

全国高等职业教育道路与桥梁专业“十二五”规划教材

QIAOHAN WEIHU YU JIAGU JISHU

桥涵维护与 加固技术

主编 于 辉 申 建

主审 崔 岩



黄河水利出版社

全国高等职业教育道路与桥梁专业“十二五”规划教材

桥涵维护与加固技术

主 编	于 辉	申 建	
副主编	郭 梅	慕 平	付春梅
	钱雪松	王 申	
主 审	崔 岩		

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书以现行标准规范为基本依据,介绍了桥涵维护与加固技术。主要包括桥涵检测与评估,混凝土桥梁的维修及加固,拱结构体系桥梁的养护,桥梁下部结构的维修与加固,涵洞的维修与加固,桥面系、支座及附属结构的维护及加固,在每一章配有本章重点、知识目标、能力目标,并附有工程实例。

本书可作为高职高专院校道路桥梁类专业教材,也可供公路、铁路和城市建设部门从事桥梁检测、维护、管理与施工的专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

桥涵维护与加固技术/于辉,申建主编. —郑州:黄河水利出版社,2013.3

全国高等职业教育道路与桥梁专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5509-0246-6

I. ①桥… II. ①于… ②申… III. ①桥涵工程—维护—
高等职业教育—教材②桥涵工程—加固—高等职业教育—
教材 IV. ①U445.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 094091 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhslcbs@126.com

承印单位:河南省瑞光股份印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:13.5

字数:328 千字

印数:1—4 000

版次:2013 年 3 月第 1 版

印次:2013 年 3 月第 1 次印刷

定价:29.00 元

前 言

随着我国经济的飞速发展,桥梁数量也随之迅猛增长,桥梁结构的一些病害也逐渐显现并呈现出日益加重的趋势,为此对桥梁结构进行维护与加固愈加显得重要。在这种形式下,本书以最新颁布的中华人民共和国行业标准《公路桥梁养护技术规范》(JTG H10—2009)、《公路桥梁加固施工技术规范》(JTG/T J23—2008)、《公路桥梁加固设计规范》(JTG/T J22—2008)等为主要依据,介绍各种桥梁维修与加固的方法,对学习该部分内容具有现实的指导意义。

本教材组通过调研并邀请企业一线路桥维护与加固施工设计人员共同进行研究,围绕桥涵维护与加固的过程,从岗位典型工作任务、完成任务能力要求分析入手,课程设置对接岗位任务,课程内容对接岗位能力,教学情境对接工作情境,根据岗位职业能力要求,基于工作过程重构课程体系,开发了桥涵维护与加固技术项目化课程。该课程共分为桥涵检测与评估,混凝土桥梁的维修及加固,拱结构体系桥梁的养护,桥梁下部结构的维修与加固,涵洞的维修与加固,桥面系、支座及附属结构的维护及加固六个项目,依次划分为六章,并且在每章配有本章重点、知识目标、能力目标,书中附有典型桥涵加固示例,具有较强的实用性,并且在每章后配备本章的复习思考题。

参与本书编写的人员有:吉林交通职业技术学院于辉、申建、郭梅、慕平、钱雪松、朱春风、张旭、闫淑杰、郑旭浩、张月、王丽蓉;黄河水利职业技术学院付春梅;吉林交通基本建设质量监督站张宏斌;郑州市市政工程总公司王申。具体分工如下:王申编写第一章和第四章第一节、第二节;于辉编写第三章;付春梅编写第二章;申建编写第四章第三节、第四节、第五节;慕平编写第五章;钱雪松编写第六章第一节、第二节、第三节;郭梅编写第七章;朱春风、张旭、闫淑杰、郑旭浩、张月、张宏斌、王丽蓉编写第六章第四节。本书由于辉、申建任主编,由郭梅、慕平、付春梅、钱雪松、王申任副主编。全书由于辉统稿,由吉林交通职业技术学院崔岩教授主审。在编写过程中得到了贾会珍编辑的帮助和支持,在此对本书参考的相关论著和资料的编者一并表示谢意。

