



交通职业教育教学指导委员会推荐教材

高职高专院校高等级公路维护与管理专业教学用书

高等职业教育规划教材

桥涵维护与加固技术

主编 姚国文 副主编 张学富 主审 柴金义



人民交通出版社

China Communications Press

交通职业教育教学指导委员会推荐教材
高职高专院校高等级公路维护与管理专业教学用书

高等职业教育规划教材

桥涵维护与加固技术

Qiaohan Weihu Yu Jiagu Jishu

主 编 姚国文

副主编 张学富

主 审 柴金义

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是交通职业教育教学指导委员会推荐教材,由路桥工程专业指导委员会组织编写。主要内容包括:桥涵常见的缺陷和病害、桥涵检测与状态评定、桥涵缺陷和裂缝的修复、桥涵加固与改造技术等。书中内容丰富,密切结合工程实践,在分析每类桥涵加固与改造技术时,均列举了相应的工程实例,最后设专章汇集了典型桥涵加固工程实例,以供读者参考和借鉴。

本书是高等职业教育高等级公路维护与管理专业教学用书,也可供相关专业教学使用,或作为有关专业继续教育及职业培训教材,亦可供从事公路养护和加固改造的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

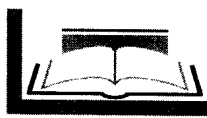
桥涵维护与加固技术 / 姚国文, 张学富主编. —北京:
人民交通出版社, 2007.2
ISBN 978-7-114-06416-6

I. 桥… II. ①姚…②张… III. ①桥涵工程-维护②
桥涵工程-加固 IV.U445.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 021621 号

书 名: 桥涵维护与加固技术
著 作 者: 姚国文
责任编辑: 尤晓晔
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) 85285977, 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: 787×1092 1/16
印 张: 12
字 数: 297 千
版 次: 2007 年 2 月 第 1 版
印 次: 2007 年 2 月 第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-114-06416-6
印 数: 0001~5000 册
定 价: 22.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



交通职业教育教学指导委员会 路桥工程专业指导委员会

主 任： 柴金义

副主任： 金仲秋 夏连学

委 员：（按姓氏笔画排序）

王 彤 王进思 刘创明 刘孟林

孙元桃 孙新军 吴堂林 张洪滨

张美珍 李全文 陈宏志 周传林

周志坚 俞高明 徐国平 梁金江

彭富强 谢远光 戴新忠

秘 书： 伍必庆



Q IANYAN

为深入贯彻落实《高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划》,按照教育部“以教育思想、观念改革为先导,以教学改革为核心,以教学基本建设为重点,注重提高质量,努力办出特色”的基本思路,交通职业教育教学指导委员会路桥工程专业指导委员会在总结道路桥梁工程技术专业教学文件编制及其教材编写工作经验的基础上,又组织开发了相关专业的教学指导方案及部分专业教材,其中包括三年制高职高专院校高等级公路维护与管理专业教学指导方案及 6 门课程的规划教材。

高等级公路维护与管理专业教材依据教育部对高职高专人才培养目标、培养规格、培养模式及与之相适应的知识、技能、能力和素质结构的要求进行编写,并融入了全国交通类高职高专院校高等级公路维护与管理专业的教学改革成果,紧密跟踪我国高等级公路维护与管理技术的发展,采用了最新的行业技术标准、规范、规程,具有较强的针对性。教材编写中全面贯彻素质教育思想,力求体现以人为本、注重知识实用性的现代职业教育理念,从交通行业岗位群对人才的知识结构和技能要求出发,结合对培养学生创新能力、职业道德方面的要求,提出教学目标和教学内容,在教材的理论体系、组织结构、内容描述上与传统教材有了明显的区别。

《桥涵维护与加固技术》是高职高专院校高等级公路维护与管理专业规划教材之一,内容包括:桥涵常见的缺陷和病害,桥涵检测与状态评定,桥涵缺陷和裂缝的修复,桥涵加固与改造技术。书中附有典型桥涵加固改造实例,具有较强的实用性。

