

文章编号: 0451-0712(2005)09-0020-03

中图分类号: U448.225.72

文献标识码: B

# 绍兴斗门大桥刚架拱桥加固

赵时建<sup>1</sup>, 李大为<sup>2</sup>

(1. 绍兴县中源设计咨询有限公司 绍兴市 312000; 2. 绍兴市交通设计院 绍兴市 312000)

**摘 要:** 对20世纪80年代修建的载重为汽车-15级的多跨刚架拱的加固工程做扼要介绍。事实证明加固工程实用、经济, 通行重型车辆, 安全、平稳。

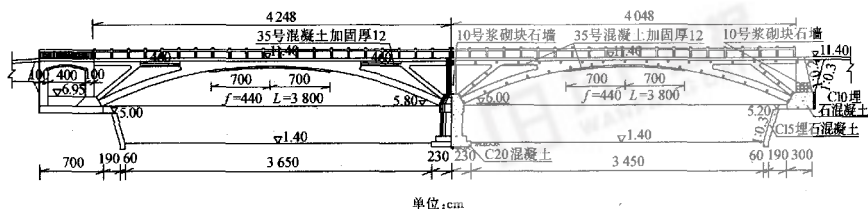
**关键词:** 刚架拱桥; 加固

绍兴市5县市在20世纪80年代, 曾修建混凝土刚架拱桥100余座, 绝大部分在县乡公路、机耕路、专用公路上, 少数在国、省道上。这类桥梁损坏较多, 损坏程度轻重不一。为了满足交通量日益增长的需要, 绍兴斗门大桥进行了加固改建。

斗门大桥建于1982年, 为1孔跨径 $L_0=40$  m, 另

1孔跨径 $L_0=38$  m的双孔刚架拱桥, 全长90.6 m, 3片拱肋腿部插入拱座未做固结。桥宽为 $6\text{ m}+2\times 0.2\text{ m}$ , 设计荷载为汽车-15级。2孔矢跨比分别为1/8.7和1/8.64, 浆砌块石墩台置于基岩上。

肋间横向搁置预制微弯板, 其上现浇混凝土, 全桥立面见图1所示。



单位: cm  
图1 斗门大桥立面

收稿日期: 2005-03-17

## Mechanics Analysis of Partially Cable-Stayed Bridge with Single Plane Cable and Single Pylon

LIU Shi-zhong

(College of Civil Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** The epoxy coating parallel cable steel strand is first used on Yinhu Bridge in Tongan of China, which is a partially cable-stayed bridge with single pylon and single-plane cable. The structural mechanics characteristics and the behavior of the epoxy coating cable steel stand are understudied by using visualization simulate analysis on many load conditions. The stress distribution of the tower saddle is studied with the finite solid element method, the results have practical significance for the design and construction of same kinds of bridge.

**Key words:** partially cable-stayed bridge; epoxy coating cable steel strand; simulate analysis

万方数据

## 1 病害情况与原因

### 1.1 主要病害

(1)微弯板:混凝土开裂较多,甚至酥落,有一处连同桥面铺装坍落,开了“天窗”。

(2)拱肋:在跨中下缘附近,有多处混凝土剥落、露筋、开裂。

(3)横梁:主要在近拱脚处有混凝土剥落、露筋。

(4)重车过桥,桥梁晃动。

(5)栏杆:损坏严重。

### 1.2 病害原因分析

(1)超载车辆行驶频繁,运石渣工程车通过此桥到开发区建筑工地,重达50 t,远远超过桥梁设计荷载。

(2)施工时“三材”紧缺,各构件混凝土标号较低,配筋较少,构件单薄。

(3)设计时尚无电算,采用简化方法手算,局部设计不合理。

(4)使用时间已达20余年,缺少维护。

## 2 设计计算分析

### 2.1 计算方法

参阅桥梁竣工图,本桥主拱腿仅插入拱座,未予固结,属于铰接,故应为两跨双铰连拱。计算程序采用笔者开发的平面杆系结构有限单元法拱桥专用计算程序。

(1)对称荷载作用同单拱,计算内容包括恒载、温度、位移产生的各截面内力。

(2)非对称荷载作用,包括汽车、挂车等荷载,先按单拱计算各截面内力,然后对中墩的不平衡水平力,按变形协调原理,对拱墩进行分配,并求得中墩水平位移,然后求得由此位移产生各截面的单拱内力,两部分迭加即为所求。

### 2.2 结构计算单元划分

为简化计算,按双孔对称考虑,并取40 m跨为计算对象,每孔确定39个节点,34个单元,结构计算单元划分见图2所示。计算成果输出截面编号,见图3所示。

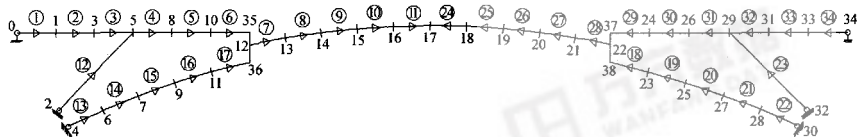


图2 结构计算单元划分

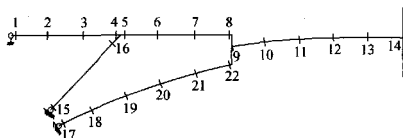


图3 计算成果输出截面编号

### 2.3 计算说明

(1)恒载:除原恒载外,计入桥面拓宽部分缘石、栏杆、横梁铺装等增加的恒载。

(2)活载:两列汽车-20级或单列挂车-100。

(3)温度:安装时平均温度取10℃,当地最高气温为40℃,最低气温为-5℃,故按升温30℃,降温15℃考虑。

(4)位移:拱脚水平位移,每个桥台为0.5 cm。

(5)连拱影响:不平衡水平力,中墩、连拱肋按抗推刚度分配,因中墩并非完全嵌固,故乘一定的折减

系数。抗推刚度计算得出,拱肋 $K_1=94\ 263\text{ kN/m}$ ,中墩 $K_2=311\ 186\text{ kN/m}$ ,则中墩座承担的水平推力 $H_2=K_1/(K_1+K_2)=77\%$ ,实际取75%。