由于编者的业务水平和实践经验有限,时间仓促,教材中难免出现不足和欠妥之处,恳请广大读者批评指正。

作 者

2012 年 11 月

目 录

前 言

第一章 绪 论	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 桥涵维护与加固的基本原则及要求	(5)
第三节 桥涵维护与加固的基本内容及技术途径	(6)
复习思考题	(10)
第二章 桥涵检测与评估	(11)
第一节 概 述	(11)
第二节 桥梁结构质量检测	(14)
第三节 桥梁状态与承载能力的鉴定	(38)
第四节 涵洞安全鉴定技术	(48)
复习思考题	(49)
第三章 混凝土桥梁的维修及加固	(52)
第一节 混凝土桥梁的病害及损伤	(52)
第二节 混凝土桥梁一般养护及维修	(61)
第三节 混凝土桥梁的加固	(70)
第四节 混凝土桥梁加固的工程示例	(91)
复习思考题	(99)
第四章 拱结构体系桥梁的养护	(100)
第一节 圯工拱桥的维护与加固	(100)
第二节 混凝土拱桥的维护与加固	(110)
第三节 钢管混凝土拱桥的维护与加固	(123)
第四节 钢拱桥的维护与加固	(127)
第五节 钢筋混凝土中承式拱桥维修加固实例	(132)
复习思考题	(139)
第五章 桥梁下部结构的维修与加固	(140)
第一节 桥梁墩(台)的维修与加固	(140)
第二节 桥梁基础的维护与加固	(149)
第三节 桥梁下部结构的抗震与加固	(156)
第四节 桥梁下部结构的维护与加固的工程示例	(161)
复习思考题	(168)
第六章 涵洞的维修与加固	(169)
第一节 涵洞的维护与管理	(169)
第二节 涵洞的常见病害及处治措施	(171)

第三节	涵洞的维修改建及加固技术	(174)
第四节	涵洞的加固工程示例	(176)
	复习思考题	(179)
第七章	桥面系、支座及附属结构的维护及加固	(180)
第一节	桥面铺装的维护	(180)
第二节	桥梁伸缩装置的维护	(187)
第三节	桥面排水设施的维护	(194)
第四节	桥梁支座的维护与加固	(195)
第五节	桥面拓宽改造工程示例	(202)
	复习思考题	(206)
参考文献		(207)

第一章 绪 论

【本章重点】

国内外桥涵维护与加固现状,桥涵维护与加固的基本原则及要求,桥涵维护与加固的基本内容及技术途径。

【知识目标】

了解桥涵维护与加固的目的与意义、桥涵维护与加固国内外研究现状,掌握桥涵维护与加固的基本原则及要求、桥涵的养护及维修的工作内容、桥涵加固的工作内容、桥涵维护与加固的技术途径。

【能力目标】

能通过了解国内外桥涵维护与加固现状掌握我国和发达国家在桥涵维护与加固技术领域的差距;能根据桥涵维护与加固的基本原则及要求了解桥涵的养护、维修及加固的工作内容,能针对实际桥涵出现的缺陷进行桥涵维护与加固的技术途径分析。

第一节 概 述

众所周知,公路交通是人类社会生命线工程的重要组成部分,而公路桥涵作为基础设施,又是确保现代交通畅通的咽喉,是高速公路贯通的关键。当前,随着公路交通运输量的不断增加,公路桥涵负荷日趋加重,加上旧桥部分老化、破损或受原设计标准的限制,已不能适应现代交通运输的要求,造成部分桥涵的适应性不足,甚至出现桥毁人亡事故。而作为人造结构物的桥涵,客观上也有其“生、老、病、死”的生存过程,从我国的交通事业建设总的情况看,从东部、中部到西部地区,在未来 10~20 年内,新建工程逐渐减少,桥梁的养护、维修、加固及改造工程将逐渐成为主流,那时将有大量的桥梁或多或少地出现不同的病害,而只要社会效益、经济效益上有价值,都值得加固。所以,切合实际地引进代表时代进步的现代桥梁加固改造的技术、新型材料和先进设备,并从实际出发加以科学有效的应用,不仅可以改善桥梁的使用性能,延长桥梁的使用寿命,还可以提高社会效益,使桥梁更好地满足现代公路交通运输的需要。

一、桥涵维护与加固的目的及意义

发达国家的经验表明,桥梁通常在建成投入使用的 20~30 年后,将愈来愈多地面临耐久性降低和安全性不足等问题,且越是经济发达的国家,所面临的问题越突出。我国自 20 世纪 80 年代开始,公路建设事业步入了高速发展时期,建设了各类桥梁,随着国民经济的快速发展,我国材料、机械、设备工业也相应发展,桥梁建设水平逐渐跻身世界先进行列,截至 2010 年年底,我国公路桥梁总计 62 万座、总长 2.73 万 km,其中特大桥 2 051 座,大桥 39 381 座,已成为仅次于美国的第二桥梁大国,随着服役时间的推移和交通运输事业的持续蓬勃发展,我们所面临的桥梁养护管理工作任务也日趋艰巨,由于我国桥梁老化现象已经比较

