

# 服役桥梁的加固技术

徐曼玲, 王舜

(中国人民武装警察部队 水电第八支队, 重庆 401320)

**摘要:**介绍了官地水电站对外交通公路改造工程 A 合同段安宁河大桥的加固改造过程,总结了加固改造的内容及原则,对加固改造的方法进行了比较分析,可为旧桥加固改造的选择提供依据。

**关键词:**服役桥梁;旧桥;加固;技术

**中图分类号:**U445.6;U445.3;U442.5;U447

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2015)04-0001-02

随着交通事业的迅速发展,现有桥梁一般均为超负荷工作,其承载能力和通过能力均不能满足要求。解决此问题的方案通常有两种可供选择:一是重建法或换梁法。前者的做法是将不能满足承载力要求和通过能力要求的旧梁拆除;而后者是将旧桥的主梁全部换下,架设强度等级高的新梁;二是加固法。该法主要是对有缺陷的桥梁进行维修和加固。加固法要比其他的方法在施工及造价方面更具有优势,而且加固法所需的费用一般为建新桥的 1/10 至 3/10。显然,桥梁的加固与维修具有明显的现实价值。

## 1 桥梁加固改造的技术途径及设计原则

### 1.1 主要技术途径

桥梁加固一般是通过对构件进行补强和结构性能的改善来恢复或提高现有桥梁的承载能力,以延长其使用年限,适应现代交通运输的要求。其改造的主要技术途径有:加强薄弱构件、增加辅助构件、改变结构体系、减轻恒载、加固墩台及基础等。

### 1.2 加固方案的确定原则

(1)桥梁加固是对桥梁构件进行维修和加固,以提高局部或整座桥梁的承载能力或通过能力。因此,桥梁的加固改造工作一般是以不改变桥梁原有结构形式为原则,只有在特殊的情况下才改变其原有的结构形式。

(2)桥梁加固有多种形式,需根据旧桥的使用状况、承载能力的减弱程度及今后的任务而具体实施。

(3)要从投资少、功效快、不中断交通、技术

上可行、有较好的耐久性等方面确定采用何种加固方案。

## 2 桥梁加固的几种常用方法

### 2.1 加大截面加固法

在梁底面或侧面增大尺寸,增配主筋,以提高梁的有效高度和抗弯承载力,从而提高梁的承载力,其特点为:

(1)施工时需对旧梁面进行凿毛以加强新旧混凝土的结合,但其操作麻烦,工作量大;

(2)加固效果显著,适用于梁桥及拱桥的加固。

### 2.2 预应力加固法

预应力加固法是采用外加预应力的钢拉杆对受拉区进行加固,以抵消部分自重应力,起到卸载的作用,从而能较大幅度地提高桥梁的承载能力,适用于要求提高承载力、刚度和抗裂性及加固后所占用空间小的桥梁,其优点是:

(1)在自重增加很小的情况下,能够大幅度改善和调整原结构的受力状况,提高承重结构的刚度及抗裂性能;

(2)由于承重结构自重增加小,故对墩台及基础受力状况影响很小,能够极大地节省对墩台及基础的加固费用;

(3)对桥梁营运影响较小,可在不限制通行的条件下进行加固施工。

### 2.3 外部粘钢加固法

外部粘钢加固法是一种采用化学粘结剂将钢板直接粘贴在混凝土构件的受拉缘或薄弱部位,使之与构件形成受力整体以提高其承载力、增大延性、刚度,满足正常使用要求的加固方法。其优

点是:

- (1)不需要破坏被加固的原结构的尺寸;
- (2)施工工艺简单,施工质量较易控制;
- (3)施工工期短。

## 2.4 粘贴 FRP 加固法

粘贴 FRP 加固法是采用高强度或高弹性模量的纤维复合材料,将专门配置的粘贴树脂或浸渍树脂粘贴在桥梁混凝土构件表面,使之与原构件形成整体共同受力的加固方法。

目前,结构工程中常用的 FRP 材料有玻璃纤维(GFRP)、碳纤维(CFRP)和芳纶纤维(AFRP)3种,其中以碳纤维增强复合材料(CFRP)应用更多。笔者在文中着重概述了采用 CFRP 的加固方法及实际工程应用。

