

惠州东江大桥诊治方案分析^{*}

魏越强¹, 祁秀林², 王荣辉²

(1. 广东省惠州市公路局, 广东 惠州 516001;

2. 华南理工大学交通学院, 广东 广州 510640)

摘 要: 为了比较准确地找到惠州东江大桥的病害原因, 根据该桥的病害现象, 提出通过试验检测方法, 即主要在桥面破坏严重部位用地质雷达和压载等试验来诊断其破坏机理, 并根据可能产生的诊断结果, 提出了相应的整治方案。

关键词: 惠州东江大桥; 检测与病害诊断; 整治方案

中图分类号: TU997 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2003) S2-0176-03

广东省惠州东江大桥位于 G324 线惠州段 k842+120 处, 为改扩建项目, 老桥于 1982 年建成通车, 新桥于 1996 年建成通车。新老桥桥型、孔径等结构体系基本一致, 均为 4 孔净 20 m (双曲拱) +7 孔净 75 m (箱型拱) +5 孔净 20 m (双曲拱), 全长 804.9 m。单幅桥面宽 12.5 m: 0.5 m (防撞栏) +11.5 m (行车道) +0.5 m (防撞栏)。老桥改、扩建工程完成两年后, 陆续出现了挑梁处桥面开裂、腹拱圈混凝土碎裂、主拱圈钢筋锈蚀导致混凝土胀裂, 而且这些病害发展很快。为此有必要对该桥进行全面的综合诊治。

1 诊断评估目的与内容

1.1 诊断评估的目的

通过对该桥梁的检测、荷载试验及评估, 力求达到如下几个目的:

(1) 通过对桥梁各部位的外观检查、无损检测, 掌握桥梁的整体技术状况, 初步判断桥梁存在损伤和隐患的范围和程度;

(2) 为了准确找出产生病害的原因及程度的定量分析, 针对病害进行局部检测、试验、有限元分析, 确定病害产生的原因及可能的维修方案;

(3) 对全桥进行静、动载试验, 结合结构计算分析, 判断桥梁的工作状态和承载能力, 为桥梁的维护管理提供依据。

1.2 诊断评估的内容

(1) 惠州东江大桥的外观检查与检测;

(2) 惠州东江大桥局部病害成因分析试验;

(3) 惠州东江大桥的动、静载试验和模态试

验。

2 检测评估的基本思想和方法

通过对现场观察与分析, 惠州东江大桥综合诊断的整体方案和基本思路如下:

第一步对桥梁进行全面的外观检查、检测, 掌握桥梁的整体技术状况。主要包括上部结构及墩台检查、裂缝调查、混凝土强度检测, 通过这一步的工作可对桥梁的整体技术状况作出初步评定, 并初步判断桥梁损伤和隐患范围与程度, 为病害成因分析试验、全桥动静载试验提供必要的数据和前期准备。

第二步是局部损伤成因分析, 据现场考察, 存在桥面开裂, 挑梁断裂局部损伤, 则为了制定维修加固方案和预防其它位置再次发生此类现象, 必须对其产生局部损伤的成因进行理论与试验分析, 方法是针对局部损伤的外观检测, 分析其可能产生损伤的原因, 当存在多种可能或不能确定其主要原因时、或原因清楚但不能定量时, 则须通过专门设计的试验和三维有限元分析模拟分析找出其产生病害的原因并定量, 以便为制定经济合理的维修加固方案提供依据。通常的做法是在局部施加已知的静、动荷载, 检测该部位的响应, 然后用三维实体模型进行模拟计算分析, 当计算分析与试验数据不吻合时, 调整计算模型直至与试验结果一致时, 即可通过该模型施加各种模拟荷载, 直至其产生相似破坏为止。

