仪测定混凝土实际抗压强度的原理是:由于混凝土的抗压强度与其表面硬皮之间存在一定的关系,而回弹仪的弹击锤被一定的弹力打击在混凝土表面上,其回弹高度(通过回弹仪读得回弹值)与混凝土表面硬度也成一定的比例关系。因此以回弹值反映混凝土表面硬度,根据表面硬度则可推求混凝土的抗压强度。超声波法是使用超声波测试仪器来检测混凝土强度的方法。主要检查混凝土内部的均匀性,同时根据超声法所测出的混凝土声速,亦可以初步判定混凝土的强度。超声-回弹综合法是评定混凝土强度的有效方法。

混凝土外观病害检查包括:混凝土外观质量、裂缝情况、混凝土腐蚀状况、混凝土碳化深度检查。一般应检查裂缝发生的位置、形态、发展长度、宽度及裂缝数量。除了裂缝宽度的检查需借助于检查仪器外,裂缝检查的其他项目一般可目测进行。混凝土强度应结合外观检查进行评定。

二、桥梁荷载试验

当桥梁破坏严重或需要加固或需要提高承载力时,应进行荷载试验。桥梁荷载试验包括:结构静力荷载试验和结构动力荷载试验。

1. 桥梁结构静力荷载试验

桥梁静载试验一般分为三个阶段,即桥梁结构的考察和试验方案设计阶段、加载试验与观测阶段、测试结果分析与总结报告阶段。为保证试验效果,在选择等效试验荷载时要使等效试验荷载作用下的控制截面内力计算值与评定荷载作用下同截面的内力之比,即试验荷载效率在 0.95 ~ 1.05 之间。等效试验荷载通常有可行式车辆和重物直接加载两种。当采用重物直接加载时,需注意避免加载设备与桥梁共同承载而形成“卸载”现象。试验荷载布置应使结构处于某种实际可能的最不利工作状态。静载试验主要采集控制截面应力应变数据和结构加载时的位移(挠度),并与理论计算值比较,用来评价结构的工作状态和桥梁实际承载力。

2. 桥梁结构动力荷载试验

桥梁动载试验的主要项目包括:测定桥梁的动力特性,如自振频率、振型和阻尼特性等;测定动力荷载本身动力特性,如动力荷载的大小、方向、频率及作用规律等;测定桥梁结构在动力荷载下的强迫振动响应,如振幅、动应力(挠度)、冲击系数等。

通过桥梁荷载试验,确定桥梁实际承载力和工作性能,为维修加固提供可靠的试验数据,同时为维修加固施工选择可行的技术方案。

第三节 桥梁维修加固技术

桥梁维修加固技术是对有缺陷、病害的桥梁进行维修、加固。旧桥维修加固工作不同于建新桥,它是一项技术性很强的工作,一方面要求尽可能不破坏或少损害原结构,另一方面要求加固补强的部分与原结构成为整体,共同工作。因此,必须由专门工程技术人员从事桥梁维修加固工作。

常用的加固改造技术方案有:减轻恒载、加固临界杆件、提供新补充杆件、改善原结构受力体系、加固受力构件等,以增大桥梁承受活载的能力。此外,对下部结构进行稳定处理、适当清洁支座和车行道伸缩缝、改善外观形状、对表面进行防护美化、加强安全性设施(改善人行道、栏杆柱及扶手)等对改善服务性能和延长现有结构使用寿命,也都起着重要作用。

一、桥跨结构加固技术

1. 桥面补强层加固法

在梁顶上加铺一层钢筋混凝土层。一般先凿除旧桥面,使加铺层与原主梁形成整体,增大主梁有效高度和抗压截面强度,改善桥梁荷载横向分布,提高桥梁承载能力。

2. 增大截面和配筋加固法

当梁的承载力、刚度、稳定性和抗裂性能不足时,通常采用增大构件截面、增加配筋、提高配筋率的加固方法。这种方法是在梁底面或侧面加大尺寸,增配主筋,提高梁的有效高度和抗弯承载力,从而提高桥梁的承载力。该法广泛用于梁桥及拱桥拱肋的加固。

3. 锚喷混凝土加固法

借助高速喷射机械,将新混凝土混合料连续地喷射到已锚固好钢筋网的受喷面上,待其凝结硬化而形成钢筋混凝土,从而增大桥梁的受力断面并增加补强钢筋,加强结构的整体性,使其能承受更大的外荷载作用。

4. 粘贴受力筋(钢板、碳纤维、锦纶纤维)加固法

当交通量增加,主梁出现承载力不足,或纵向力筋出现严重腐蚀的情况时,梁板桥的主梁会出现严重的横向裂缝。采用粘结剂及锚栓,将钢板等受力筋粘贴锚固在混凝土结构的受拉缘或薄弱部位,使其与结构形成整体,达到提高梁的承载能力的目的。这种加固方法的特点是:

(1)不需要破坏被加固的原结构的尺寸;