普遍,并有可能在没有达到设计寿命前达到使用寿命,另外,有些桥梁的设计、施工、运营、养护管理措施不力,都加速了桥梁老化。根据 20 世纪 90 年代末的统计,我国有 40% 的桥梁使用年限在 25 年以上,这也意味着,我国目前大量桥梁已经存在损伤,如不加以控制,在未来 10~20 年内,大量桥梁都将达到使用寿命。近年来,世界各国也投入了大量资金对现有旧危桥进行加固与维修,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。据美国联邦公路局(Federal Highway Administration,简称 FHWA)1998 年调查,它当时管理的 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 座属于功能不全而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。美国联邦公路局的最新评估报告显示,美国已有超过 24 万座桥梁功能丧失严重,在 2010 年之前,修补这些桥梁须花 500 亿美元左右。而德国对部分混凝土桥梁的统计也表明,使用年限在 25 年以上的桥梁中有 46% 至少存在一处中等以上的损伤。在欧盟近 84 000 座混凝土桥梁需要维修与加固,而这些工作所消耗的年度预算超过 2.15 亿英镑,由此可见,利用先进的加固技术对这些病危桥梁进行加固处理,提高其承载能力,延长它们的使用寿命,确保桥梁结构和交通运输安全,是现在和今后广大桥梁工作者所面临的主要任务,所以桥涵的维护与加固也是世界各个国家亟待解决的重要课题。

目前,由于管理理念滞后、养护技术局限和维护经费不足,桥梁的病害日渐发展,而使在役桥梁得不到科学、有效、及时的维护,造成了功能降低、结构退化,甚至引发相关的桥梁安全事故,造成人民财产和人民生命安全的巨大损失。例如,我国宜宾小南门桥主跨 240 m 中承式拱桥,1990 年 11 月建成通车,2001 年 11 月因吊杆严重锈蚀断裂,造成桥面垮塌(见图 1-1)。辽宁盘锦田庄台大桥位于盘锦与营口交界处,连接辽河两岸,桥长 500 余 m,2004 年在严重超载情况下,使大桥第 9 孔悬臂端预应力结构瞬间脆性断裂。汤营大桥位于河南省栾川县,为空腹式石拱桥,因遭遇特大暴雨袭击,2010 年 7 月 24 日,大桥整体垮塌,事故已造成至少 50 人遇难。另外,还有 2006 年甘肃定西市的岷县洮河大桥意外坍塌以及 2007 年发生的广东九江大桥被船撞断等多起恶劣的塌桥事故。在役桥梁的安全事故在国外甚至是发达国家也时有发生,美国 35 号州际公路密西西比河大桥为钢铁结构拱桥,2007 年 8 月 1 日傍晚正值交通高峰时段突然垮塌,大约 50 辆汽车坠入河中,为一次结构性垮塌事件(见图 1-2);韩国首都首尔的圣水大桥于 1994 年 10 月 21 日早上,第五根与第六根桥柱间的 48 m 长混凝土桥板整体坍塌落水,导致 33 人死亡 17 人受伤;巴基斯坦卡拉奇公路大桥 2007 年 9 月 1 日在通车 12 d 后坍塌(见图 1-3)。统计表明,1989~2000 年间在美国坍塌的 500 余座桥梁中,近 90% 发生在桥梁服役期间,所以如何科学有效地管理现有桥梁,防止恶性事故发生,确保人民生命、国家财产不受损失,已成为当务之急!

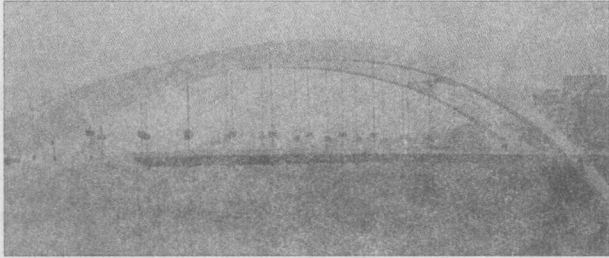


图 1-1 宜宾小南门桥因吊杆断裂引起的桥梁坍塌事故



图 1-2 密西西比河大桥引起的桥梁坍塌事故

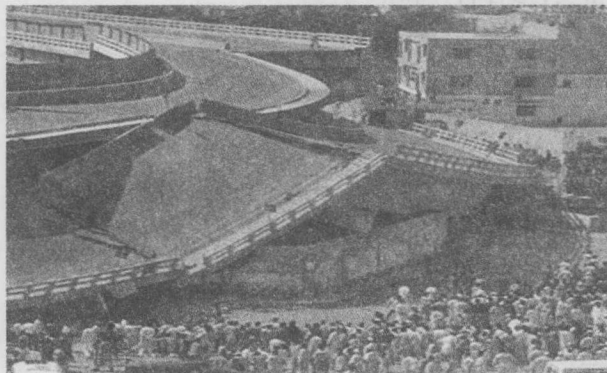


图 1-3 巴基斯坦卡拉奇公路大桥引起的桥梁坍塌事故

惨痛的教训使得各国越来越重视在役桥梁的管理、养护、维修及加固。各国正在加大资金与研究的投入,桥梁管理者期望通过在桥梁整个服役期内实施持续的养护管理,能够周期性地获得桥梁基本状况,预知其退化程度,从整体上制订科学、有序的桥梁养护计划,节约养护资金,保障大量桥梁的结构性能维持在一个合理的服役水平,并尽可能地降低桥梁倒塌事故的概率。