参加本书编写工作的有:重庆交通大学姚国文(编写第一章的第一~三节,第二章的第一~五节,第三章的第一~四节,第四章的第一~六节,第五章的第三节,第六章的第一~七节)、张学富(编写第一~六章的最后一节),湖北交通职业技术学院马运朝(编写第五章的第一、二及第四~十节),全书由姚国文担任主编,张学富担任副主编,内蒙古大学职业技术学院柴金义担任主审。

本套教材是路桥工程专业指导委员会委员及长期从事高等级公路维护与管理专业教学与工程实践的教师们工作经验的总结。但是,随着各项改革的逐步深入,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

本套教材在编写过程中得到了交通职业教育教学指导委员会的关心与指导,全国各交通职业技术学院的领导也给予了大力支持,在此,向他们表示诚挚的谢意。

交通职业教育教学指导委员会
路桥工程专业指导委员会
2006 年 11 月

第一章 绪论	1
第一节 国内外桥涵维护与加固现状	1
第二节 桥涵维护与加固的目的及意义	3
第三节 桥涵维护与加固的基本原则及要求	3
第四节 桥涵维护与加固的基本内容及技术途径	4
复习思考题	6
第二章 桥涵检测与状态评定	7
第一节 桥涵检测的原则与要求	7
第二节 资料的收集与整理	11
第三节 桥梁结构质量检测	13
第四节 桥梁荷载试验	17
第五节 桥梁状态与承载能力评定方法	22
第六节 涵洞安全鉴定技术	27
复习思考题	29
第三章 桥涵缺陷与病害	30
第一节 概述	30
第二节 混凝土变形和裂缝	31
第三节 桥梁承载能力不足	36
第四节 桥梁墩(台)、基础缺陷与病害	39
第五节 涵洞常见病害	43
复习思考题	46
第四章 桥涵维护与修复技术	47
第一节 桥涵养护的主要内容及要求	47
第二节 混凝土表层缺陷修复	51
第三节 钢筋锈蚀处理	59
第四节 砖石桥涵结构表层损坏修补	61
第五节 桥梁结构裂缝修补	62
第六节 桥梁墩(台)与基础的维护	72
第七节 涵洞维护管理	74
复习思考题	77
第五章 桥涵加固技术	78

第一节	概述	78
第二节	加大截面加固方法	80
第三节	粘贴加固方法	87
第四节	改变结构体系加固方法	99
第五节	体外预应力加固方法	101
第六节	增设辅助构件加固方法	106
第七节	调整结构内力加固方法	106
第八节	基础加固方法	113
第九节	墩(台)加固方法	117
第十节	涵洞加固技术	121
	复习思考题	122
第六章	桥涵维护与加固工程示例	123
第一节	桥涵维护与加固的一般程序	123
第二节	简支梁(板)桥的维护与加固示例	124
第三节	连续梁(刚构)桥的维护与加固示例	135
第四节	拱桥的维护与加固	148
第五节	桥梁下部结构的维护与加固示例	159
第六节	桥面系的维护与改造	166
第七节	桥面拓宽改造	173
第八节	新平涵洞加固	177
	复习思考题	180
	参考文献	181

第一章

绪论

教学要求

1. 描述国内外桥涵维护与加固现状;
2. 描述桥涵维护与加固的目的;
3. 描述桥涵维护与加固的基本原则和要求;
4. 描述桥涵维护与加固的基本内容及技术途径。