(6)横向分布:活载偏载影响,汽车-20级计入冲击系数后,横向分布系数为0.705,挂车-100横向分布系数为0.34。

(7)内力组合及配筋计算:按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》的规定采用。

### 2.4 计算内容

先计算34个单元各节点的截面积、惯性矩、杆长、转角作为单元基本数据。

再计算各截面在不同荷载与温度、位移分别作用下的内力。

### 2.5 截面加固设计

对照原竣工图,可见截面7、8、11、12、13、14下缘配筋均不足,即需增加配筋。设计按每孔的3根拱肋跨中14 m长度范围,下缘加厚12 cm,两侧各加厚

6 cm, 截面增加配筋, 增加数量为  $8\phi 25$ , 加上原配筋可满足受力要求。

在上弦杆接近大结点段的 6 m 长度一段, 在下缘加厚 12 cm, 两侧各加厚 6 cm, 增加配筋为  $4\phi 25$ , 加固同图 4, 但下缘配筋不设 2 号筋。

截面加固配筋见图 4 所示。

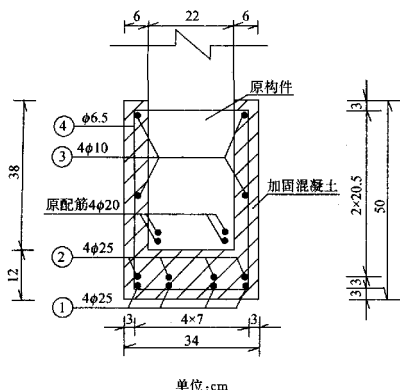


图 4 拱顶段截面加固

### 3 施工程序

跨中段拱肋上弦杆下缘的加固, 是一项较为复杂的工作, 常规的做法是在河床上布置满堂支架。这样, 不仅支架多, 而且常常由于支架下沉或被船只碰撞而变形, 导致拱肋向下变位, 影响工程质量。本工程利用原有构件作为支架, 进行构件下缘的加固。具体做法如下。

(1) 拆除栏杆、缘石、桥面铺装层、悬臂板、微弯板及其上现浇混凝土层, 上部结构仅保留主拱腿、实腹段、上弦杆与横梁。

(2) 安装支架与立模: 在拱肋跨中段与上弦杆斜杆顶点大结点段, 利用原有构件顶面支撑, 安装支架与立模。

(3) 预制微弯板、栏杆、栏柱等。

(4) 拱肋与上弦杆加固: 布筋、现浇混凝土。

(5) 悬臂板与缘石立模、布筋、浇注, 同时进行微弯板安装。

(6) 现浇增设横梁与桥面铺装层。

(7) 安装栏杆。

(8) 修补裂缝。

### 4 施工要点

#### 4.1 下缘加固

原拱肋凿毛、去渣、清洗、凿孔。清洗、清洗要认真, 立模现浇混凝土前对凿毛部分要洒水湿润, 最好使用商品混凝土。商品混凝土不仅质量有保证, 而且易流动, 施工较易密实, 对加固小范围浇灌混凝土特别有利。浇注时须用平板振捣器振实, 否则易出现混凝土不密实, 甚至有蜂窝、麻面、空洞现象, 直接影响构件质量。

#### 4.2 裂缝修补

将裂缝凿成“V”形槽并清洗, 露筋处除锈后, 涂抹 YT-302 加固剂。

本工程采用的加固剂, 为具有较强粘结力与抗渗性能的涂抹材料, 分甲、乙两组分别盛在两个器具中, 按甲: 乙: 水泥 = 1: 3: 4 的配比, 调成稀浆, 用毛刷将胶浆涂抹于露筋及表面。水泥为无粗粒的 42.5(R) 水泥, 使用前应过筛。

该材料在上海、浙江等省市应用较广, 不仅效果好, 而且比通常用的环氧树脂价格低得多。

#### 4.3 横梁

原有横梁厚度不仅薄而且又是空心, 横梁太单薄是导致重车过桥晃动的主要原因。加固时, 保留了原有横梁, 增设了较厚的实心横梁, 每孔主拱腿上增设 8 道, 斜杆上增设 4 道。横梁设置处布筋, 现浇混凝土。以往, 采用预制安装, 现浇接头, 在使用中接头处易开裂、脱开。横梁两侧竖向为拱肋长边, 应垂直于拱肋长边。

本工程于 2004 年 9 月开放交通, 大吨位运料车总重约 40~50 t, 每天有 400~500 辆车通过, 该桥至今完好无损, 重车过桥时桥梁也不再晃动, 运行正常。

桥梁加固耗资共 37 万元, 按 500 m<sup>2</sup> 桥面计, 如拆除重建, 不算拆桥费, 约需 100 万元, 拆桥还需 10 万元, 可见经济效益还是明显的。

### 5 结语

本工程在绍兴市旧桥加固中, 到目前为止, 可以说是规模最大的一座, 今后类似桥梁加固可作参考。