二、桥涵维护与加固国内外研究现状

国际上历来重视旧桥、危桥的加固维修,相继投入了大量的人力、物力对旧桥加固技术进行探索和研究。早在 20 世纪 80 年代初,在具有重大国际影响的 IBC 国际桥梁会议年会上,对成员国提出了针对六项桥梁方面的重大问题进行研究的要求:

- (1) 对现有桥梁的实际承载能力的评估和对安全度如何正确进行评价的问题。
- (2) 如何对桥梁进行检查并发现其产生的破损及异常现象,正确地评价和鉴定桥梁结构物的损坏程度,因地制宜地采用合理的加固和维修方法的问题。
- (3) 对桥梁结构损坏与加固维修技术的实际应用问题。
- (4) 如何正确合理采用维修加固新技术、新方法的问题。
- (5) 桥梁设计与加固维修管理技术之间的继承关系,即如何把加固维修中暴露和发现的问题,纳入今后桥梁设计和工艺的优化中。
- (6) 桥梁维修加固的未来展望,即维修加固方法将来会怎样发展,如何提出更合理的维

修管理方法与策略的问题。

目前,经研究认为造成桥涵损伤的原因有以下几方面:

(1)设计考虑不周造成桥梁结构原始性缺陷:

- ①结构形式或桥型布置不合理。
- ②使用计算程序或输入数据不妥,计算有误。
- ③断面尺寸及钢筋不符合结构受力要求。
- ④对一些特殊荷载如收缩徐变、温度、基础变位、水化热等考虑不足。

(2)施工质量问题导致桥梁损伤:

- ①水泥质量不好。
- ②使用的集料不合格或级配不当,含泥量过大,出现碱-集料反应。
- ③混凝土振捣不密实,掺合料拌和不均匀。
- ④浇筑顺序不当。
- ⑤混凝土养生不好。
- ⑥预应力张拉控制不符合要求。
- ⑦预应力管道压浆不饱满或未压浆。
- ⑧支架下沉,脱模过早。
- ⑨接头处理不当。

(3)运营期间造成的破坏:

- ①交通超载。
- ②船舶、车辆撞击。
- ③水流对基础的冲刷。
- ④地震。

(4)材料性能的退化:混凝土碳化、钢材锈蚀等。

- ①混凝土碳化导致其强度降低。
- ②氯离子对混凝土的侵蚀。
- ③钢筋的锈蚀。

(5)养护维修或加固措施不当:有些桥梁的技术缺陷则是由维修加固不恰当引起的。

- ①桥面维修增加过大的恒载,致使桥梁负担加重。
- ②桥面排水处理不当,桥面渗水。
- ③支座维修不当,约束了承重结构的变形等。
- ④加固施加的预应力大小或者位置不恰当,引起结构的二次病害。
- ⑤结构体系改变不合理,致使结构的关键部位应力超限等。

(6)超期、超负荷使用:超期使用主要是指建造时期较早,如20世纪50、60年代建造的桥梁,设计使用寿命一般只有30~50年,这些桥梁目前仍在使用中。超负荷使用指这一部分桥梁按路线等级或者预期设计荷载等级来说,设计荷载等级并不低,但由于一些特殊原因,桥梁使用荷载大大超出设计荷载,致使桥梁长期在超重荷载作用下运营。

我国在桥梁维护与加固方面取得了飞速的进步,但与西方发达国家相比,在以下四个方面仍存在着较大差距:

(1)桥梁检测手段和仪器设备的开发研制。

(2) 桥梁检测、评定、加固的系统化及标准化。

(3) 加固维修材料和工艺设备。

(4) 相关技术标准、应用规程及施工指南的制定。

总之,我国相当一部分现有的桥涵已经无法满足交通事业发展的需要,主要是上述原因降低了材料与结构的耐久性,如果将其全部拆除重建,不仅资金耗费巨大,而且在时间上也不允许,而维护和加固旧桥所产生的费用远小于新建桥梁,又不阻碍交通。国内外经验表明:一般情况下,拱桥的加固费用为重建新桥的 20% ~ 30%,梁桥的加固费用为新建桥梁的 30% ~ 40%。因此,对可利用的公路桥涵进行维修,加固改造,提高其承载能力和通行能力,可大大节省资金,具有重大的社会价值和技术经济价值。另外,我们桥梁维护与加固工作者仍需加倍努力,缩短和国外维护与加固技术的差距,使我国桥梁维护与加固技术早日走上可持续发展之路。