• 第一节 国内外桥涵维护与加固现状 •

改革开放以来,随着我国经济建设的持续快速健康发展,交通基础设施建设取得了举世瞩目的成就,并将继续保持快速增长的趋势。2005 年底,全国公路总里程达到 193.05 万公里,比上年末增加 5.99 万公里,比“九五”期末增加 25.07 万公里,稳居世界第二位。路网结构进一步完善,全国公路总里程中,国道 132674km、省道 233783km、县道 494276km、乡道 981430km、专用公路 88380km,分别占公路总里程的 6.9%、12.1%、25.6%、50.8% 和 4.6%。预计到 2020 年,我国高速公路网将要达到 8.2 万公里,可以覆盖 10 多亿人口。跨江跨海大桥和长大隧道建设水平跻身世界一流,2005 年底,全国公路桥梁达 33.66 万座、1474.75 万延米,比上年末增加 1.50 万座、137.11 万延米。其中特大桥梁 876 座、145.96 万延米,大桥 23290 座、512.53 万延米,中桥 7.17 万座、393.74 万延米,小桥 24.07 万座、422.53 万延米。2000 ~ 2005 年全国桥梁规模增长曲线如图 1-1 所示。全国公路隧道达 2889 处、152.70 万延米,比上年末增加 394 处、28.15 万延米。其中特长隧道 43 处、16.59 万延米,比上年末增加 10 处、

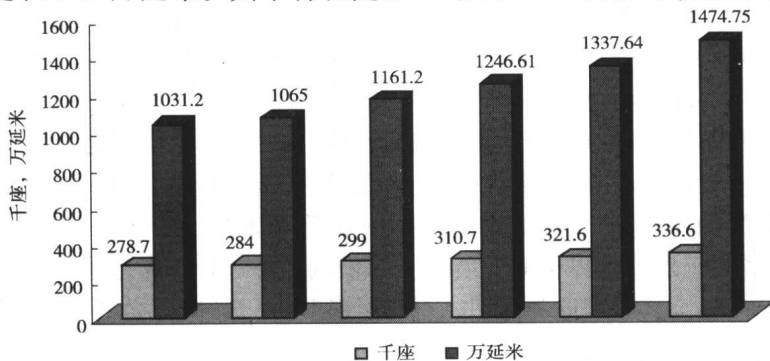


图 1-1 2000 ~ 2005 年全国桥梁规模增长曲线

3.96万延米。其他隧道情况分别为:长隧道 381 处、62.51 万延米,中隧道 485 处、34.18 万延米,短隧道 1980 处、39.43 万延米。全国公路渡口有 502 处,其中机动渡口 409 处。

与此同时,公路运输中超限超载的问题日渐突出,已成为危及人民群众生命和国家财产安全,影响社会经济协调、健康发展的一个突出社会问题。由于超限超载车辆的实际载重大大超过了道路与桥涵的设计承载能力,极大地缩短了道路与桥涵的使用寿命,导致了桥梁垮塌事故或破坏(图 1-2、图 1-3),增加了道路与桥涵的投入成本。据统计,近几年,仅河北、河南、广东、山西、安徽、陕西、内蒙古、北京 8 省(自治区、直辖市),每年因超限超载运输给公路、桥涵造成的损失就达 100 亿元人民币以上。为此,全国每年要额外支出 300 亿元以上的维修费用,3 年来维修、加固、改造过的危桥达 8326 座,“十五”期间,仅广东省加固、改造的旧危桥多达 2485 座、108892 延米,投资 10.8 亿元。