第三步是静、动载试验, 在试验前须仔细对试验方案进行审查外, 必要时可请有关专家进行评审

^{*} 收稿日期: 2003-08-01

作者简介: 魏越强 (1965 年生), 男, 工程师; 通讯联系人: 王荣辉; E-mail: rhwang@pub.guangzhou.gd.cn

修改，务求周详、适用、可行；对一些重要测点须进行较核测量，实时监控，确保数据不会丢失及试验荷载不会对桥梁造成损伤，并与理论值实时比较，确保桥梁安全和试验成功。另一项重要内容是对试验仪器进行标定，主要静载试验应变的标定除了用厂提供的标定器外，还须在专门用于标定的悬臂梁上进行逐级标定；水准仪的标定除了检查仪器旋转水平不变外，还须利用已知高度标准块进行多方位垫高标尺实测进行较核。动载设备则在振动台与丹麦产的用于标定的专用传感器进行比较标定。试验时人员配备合理，分工清楚外，还须有专人现场全面负责、指挥和协调。这里值得说明的是由于时间短，未对惠州东江大桥进行全面考察和计算分析，本方案只是初步的，加载载位也未给出，实施前须进一步补充调整。

3 桥梁外观检查与检测

- (1) 目视检查、外形测量。目视检查、外形测量是对桥梁结构形式、跨度组成、桥面宽度、车道分布、桥面破损、墩台基础、支座变形、梁体裂缝等情况进行详细地调查与检查。
- (2) 无损检测。主要包括混凝土强度、炭化深度、裂缝宽度。混凝土强度是用超声回弹综合法检测。混凝土的炭化是指混凝土中的成分（主要为）与渗透进混凝土中的二氧化碳和其他酸性气体发生化学反应的过程。混凝土炭化后密度和强度会有所提高，表面硬度增大，但炭化后混凝土碱度降低，钢筋表面的钝化膜遭到破坏而使钢筋产生锈蚀。此外，炭化会加剧混凝土的收缩导致混凝土开裂。当混凝土炭化深度等于钢筋保护层厚度时，钢筋因失去混凝土保护而开始全面锈蚀。混凝土的炭化深度

是评价混凝土质量和耐久性的重要指标之一。测试时，在测试部位钻孔用酚酞溶液喷洒在混凝土新鲜破损面上，用专用测试仪器测定混凝土的炭化深度。采用读数显微镜对混凝土裂缝进行检测。

(3) 路面雷达检测。路面雷达检测其主要功能为测试路面厚度分层、路面空洞、埋藏物、含水量、桥面厚度、钢筋分布、破损状况。调查实时显示原始探测波形和剖面，并可进行一定的人机交互处理，必要时可做三维层析成像，使用者可以直接从屏幕上观察探测效果、管理探测数据等。测试速度为 80 km/h。

4 局部损伤跨诊断试验方案

根据现场初步观察，惠州东江大桥有挑梁断裂，桥面开裂的病害，造成病害的原因不外乎设计、施工及超载 3 个方面的原因，要定量找出具体的成因，拟按下列步骤进行。

- (1) 采用地面雷达对桥面进行一次普查，了解病害部位实际结构的尺寸及破坏形式。结合人工检测，例如在局部挖开证实路面雷达的测试结果。
- (2) 按设计参数或检测结果（结构尺寸，填料密实度，材料参数、破坏形式等）进行三维局部有限元计算，通过调整计算模型、载荷大小、支承条件等进行模拟分析计算，看是否理论分析出与病害相符的计算结果。
- (3) 当模拟计算结果出现两种以上的可能原因时，或为了进一步验证计算模型的可靠性，宜在 75 m 跨和 20 m 跨各选择二跨进行局部载荷试验，选择的条件是一跨桥面基本完好，一跨是桥面损坏严重。其测点布置如下图所示，测点布置的原则是测量病害段桥面和挑梁的受力情况，桥面主要测量