第二节 桥涵维护与加固的基本原则及要求

一、桥涵维护与加固的基本原则

(1) 桥梁经过技术状况评定及承载能力鉴定,确认经过加固能满足结构安全或正常使用要求后,方可进行加固,加固设计的内容及范围,应根据评估结论和委托方提出的使用要求确定,可以包括整座桥梁,亦可以是指定的区段或特定的构件。

(2) 加固后的桥梁结构整体寿命应恢复到原设计的桥梁寿命。

(3) 加固设计应与施工方法紧密结合,并采取有效措施,保证新老结构连接可靠、协同工作。

(4) 对于大桥、特大桥,其主要承重构件需要加固补强时,加固设计方案应不少于 2 个,并进行方案比选和经济评价,完成加固方案可行性研究报告,且应遵循以下原则:

① 加固方案涉及的结构验算分析应清晰明了、构造措施应合理并有成熟的设计经验。

② 加固施工过程中粉尘、噪声、废弃物等对环境的影响小。

③ 加固的施工难度小、工艺成熟、质量和工期易于控制。

④ 加固施工过程中对人身安全、行车安全和结构安全影响小。

⑤ 工程费用应经济合理。

⑥ 加固后的结构耐久性好,后期养护费用小。

(5) 加固设计及施工尽量不损伤原结构,并保留具有利用价值的构件,避免不必要的拆除或更换,防止加固中造成新的结构损伤或病害。

(6) 加固设计应按下列原则进行承载力验算:

① 结构的计算应根据加固后结构的实际应力情况和实际的边界条件进行。

② 结构的计算截面面积,保留的构件采用基于检测结果的计算截面面积,新增构件采用实际有效截面面积,并考虑结构在加固后的实际受力程度、加固部分的应变滞后特点,以及加固部分与原结构协同工作的程度。

③ 加固后使结构恒载增大时,应对被加固的相关结构及基础进行验算。

(7) 在加固施工过程中,若发现原结构或相关工程隐蔽部位的构造有严重缺陷,应立即

停止施工,会同加固设计方研究,采取有效措施进行处理后,方能继续施工。

(8)加固施工过程中,应采取安全监测措施,确保人员及结构安全。

(9)加固改造完成后,应该视具体情况进行荷载试验,以检验加固改造的效果,确定加固改造后桥梁的实际承载能力,为桥梁的运营管理提供科学依据。

二、桥涵维护与加固的基本要求

桥涵加固改造工程还应满足技术、经济、交通影响及环境影响方面的基本要求。

(一)技术要求

(1)加固桥涵不同于新建桥涵,固定的旧危桥涵客观条件对方案设计及施工组织等技术层面上提出了更高的要求。

(2)应尽量减少对原有桥涵结构的损伤,充分利用原有结构构件,做到加固工程的安全、可靠、耐久,满足使用要求,不留后患。

(3)施工方面必须考虑对已有交通的影响,在施工组织和方案设计上必须做到施工便捷、快速。

(4)在新旧结构的处理上,设计计算应该充分考虑结构强度的折减。

(5)桥梁经技术改造后,其结构性能、承载能力与耐久性 etc 都能满足使用上的要求。

(二)经济要求

加固后应具有较明显的经济效益和社会效益对于桥梁结构物的改造可以采用两种不同的方式:一种是废弃原有结构物进行重建,这就相当于建造一座符合新的使用要求的新桥,但还要包括拆除原桥的工程;另一种是充分利用原桥,进行加固补强,若需加宽则再行拓宽。桥梁加固改造的经济效益就应反映在它的耗资明显地低于新建,否则就无法体现其优越性与基本出发点。研究表明,加固改造旧桥的投资一般应为新建桥梁投资的 40% ~ 50%,当然,还应考虑相关社会效益及其影响。

(三)交通影响要求

应该做到在允许的范围对交通的影响最小。

(四)环境影响要求

桥涵加固方案的设计应把对环境的影响考虑进去,对新旧部分应做到外观协调,以适应一定的景观要求。

第三节 桥涵维护与加固的基本内容及技术途径

桥梁是公路的重要组成部分,是确保公路畅通的咽喉。一方面,由于我国桥梁的设计相对保守及施工过程较重视质量,造成养护单位存在一定的麻痹大意思想,认为桥梁要比公路坚固得多,基本上不会出现大问题。这就导致在日常养护中对桥梁的检查、维护等方面的意识不足,尤其是桥梁养护的早期投入的不足。另一方面,桥梁在使用了一定时期后,由于气候、荷载特别是超载等方面的因素,造成桥梁的损坏速度会不断加快,如不及时进行桥梁的维护将会严重缩短桥梁的使用年限,甚至发生严重的安全事故。桥梁竣工验收并交付使用后将重点进行两方面的工作,其一是日常的养护维修,其二是针对桥梁在运营过程中实际存在的问题与新的使用要求,进行必要加固改造。具体来说,桥梁维护的工作内容主要有以下

4 个方面:

- (1)技术状况检查;
- (2)建立健全完善的桥梁技术档案;
- (3)桥梁构造物的安全防范;
- (4)桥梁构造物的经常保养、维修和加固。

一、桥涵维护与加固的工作内容

(一)桥涵的养护及维修

对桥梁病害,按其对结构性能影响的危害程度分为以下四类:一类病害不影响结构的承载能力和正常使用,但有可能对混凝土的耐久性产生影响,一般出现在结构的表层和附属设施上,通过一般性的小修保养即可修复;二类病害是指现存病害对结构的耐久性造成影响,不影响结构的承载能力但轻微地影响结构正常使用性能,需要良好的小修保养、中修,主要包括严重的附属设施病害与表层病害及轻微的钢筋锈蚀、裂缝、构件变形等;三类病害指影响结构的正常使用和耐久性,结构的承载能力弱化,包括中等的钢筋锈蚀、裂缝、构件的变形、结构的整体变形等,此时结构需要大修或加固补强;四类病害指已经严重影响到结构的正常使用和耐久性,承载能力大大降低,已不能满足正常的使用功能,包括严重的钢筋锈蚀、裂缝、构件变形、结构整体变形或桥梁已经不能满足交通量需求,此时结构需要加固补强或者结构性加固,若病害达到一定的程度应直接改扩建甚至废弃。

桥涵的养护按其工程性质、规模大小、技术难易程度划分为小修保养、中修、大修和抢修四类,各类养护工程分别包括下列内容:

(1)小修保养工程:指由基层管理机构在年度小修保养定额经费内,按月(旬)排计划,经常进行,对公路桥涵及其工程设施进行预防性保养和修补轻微损坏部分,使其经常保持完好状态的工程项目。

(2)中修工程:指由基层管理机构按年(季)安排计划并组织实施,对公路桥涵及其工程设施的一般性磨损和局部损坏进行定期的维修与加固,使其恢复原状的小型工程项目。

(3)大修工程:指对桥涵及其工程设施的较大损坏进行周期性综合修理,以全面恢复到原设计标准,或在原技术等级范围内进行局部改善和个别增建,以逐步提高通行能力的工程项目。

(4)抢修工程:指对桥涵因水毁等自然灾害及超载、意外事故造成交通中断或者严重影响通行的破坏采取的迅速恢复交通的工程措施项目。

小修保养工程、中修工程,主要是对危害桥梁正常运营的部分进行修缮。例如,桥面照明系统、桥面铺装层、桥面伸缩缝装置、桥面防水设施、桥梁主体结构(如钢筋混凝土桥梁的裂缝等)、桥梁支座、桥梁墩台身及基础、桥梁防护构造等的缺陷,都会影响桥梁的正常运营及使用年限,严重的甚至会导致桥梁承载能力的降低。因此,在桥梁使用过程中对其进行日常的维修养护是一项非常重要的工作,这项工作具有普遍性,涵盖了几几乎所有的技术状况较好及较差的桥涵。大修工程主要针对病害较重、技术状况较差的桥涵,所以部分大修工程可归类为加固改造工程。桥梁的加固改造工作重点,往往是针对桥梁的承重结构,但同时也必须对上述影响桥梁正常使用的部分进行维修整治。桥梁涵洞养护工程分类见表 1-1。

表 1-1 桥梁涵洞养护工程分类

工程项目	小修保养工程	中修工程	大修工程	改建工程
桥梁、涵洞、隧道	保养： 1. 清除污泥、积雪、积冰、杂物，保持桥面的清洁。 2. 疏通涵管，疏导桥下河槽。 3. 伸缩缝养护，泄水孔疏通，钢支座加润滑油，栏杆油漆。 4. 桥涵的日常养护。 5. 保持隧道内及洞口清洁	1. 修理、更换木桥的较大损坏构件及防腐。 2. 修理更换中小桥支座、伸缩缝及个别构件。 3. 大中型钢桥的全面油漆除锈和各部件的检修。 4. 永久性桥墩、台侧墙及桥面的修理和小型桥面的加宽。 5. 重建、增建、接长涵洞。 6. 桥梁河床铺底或调治构造物的修复和加固。 7. 隧道工程局部防护加固。 8. 通道的修理与加固。 9. 排水设施的更新。 10. 各类排水泵站的修理	1. 在原技术等级内加宽、加高大中型桥梁。 2. 改建、增建小型桥梁和技术性简单的中桥。 3. 增、改建较大的河床铺底和永久性调治构造物。 4. 吊桥、斜拉桥的修理与个别索的调整更换。 5. 大桥桥面铺装的更换。 6. 大桥支座、伸缩缝的修理更换。 7. 通道改建。 8. 隧道的通风和照明排水设施的大修或更新。 9. 隧道的较大防护、加固工程	1. 提高公路技术等级，加宽、加高大中型桥梁。 2. 改建、增建小型立交桥。 3. 增建公路通道。 4. 新建渡口的公路接线、码头引线。 5. 新建短隧道工程
	小修： 1. 局部修理、更换桥栏杆和修理泄水孔、伸缩缝、支座和桥面的局部轻微损坏。 2. 修补墩、台及河床铺底和防护圯工的微小损坏。 3. 涵洞进出口的铺砌加固。 4. 通道的局部维修和疏通，修理排水沟。 5. 清除隧道洞口碎落岩石和修理圯工接缝，处理渗漏水			