图 1-2 超限超载运输引起的桥梁垮塌事故

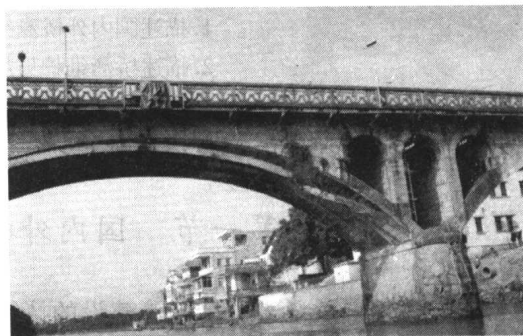


图 1-3 船只碰撞对桥梁的破坏

另一方面,由于混凝土结构的使用需求改变、混凝土劣化、老化等造成混凝土强度不足、各种灾害(如地震、水灾、风灾和火灾等)、钢筋锈蚀、结构设计或施工不当以及配合规范修正等原因,大量在役混凝土桥梁存在承载能力不足等问题。桥梁作为交通枢纽和经济建设的大动脉,承担着重大的责任,一旦发生事故必将给人民的生命财产和经济造成极大的损失,且不易在短期内恢复,甚至一蹶不振。1994 年美国洛杉矶北岭大地震以及 1995 年日本阪神大地震均造成桥梁的严重损坏,更唤起了人们对桥梁抗震能力的重视。抗震能力明显不足的桥梁需要进行拆除或加固,加固通常要比拆除重建更具经济效益且可行。近年来,世界各国投入了大量资金对现有旧危桥进行加固与维修。美国对于旧桥改造工作的高度重视是从 Silver 桥事故开始的,1967 年 12 月 5 日,横跨俄亥俄河的 Silver 桥发生垮塌事故,造成重大伤亡事故。美国联邦高速公路总署(FHWA, Federal Highway Administration)的最新评估报告显示,美国已有超过 24 万座桥梁(约占 42%)面临严重功能丧失,估计在 2010 年之前,修补这些桥梁须花上 500 亿美元。在欧盟,接近 84000 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。桥梁的修补与加固对于发达国家已成为重要课题。对于土木工程建设而言,既有结构物的维护、加固及升级应该与新建结构物的设计及兴建扮演同等重要的角色,混凝土结构加固也因此成为土木工程界目前发展最快的领域之一。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,也是桥梁养护管理工作中亟需解决的课题。

综上所述,要保持交通的安全畅通以及桥梁建设的可持续性发展,提高现有桥梁的服务水

平,我们不仅要加强桥梁建设,同时也要积极加强对已有旧桥的维护与加固工作;要保持交通的持续畅通发展,桥梁建设和桥梁的维修加固二者不可偏废。尤其我国是一个发展中国家,资金不充足,交通还处于比较落后的地位,在这个大前提下,加强旧危桥的维修加固工作就具有更大的实际意义:一是可以最大限度的降低交通建设成本,实现投资的优化;二是可以保持桥梁建设的快速发展,缓解我国的交通紧张状况。为了达到这一目标,我国也加强了对桥梁的损伤研究及各种桥梁的加固维修工艺和材料的研究。早在“七五”和“八五”期间,国家就把它列为重点攻关项目,先后颁发了《公路旧桥承载能力鉴定办法》(试行)以及《公路养护条例》,以指导我国桥梁检测、评定及加固工作的进行。目前,国家投入了大量的资金进行这方面研究,交通部实施的“十五”期间国省道主干线旧危桥改造计划,从2001年起每年下拨2亿元扶持各省的旧危桥研究改造工作。在未来的日子里,我国将迎来桥梁维修与加固的新阶段。

• 第二节 桥涵维护与加固的目的及意义 •

桥涵维护与加固技术,是针对正在使用的桥涵进行检测、评价、维修、加固或改造等技术对策的总称。据日本有关统计资料表明,对于结构建筑物(包括桥梁)承载能力和使用性能进行检测、评价,在投入使用后一般有两次高峰期:一是投入使用后约20年,称为小周期;二是约60年左右,称为大周期。小周期对结构进行检测的目的是:确保结构建筑物处于完好的技术状态;大周期是对结构建筑物进行鉴定,判定其使用状态,以便作出相应的对策。

目前,我国相当一部分现有桥涵已无法满足交通事业发展的需要,主要是由于交通运输事业的发展,不仅车流量急剧增加,而且荷载等级不断提高,加之车辆超载现象非常严重,对公路桥涵造成永久性损伤,严重缩短了桥涵的使用寿命。另外,由于桥涵运营环境恶劣,酸碱盐腐蚀、冻融循环等因素会降低材料与结构的耐久性。因此,部分既有桥涵已经不能适应现代交通运输的需要。如果将其全部拆迁重建,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,拱桥的加固费用约为重建新桥的20%~30%,梁桥的加固费用约为新建桥梁的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。