碳纤维布纤维方向分为单向和双向两种,其中以单向布应用为主。碳纤维布具有较高的强度重量比和刚度重量比率、良好的抗疲劳性及高的耐久性、耐腐蚀、热膨胀系数低等特点。

与其他加固方法相比,碳纤维布加固技术的优势主要体现在:高强、高效,可设计性强;基本不改变原结构外观,不会对原结构造成损害;运输、储存、施工更方便、快捷,容易保证施工质量而且后期维护费用低;其化学结构稳定,在对气候的适应性、腐蚀性以及抗疲劳性能等方面更加突出。但应用此法对桥梁进行加固时,应充分考虑纤维的方向布置,合理的材料连接方式、连接尺寸、连接位置、粘结材料的性能指标等。尤其是施工过程的质量控制一定要按正常的施工程序进行,否则将会影响桥梁加固的效果。

## 3 应用实例

安宁河桥桥长 227.4 m,上部结构为 11 跨、单跨长度为 20.2 m 简支普通混凝土 T 型梁,桥宽 11 m,下部结构为双柱式桥墩,钻孔灌注桩基础。该桥于 1990 年修建,设计荷载标准为汽—20、挂—100。为满足雅砻江官地水电站的重大件运输(300 t),决定对该桥进行加固处理。经过加固处理后的该桥荷载设计等级为公路 I 级,挂—300 级。

### 3.1 加固前桥梁的病害调查

在确定加固方案前,对旧桥现状进行了全面调查。根据实际损坏情况,对 2~4 孔的 18 片主梁、支座、桥墩(台)进行了细致的检查。

#### 3.1.1 主梁

施工质量较差,各部位尺寸沿跨径不一致。单根主梁最多发现裂缝 51 条,裂缝宽度最宽为 4 mm。既有竖直裂缝,也有斜裂缝、水平裂缝,斜裂缝与水平方向夹角为  $40^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。竖向裂缝主要分布在主梁腹板下部(主要在跨中范围内)且下宽上窄;斜裂缝主要分布在端部 4 m 范围内;水平裂缝主要分布在梁端。主梁局部钢筋外露并有锈蚀。

#### 3.1.2 其他

支座附近主梁混凝土有压碎现象。部分栏杆倾斜,泄水孔堵塞,桥面上梁间隙较大,车辆通过时振动大、噪声大。

### 3.2 加固设计

加固材料采用日本原装进口的、型号为 TU-TH-300 的碳纤维片材,设计树脂材料采用与 TU-TH-300 碳纤维片材相配套的 Ha84 树脂。计算时,考虑到碳纤维片材与主梁混凝土之间的密合性,对材料的抗拉强度设计值取用折减系数 0.8。经计算,主梁跨中底部碳纤维材料厚度需 0.25 mm,故采用 2 层。

### 3.3 加固要点

碳纤维材料粘贴施工时应从梁底至梁肋顶部方向进行。先对混凝土表面作清洗处理,配置并涂刷底层树脂、配置找平材料并对构件表面进行清平处理、配置并涂刷浸渍树脂或粘结树脂。粘贴时碳纤维布应与混凝土表面完全密合,粘贴完毕再次对其表面进行防护处理。

### 3.4 评定

对原有桥梁进行现场静载试验,测定加固后桥梁控制截面的应力(应变)、挠度等技术参数,鉴定其承载能力。经过加固处理后,该桥荷载设计等级为公路 I 级,挂—300 级,依据桥梁荷载试验规范并根据此荷载下跨中各 T 梁的最不利内力(弯矩),现场荷载试验通过等效加载方式测得试验断面中的最不利内力值达到设计最不利内力的 101%~105%,满足承载力设计要求。

对所测数据进行分析可以看出,碳纤维加固的方法切实有效,加固后的主梁具有一定的承载潜力。

## 4 结语

笔者介绍了当前旧桥加固的几种主要方法,

(下转第 8 页)

的注水管分段疏通,清除槽内的混凝土渣、垃圾等,高压风压力不大于0.3 MPa。如果出现预埋管通气困难、无法疏通的现象,则需对原预埋管实施灌浆封堵,在距原预埋管50 cm处用手持水钻打斜孔至止水检查槽,重新埋设 $\phi 32$ 镀锌管。