桥梁的日常养护维修的内容主要归纳为以下几方面：

(1)对桥梁进行各种检查及检验,了解桥梁的技术状况,掌握病害情况及其发展情况,针对具体的桥梁提出具体的养护措施,各种小修、中修甚至大修及改造等应建立在对桥梁进行的各种详尽的检查、检验基础上。

通过检查与检验,系统地掌握桥梁的技术状况,较早地发现缺陷、损坏等;掌握状况,取缔桥梁不正当使用及非法占用,严格管理超载车、特种车过桥,必须通过时应采取防护、加固措施,以免桥梁损坏;对可能发生台风、暴雨、暴雪、地震、火灾、流冰、洪水危害的桥应作好各种应急处理措施及防范措施;特大桥应设护桥机构。

(2)对通过检验需进行限载、限速或停止交通的桥梁应及时办理审批手续并进行交通管制。对桥梁各部分经常保养,对检查发现的缺陷、损坏处应进行及时的维修,对检验不能维持原设计载重等级要求者应有计划地进行维修加固。

桥梁养护应建立完善的桥梁档案,可以及时了解桥梁病害的发展趋势、发展速度,为及时对桥梁进行维护、维修提供有效依据。

(二)桥涵的加固与改造

桥梁加固与改造是对有缺陷的桥梁主要承重构件进行补强,改善结构性能,恢复和提高

桥梁结构的安全度,提高其承载能力、通过能力,以延长桥梁的使用寿命,使整个桥梁结构可满足规定的承载力要求,并满足规定的使用功能需求。桥涵加固与改造工作的主要内容有以下几方面:

- (1)对旧桥上部构件进行加固;
- (2)对旧桥下部构件进行加固;
- (3)拓宽桥涵的行车道或人行道;
- (4)提升桥涵上部构造的高度;
- (5)更换桥涵行车道路面或引桥路面的结构;
- (6)部分或全部更换桥涵损坏或破旧的结构物。

桥涵加固与改造工作应充分利用原有的部分,凡能加固的则不改造,如能部分改造的则不应全部改造。

二、桥涵维护与加固的技术途径

桥梁加固是通过较大规模的加固施工,使得承载能力已出现较大程度降低的桥梁恢复甚至超过原有承载能力,或者满足已经增长的交通需求(如加宽)。加固工作在性质上类似于修复,但比修复更加深入复杂,规模也较大。加固需求通常根据桥梁检测和评定以及交通需求评价来确定。加固一般属于较大规模的工程项目,应由对旧桥加固有经验并具有施工资质的专业队伍承担。

桥涵维护与加固的根本目的就是恢复和提高其承载能力,改善其使用性能,防止桥梁结构的安全隐患,提高其通行能力。桥涵加固与技术改造的技术途径大致分以下几种类型。

(一)加固补强薄弱构件

对于桥涵有严重缺陷或要通行重型车辆而不能满足承载力要求的部位(如梁桥的跨中部位,支座部位,承受负弯矩的部位,拱桥的拱顶、拱脚、1/4拱跨部位,以及其他变截面处等),应采取加固措施,进行补强。特别要注意的是,桥涵的薄弱处一般在受拉区范围内,受压区的情况则比较少。可以采取以新的材料(钢筋、钢板、混凝土、复合材料等),增大构件的截面尺寸,增设外部预应力钢筋或用化学粘贴剂粘贴补强材料等补强措施进行加固补强,这种方法实际上是通过增加刚度或增加受力材料数量来提高原构件的承载能力。

(二)增加辅助构件

在桥涵承载力不足或某种原因致使桥涵遭受破损时,可以在原有的结构上增加新的受力构件,如在多梁式梁桥中为增强横向联系而增设的端横梁、中横梁或简支梁之间加设辅助构件,使其成为连续梁;又如桩基承载力不足时增设扁担桩、扩大承台等。应特别注意的是,在更换原有结构上的有严重缺陷又不能修复的构件时,必须设置足够的临时支撑,或采取可靠的措施,以保证整个结构施工中的安全。

(三)改变结构体系

不同的结构体系其受力性能不同,通过结构体系的转换来改变原有结构的受力状况,人为地改善原结构受力整体性能,以达到改善和提高桥梁承受荷载能力的目的。例如,将有推力体系的拱桥改变成无推力体系的拱桥,以改善拱圈、拱脚及拱顶截面的受力状态;又如,将原有的多孔简支梁桥通过一定的构造措施改变为连续梁桥,利用连续体系来改善原有简支梁跨中部分的受弯等。通过这些手段达到改善结构薄弱处的受力状态,提高整体桥涵的承

载能力。

(四) 减轻恒载

减轻桥涵上部结构的恒载,改善原桥涵的受力状态,提高桥涵的承载能力,特别是在桥涵基础承载力受到限制、不能满足加固上部结构和提高活载承载力的前提下,通过减轻桥涵恒载的办法来提高承受活载的能力,是一种经济有效的措施。如将实腹式拱桥改建为空腹式拱桥,或采用更换拱上填料的办法,对提高拱桥承载力具有十分显著的效果。

(五) 加固墩(台)与基础

如果墩(台)基础的承载能力不足,或者上部结构缺陷、承载能力的降低等是由墩台与基础的位移或缺陷等引起的,则应对原桥墩(台)基础进行必要的补强加固。常用的方法较多,如基础灌浆,加钢筋混凝土桩,扩大承台,基础及台后打粉喷桩,基础周围抛置片石、块石(常置于钢筋笼内,主要用于防冲刷)等。在桥涵结构中,还有相当一部分缺陷是桥涵墩(台)与基础病害引起的,因此需要从墩(台)与基础着手进行加固处理。通常采用的方法是:用钢筋混凝土套箍并施加外部预应力加固墩(台);对于基础加固措施,常采用补桩法和扩大基础法进行处理。

(六) 其他上部结构的特殊改造方法

有些加固改造方法在实际工程中应用不多,如桥梁平面线形的改善、桥梁的升高降低等。

复习思考题

1. 简述我国在桥梁加固方面同西方发达国家的差距。
2. 目前认为造成桥涵损伤的因素主要由几个方面构成?
3. 桥涵维护与加固的基本原则是什么?
4. 桥涵维护与加固的基本要求有哪些?
5. 桥涵的养护按其工程性质、规模大小、技术难易程度应划分为几类? 各类养护工程分别包括哪些内容?
6. 桥梁的日常养护维修的内容主要包括哪几方面?
7. 桥涵维护与加固工作的主要内容有哪些?
8. 桥涵维护与加固技术途径大致分几种类型?

第二章 桥涵检测与评估

【本章重点】

桥涵检测的内容及分类,桥梁结构质量检测,桥梁状态的评定,桥梁承载能力荷载试验评定。

【知识目标】

了解桥涵检测的内容及分类;掌握混凝土强度、裂缝宽度、钢筋锈蚀检测常用方法,桥梁状态评定方法及荷载试验的内容。

【能力目标】

能用回弹仪检测混凝土强度,能利用超声检测仪检测混凝土缺陷,会利用裂缝宽度检测仪检测裂缝的宽度,会根据检测结果评定桥梁的技术状况,会进行荷载试验的加载方案设计及数据处理。

第一节 概 述

一、桥涵检测原则与要求

(1) 保证检测和收集的资料齐全、完整。实践证明,资料的可靠性和实用性取决于其完整性。桥梁检测是一项非常复杂的工作,要想保证检测资料的完整性,必须在检测工作开展前做好准备工作(具体包括桥涵技术资料的收集、检测方案的制订、仪器设备的准备和检测人员的安排等),以确保检测工作顺利、完整地完

(2) 检测工作的实施要依据相关的标准、规范或规程,保证检测结果的真实性。不同的检测项目要根据不同的标准、规程或规范进行检测,在检测过程中要及时记录检测结果,并且检测原始记录不允许随意更改,不允许删减,保证检测结果的真实性。检测结果的原始记录应做成一定格式的记录表,原始记录一般不得用铅笔填写,内容应填写清楚、完整,并由检测人员和校核人员签名。

(3) 检测中要保证检测人员、仪器设备和交通的安全。检测工作实施的过程中,搭设脚手架和检测支架是必不可少的,脚手架和检测支架应分开搭设且互不影响,并且脚手架和检测支架应具有足够的强度、刚度和稳定性。脚手架要保证检测人员的安全、方便操作。检测支架要满足仪表安装的需要,不因自身变形影响检测的精度,同时应保证检测时不受车辆和行人的干扰。脚手架和检测支架的设置要因地制宜,就地取材,便于搭设和拆卸。

(4) 根据检测结果分析病害产生原因时,一定要全面客观和依据充分,病害的根源一定要找准和分析透彻,准确评定桥梁的技术状况,从而确保维修加固措施能够收到实效。

二、桥梁检测的内容

(一) 记录桥梁当前的状况

桥涵由于营运使用多年,主要部位出现缺陷如裂缝、露筋、错位、沉降等,通过检测确定