• 第三节 桥涵维护与加固的基本原则及要求 •

一、设计原则

桥涵经过可靠性鉴定需要加固时,或桥涵结构有明显病害并危及行车安全时,必须进行加固。其维护与加固设计应遵循的基本原则为:

- (1)必须对原桥进行详实的现状调查、具体的病害分析与结构状态评定。
- (2)加固改造后的桥涵使用荷载等级,应根据使用要求由设计者按实际情况而定。
- (3)加固设计应与施工方法紧密结合,保证新增结构与原结构连接可靠,协同工作。
- (4)应按现行公路桥涵设计规范进行设计,加固改造后的桥涵在使用荷载下,原有结构与

新增结构的强度、刚度及裂缝宽度限值等均应符合规范要求。

(5) 加固桥涵应按下列原则进行结构承载力验算。

① 结构计算应根据实际受力状况确定；

② 结构的计算截面积应采用实际有效截面积，并考虑结构加固时的实际受力情况及加固部分的应变滞后特点；

③ 进行超静定结构承载力验算时，应考虑实际荷载偏心、结构变形、温度作用等造成的附加内力；

④ 加固后桥涵结构重力增加时，尚应对被加固结构及桥涵基础进行验算。

二、基本要求

由于桥涵加固工程的客观特殊性，对它的实施有技术、经济、交通影响及环境影响上的要求。

1. 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在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) 施工方面必须考虑到已有交通的影响，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；在施工时，应尽量做到两者的整体一致性。

2. 经济要求

加固结构所产生的费用应该总体大幅低于新建结构的费用，使其直接经济效益和间接经济效益明显。

3. 交通影响要求

应该做到在允许的范围对交通的影响最小。

4. 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。

● 第四节 桥涵维护与加固的基本内容及技术途径 ●

一、桥涵维护与加固的工作内容

桥涵维护与加固包括养护维修与加固两个方面。

1. 桥涵的养护与维修

(1) 桥涵构造物的小修小养。

① 保持构造物表面的清洁完整，防止表面风化并及时处理风化部分；

②保持排水设备的良好状态,除掉排水管中堵塞的泥土,防止砌缝砂浆漏水及修理侵蚀部分;

③经常检查各部分有无毛病发生,当发现圯工上有裂缝、小洞、剥落、缺角、钢筋外露等局部缺陷或表面损伤时,必须及时修理;

④保证伸缩缝装置能够自由活动,清除影响支座活动的障碍物;

⑤对木桥进行防腐,对钢梁涂防锈油漆等。

(2)对桥涵结构物进行定期检查,并检定其实际安全承载力,确定其损坏的程度。当发现桥涵结构产生异常或损坏时,要分析其产生的原因,判断损坏对结构使用的影响,说明维修加固的必要性,并对修补加固方法进行比较选择。发现异常时则必须及早维修,若损坏严重则必须在调查原桥的损坏程度、历史状况、现场具体条件特点、现在及将来交通运输对桥涵宽度、设计荷载的要求、公路发展规划等方面的资料后,对旧桥涵维修加固方案与部分或全部改建的方案进行经济比较,选择最优方案。

(3)超重车辆或履带车不得随意经过现有桥涵,必须经过公路管理部门的许可。

(4)对原有桥涵技术资料进行管理,建立和保存桥涵档案资料。

2. 桥涵的加固与改造

对发生重大病害和不能满足运输要求的桥涵设备彻底进行整治加固、改善和更新,目的是恢复原有桥涵建筑物的整体使用效能和延长使用年限,提高原有桥涵建筑物的荷载等级和通过能力。

桥涵加固与改造工作的主要内容有以下几个方面:

- (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,不应全部改造。

二、桥涵维护与加固的技术途径

桥涵维护与加固一般是指:通过对构件的加固和结构的性能改善,以恢复或提高现有桥涵的承载能力,延长使用寿命,适应现代交通运输的要求。

目前,国内外对桥涵进行维护与加固的技术途径主要有以下5种。

1. 加强薄弱构件

在桥涵上,对于有严重缺陷的部位,或者因要通行重型车辆而不能满足承载要求的部位,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,采取加固措施,进行补强。在桥涵结构中,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。所以,对于薄弱处加固方法,往往采用喷射混凝土、粘贴钢板、玻璃钢或纤维布,增大主梁或主拱圈截面的方法,增加其强度,以及采用高等强度混凝

土或环氧混凝土砂浆封填裂缝,增设预应力钢筋或粘贴附加构件的方法对缺陷进行处理。

2. 增加辅助构件

在桥涵承载力不足或因为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,如梁桥中增设主梁、横隔梁;简支梁之间加设辅助构件,使其成为连续梁的工作状态;梁下部采用八字支撑方式,增加跨孔改变受力状态;拱桥中采用梁式结构替代回填料等。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。

3. 改变结构体系

根据桥涵的实际状况,采用梁式结构改为拱式结构;拱式结构改为梁式结构;简支梁改为连续梁;单跨结构改为多跨结构;增加支点;铰接支撑改为刚性连接等,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。

4. 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荷载的能力,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,或更换拱上填料的办法,对提高拱桥承载力具有十分显著效果。

5. 加固墩(台)与基础

在桥涵结构中,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。

复习思考题

1. 导致我国桥梁承载力不足的主要原因是什么?
2. 桥涵维护与加固的目的和要求是什么?
3. 桥涵维护与加固的基本内容和原则有哪些?

第二章

桥涵检测与状态评定

教学要求

1. 描述桥涵检测的原则和要求;
2. 描述桥涵资料收集的方法;
3. 进行桥涵结构质量检测;
4. 描述桥涵静动载试验的含义与内容;
5. 描述桥涵承载能力的评定方法;
6. 进行涵洞安全鉴定。

• 第一节 桥涵检测的原则与要求 •

公路桥涵基本建设要经历三个阶段:新建阶段、新建与养护并重阶段、养护与改建阶段。我国虽然新建桥涵的任务仍很重,但也基本进入了新建与养护并重阶段,且养护、改建已成为重点任务。然而,由于在人们的印象中,桥涵出事较少,因此在很多地方仍是重建设轻维护。据统计,近年来我国桥涵的维护费用每年需 32 亿元,而实际投入的只有 8 亿元,仅占 1/5 多一点,而且维护手段也十分缺乏,仅满足于对桥面的修修补补,这种情况显然引起了各省(市)的重视。

为了保证现有桥涵的安全运营,尽可能延长其安全使用年限,就要对现有桥涵进行检测评估,了解其安全状况和剩余承载力。这样的检测不论是对新建桥涵还是对既有桥涵都有着很重要的意义。

随着时间的推移,越来越多的桥涵将达到或接近其设计使用年限,或因各种原因发生结构性缺损,老化现象明显。因此,对旧桥涵进行安全评估和研究剩余承载能力的鉴定方法和技术手段已经成为当务之急。只有对这些旧桥涵的整体和各组成部件进行检查、检测,经过验算分析,必要时还需辅以相关试验,才能使其病害情况、损伤程度得到进一步的了解,并且对病害与损伤原因、现有承载能力、功能以及能否正常运营等做出鉴定,给出桥涵安全状况的明确结论,同时还可提出需采取的措施及维修加固的建议。这样才能彻底消除公路交通中潜在的隐患,避免重大灾难性事故的发生。

一、桥涵检测原则

1. 检测方案的制定

在开展此项工作前,首先要明确我们工作的目的:

- (1)病害桥涵的维修利用;
- (2)加固改造,提高荷载等级;
- (3)需要通过超重车辆等。

然后,根据不同的目的来制定检测方案,并指导开展具体的检测工作。

桥涵检测工作的好坏,资料是否齐全,关键在于事前准备工作是否充分、周全。一座桥涵的构件极为繁杂,为避免现场检测时有所缺漏,致使检测资料不完整,需要再次到现场补测,不仅影响工作进度,还要增加经费。因此,检测前制定详细、周全的检测方案,是确保检测任务顺利、完整地完成的先决条件。

2. 检测工作的实施

要全面、彻底、仔细地检测一座桥涵,桥下必要的支架是不可缺少的。实践证明,检测支架是确保检测质量和检测人员安全的重要环节。在安全、可靠、适用的前提下,可因地制宜地解决好检测支架问题。经济条件许可的专业检测机构亦可购买桥梁检测车。

3. 检测结果分析与评定

首先要保证检测和收集的资料要齐全、完整。实践证明,资料的可靠性和实用性取决于其完整性。

在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,从而确保加固措施能够起到实效。

二、桥涵检测要求

1. 检测内容

公路桥涵检测技术主要包括两个内容,即桥涵检查和荷载试验评定技术。

1) 桥涵检查

桥涵检查是进行桥涵养护、维修与加固的前期工作,是决定维修与加固方案可行和正确与否的可靠基础。其目的在于:通过对桥涵的技术状况、缺陷和损伤进行全面、细致、深入地现场检查,查明缺陷或潜在缺陷和损伤的性质、所在部位、严重程度及发展趋势,弄清产生缺陷、发生损伤的原因,以便能分析、评价缺陷和损伤对桥涵质量及承载能力产生的影响,并为桥涵加固与改造设计提供具体技术资料。

按照检查的范围、深度、方式和检查目的不同,桥涵检查主要分为桥涵经常性检查和桥涵结构检测两类,这两类检查主要由桥涵管理部门进行。

(1) 桥涵经常性检查

桥涵经常性检查包括桥涵日常巡查和桥涵定期检查。

桥涵日常巡查,一般一月一次,由路段养护人员或桥涵养护人员负责。其目的是随时掌握桥涵技术状态,确保桥涵结构功能正常,发现问题及时采取应对措施,对需要做进一步检查和维修的桥涵写出报告。暴风雨和洪水过后,对桥涵要加大检查频率。桥涵经常检查采用目测方法,也可配以简单工具进行测量,并当场填写桥涵经常检查记录表(表 2-1)。

经常检查的主要内容包括:

- ①外观是否整洁,有无杂物堆积、杂草蔓生;
- ②桥面铺装是否平整,有无裂缝,钢筋是否漏筋,缝料是否老化、损坏;

- ③排水设施是否良好,桥面泄水管是否堵塞和破损;
- ④伸缩缝是否堵塞卡死,连接部件有无松动、脱落、局部破损;
- ⑤支座是否有明显缺陷,活动支座是否灵活,位移量是否正常;
- ⑥墩台是否受到船只或漂浮物撞击而受损。

桥涵经常检查记录表

表 2-1

管理单位:					
路线编码		路线名称		桥位桩号	
桥梁编码		桥梁名称		养护单位	
部件名称	缺损类型	缺损范围		保养措施意见	
翼墙					
锥坡、护坡					
桥台及基础					
桥墩及基础					
地基冲刷					
支座					
上部机构异常变形					
桥与路连接					
伸缩缝					
桥面铺装					
人行道、缘石					
栏杆、护栏					
标志、标线					
排水设施					
照明系统					
桥面清洁					
调治构造物					
其他					
负责人		记录人		检查日期	年 月 日

桥涵定期检查,周期大约是每 3~5 年一次。其目的是定期采集桥涵结构技术状态的动态数据,列入桥涵养护管理系统,为评定桥涵使用功能、制定具体桥涵维修计划提供基本数据。定期检查通常由具有一定检查经验并受过专门桥涵检查培训、熟悉桥涵设计、施工等方面知识的养护工程师负责组织实施。尽管桥涵经常检查也使用简单工具或仪器进行检测,但主要是以目测桥涵外观的检查为主,检查结果的评定也大多是基于表面现象和经验。