(2)压水检查。采用灌浆泵从注水管进行灌水,待出水管空气排干净、出水后关闭出水管。将注水压力提升并稳定在0.3 MPa后,根据压入流量测漏水量。若测得的漏水量大于2 L/min,或缝面已出现渗漏现象则结束检查,认为止水检查槽压水检查不合格。若通过了0.3 MPa检查,则将压力提升至0.5 MPa重复检查一次,若测得的漏水量大于2 L/min,或缝面已出现渗漏现象,则结束检查,认为止水检查槽压水检查不合格;否则认为止水检查槽压水检查合格。漏水量通过安装在注水管上的流量计前后读数差计算而得。

(3)灌注LW浆液。对于止水检查槽压水检查合格的部位不需要进行处理。对于止水检查槽压水检查不合格的部位,则需要分段灌注LW水溶性聚氨酯浆液,LW水溶性聚氨酯浆液主要性能指标见表1。采用高压水将预埋管及止水检查

表1 LW水溶性聚氨酯浆液主要性能指标表

项 目	指 标
粘度(25℃,MPa·S)	200±30
比重/g·cm <sup>-3</sup>	1.05~1.10
凝胶时间	几分钟至几十分钟可调
粘结强度(潮湿表面)/MPa	>0.7
抗拉强度/MPa	>2.1
伸长率/%	130~180
抗渗性能/cm·s <sup>-1</sup>	1.8×10 <sup>-9</sup>
包水量/倍	>2
遇水膨胀率/%	>100

槽内冲洗干净,再用无油压缩空气将水吹干。首先从进水管开始灌浆,排气管打开排气,待排气管出原浆后,关闭排气管进行屏浆,直至达到结束标准后结束灌浆。开始灌浆时采取大流量快速灌注,当排气管出浆后采取小流量灌注。将全部灌

(上接第2页)

着重探讨了碳纤维材料在旧桥加固中的应用。通过具体的加固实例,说明经过碳纤维布加固的桥梁构件能大幅度提高梁板的抗弯、抗剪性能,并能提高桥梁构件的刚度和延性,起到抑制开裂和降低挠度的作用。可以相信:这种新材料、新工艺在经过更多的工程实践检验和完善后会有更大的应

浆过程的灌浆压力控制在0.3 MPa以内,最高不得超过0.5 MPa。灌浆的结束标准为在最大压力下、持续15 min不吸浆。

(4)灌浆质量检查。施工过程中做好施工记录,保证各项数据齐全、清晰、准确。灌浆质量采用钻检查孔的方式检验。检查孔在灌浆区灌浆完工14 d后进行,数量按灌浆区总数的10%布置,尽量选取耗浆量大或对质量影响大的部位。观察检查孔芯样中浆液充填情况,做好拍照、描述工作,再进行压水试验。单位吸水率大于5 Lu为不合格,对不合格部位应进行附加灌浆,直至其达到标准。

(5)预埋钢管处理及二期混凝土回填。在止水检查及灌浆结束后,将各区段的注水管及排气管在二期混凝土预留坑内以下10 cm处切割,将其管口采用5 mm厚钢板焊接封闭,再采用C30(二)混凝土对二期混凝土预留坑实施回填。

### 3.3 检查结果

通过压水检查发现,在18个区段中有两个区段不合格,遂采用LW水溶性聚氨酯浆液进行了灌注,灌注质量满足设计要求。

## 4 结 语

多布水电站厂房进口连接板部位是整个电站建筑物防渗体系中最薄弱、最重要的环节,采用了一道橡胶止水、一道铜片止水、SR柔性填料、沥青井等多重止水防渗设施。通过止水检查槽对混凝土中埋设的止水防渗作用进行检查,效果较好,施工操作简单,后期封堵容易。此项技术值得类似项目借鉴使用。

### 作者简介:

袁国栋(1980-),男,陕西长安人,高级工程师,硕士,从事水利水电工程施工技术与管理工作的;

党永平(1966-),男,重庆大足人,高级工程师,工程硕士,从事水电工程建设技术与管理工作的。(责任编辑:李燕辉)

### 用前景。

### 作者简介:

徐曼玲(1982-),女,天津市人,工程师,硕士,从事水利水电工程技术与合同管理工作;

王 舜(1981-),男,重庆长寿人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与合同管理工作。

(责任编辑:李燕辉)