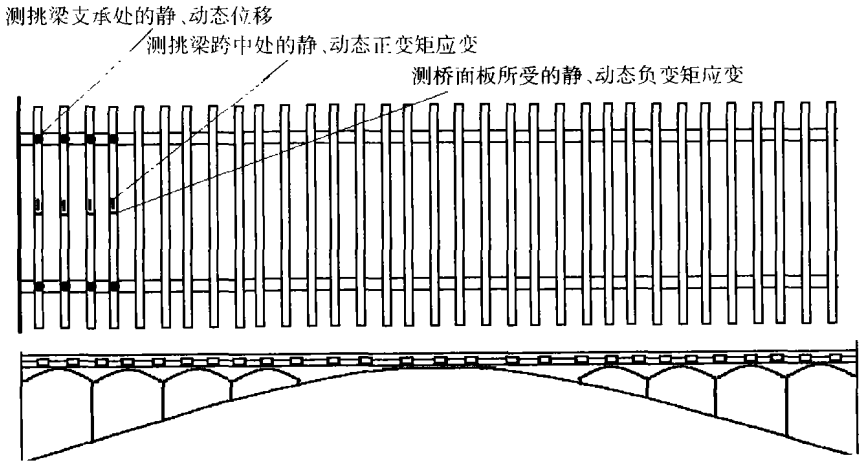


图 1 局部损伤跨测点布置示意图

Fig. 1 The measure point distribution sketch map of local damning span

负弯矩引起的应变,挑梁主要测量支承点的静、动态位移及跨中正弯矩。桥面严重损坏跨可将挑梁跨中应变测点改为位移测点,具体的测点数及位置可根据初步检测与计算分析适当增加。

通过缓慢移动或以行车速度行驶施加的静、动态荷载,加载车辆可根据设计标准选用满载挂车或汽车。

(4) 根据试验结果,调整有限元计算模型进行反复计算分析,直至与检测结果和实际破坏形式相吻合,并由此找出产生病害的原因。

5 整治方案

根据上述对惠州东江大桥诊断的可能结果,提出以下整治方案:

(1) 对主拱肋露筋部位用环氧砂浆进行防护处理,对较大裂缝用环氧砂浆进行防护。

(2) 对拱肋上部填料,若通过检测诊断,发现填筑不密实,且与挑梁处的竖向地基刚度相差较大,对于这种情况,就需要对拱肋上部填料压水泥浆,以使填料处的竖向地基刚度接近挑梁处的竖向

地基刚度,这样就可以减少挑梁处桥面板的负弯矩。具体施工时,应对拱肋上部填料在压水泥浆前后的竖向地基刚度进行测试,并与挑梁处的竖向地基刚度进行比较,若接近,可停止压浆。

(3) 对腹拱圈拱顶开裂处进行压浆,并对其上部填料进行换填压密处理,以使整个桥面板基层竖向刚度均匀,防止出现在横挑梁处竖向刚度与其它部位竖向刚度相差较大的现象。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国交通部标准.公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范(JTJ023-85)[M].北京:人民交通出版社,1985.
- [2] 中华人民共和国交通部标准.公路桥涵设计通用规范(JTJ021-85)[M].北京:人民交通出版社,1985.
- [3] 中华人民共和国交通部标准.公路工程质量检验评定标准(JTJ071-98)[M].北京:人民交通出版社,1998.
- [4] 中华人民共和国交通部标准.公路养护技术规范(JTJ073-85)[M].北京:人民交通出版社,1985.
- [5] 中华人民共和国交通部标准.公路旧桥承载能力鉴定方法[M].北京:人民交通出版社,1988.

The Diagnosis and Treatment Project of Dongjiang Bridge in Huizhou

WEI Yue qiang¹, QI Xiu lin¹, WANG Rong hui²

(1. Guangdong Province Huizhou City Highway Bureau, Huizhou 516001, China;
2. Transportation School, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: To accurately find the reason causing the symptoms of Dongjiang bridge in Huizhou, a method by experimenting and testing is put up, according to the phenomenon of symptom on this bridge. It's that the geology radar is used on the bridge carriageway pavements which are badly destroyed and some experiments such as pressuring are done to diagnose the destroying principal. Then, interrelated treatment project is put up, according to the possible diagnosis results.

Key words: Dongjiang bridge in Huizhou; testing and diagnosing symptom; treatment project