定期检查的工作主要有:

- ①现场校核桥梁基本数据;
- ②实地判断缺损原因,确定维修范围及方式;
- ③对难以判断损坏原因和程度的部件,提出特殊检查的要求;
- ④对损坏严重、危及安全运行的危桥,提出限制交通或改建的建议;
- ⑤根据桥梁的技术状况,确定下次检查时间。

(2) 桥涵特殊检查(桥涵结构检测)

桥涵特殊检查,是在桥涵经常性检查的基础上,进一步准确确定桥涵技术状况,由专业技术人员使用专门检测仪器设备,应用无损检测手段对桥涵进行全面检测,测强度和探伤,从而找出损坏的原因、程度和范围,分析损坏所造成的后果以及潜在缺陷可能给桥涵结构带来的危险,为评定桥涵的耐久性和承载能力、确定维修工程的实施方案提供依据。通常有下列4种情况时,需对桥涵进行特殊检查:

- ①在桥涵经常性检查无法确定桥涵病害原因和承载能力时;
- ②在进行桥涵重大维修加固工程之前;
- ③在发生重大自然灾害、意外事故和超重车过桥等特别事件之后;
- ④需要评定桥涵结构实际工作状况时。

桥涵特殊检查(桥涵结构检测)一般由桥涵外观破损检查、桥涵构件和材料检测以及桥涵荷载试验3部分组成。

2) 桥涵荷载试验评定技术

在桥涵静载、动载试验中,检测的内容一般包括以下几个方面:

- ①试验荷载的大小;
- ②结构构件截面上应力的分布状态及其大小,支座反力、推力等的大小;
- ③结构的各种静态变形,包括水平位移、挠度、相对滑移、转角等;结构局部的损坏现象如裂缝的分布及其宽度、深度等;
- ④结构的动力特性,如自振频率、周期、衰减特性等,以及在动力荷载下的结构的动应力、动位移、速度和加速度等。

要准确获取以上检测的各项数据,必须使用相应的检测仪器和检测方法。

在工程实践中,还经常采用实桥荷载试验来评定旧桥的承载能力和安全度,并由此确定出加固或改建的方案。特别是对于那些缺乏原始设计资料和图纸的旧桥,用荷载试验方法来确定能否提高承载能力就是切实可行的方法。荷载试验评定是对桥涵结构物进行直接加载测试的一项科学试验工作,可直接了解桥涵在试验荷载作用下的实际工作状态及一些理论上难以计算部位的受力状态,判别桥涵结构的安全承载能力和使用条件;也可以确定一些理论上无法考虑的因素,如所用材料相对匀质性、不同龄期的不同力学特性和修建质量等对结构受力的影响。此外,荷载试验还常常有助于发现在一般性桥涵检查中难以发现的隐蔽病害。所以,目前我国仍然普遍采用荷载试验评定方法来鉴定旧桥的质量与可靠程度,并确定其实际承载能力。

在旧桥承受设计中没有考虑到的荷载时,实桥荷载试验亦是有效手段。实桥荷载试验将结构作为一个整体,考虑了如所用材料的相对匀质性、不同龄期混凝土的不同力学特性、修建的质量诸多因素。试验部位的确定,应在理论研究分析后,考虑桥涵类型、复杂性以及薄弱环节而决定。原则上试验部位的选择,应选择能够全面反映桥涵纵、横向性能的部位,以便能够通过试验或检测获得需要的符合实际的数据。

2. 检测依据

公路桥涵检测应以国家和交通部颁布的有关公路桥涵的法规、技术标准、设计规范为依据进行。对于某些新结构以及采用新材料、新工艺的桥涵,无相关条款规定时,可以借鉴国外或国内其他行业的相关规范、规程的有关规定。我国结构工程的标准和规范可以分为: