

大型城市桥梁检测评估方法及应用分析

和宇辰

中交公路规划设计院有限公司, 北京 102629

[摘要]多数现代化城市为了保证交通的便利性会修建很多桥梁工程, 桥梁工程已经从传统的渡河交通工程转变为大型城市提高交通建设水平以及保证人民出行便利性的重要功能性结构物。我国大型城市在过去修建了大量的桥梁工程, 随着桥梁的使用, 其质量和使用寿命也慢慢发生了变化, 部分桥梁虽然外观完好无损, 但是其结构已经存在了巨大的安全隐患。并且我国最早开展城市桥梁工程建设的同时, 其管理不够完善, 所以存在资料丢失或不全等情况, 这就导致桥梁检测人员在了解桥梁信息时难以获得足够的资料来对桥梁进行检测。文中以某桥梁工程为研究对象, 采用荷载试验的检测评估办法来分析桥梁工程是否足够安全, 从而为相关从业人员提供一定的借鉴并为提高人民出行安全提供一定的支持。

[关键词]大型城市; 桥梁检测评估; 方法及应用

DOI: 10.33142/aem.v4i10.7244

中图分类号: U442.5

文献标识码: A

Inspection and Evaluation Methods and application Analysis of Bridges in Large Cities

HE Yuchen

CCCC Highway Consultants Co., Ltd., Beijing, 102629, China

Abstract: Most modern cities will build many bridge projects in order to ensure the convenience of traffic. The bridge project has changed from the traditional river crossing traffic project to an important functional structure for large cities to improve the level of traffic construction and ensure the convenience of people's travel. Large cities in China have built a large number of bridge projects in the past. With the use of bridges, their quality and service life have slowly changed. Although some bridges are intact in appearance, their structures have huge potential safety hazards. In addition, when our country first carried out urban bridge engineering construction, its management was not perfect enough, so there were missing or incomplete data, which led to the difficulty for bridge inspectors to obtain enough data to detect bridges when they learned about bridge information. In this paper, taking a bridge project as the research object, the detection and evaluation method of load test is used to analyze whether the bridge project is safe enough, so as to provide some reference for relevant practitioners and provide some support for improving people's travel safety.

Keywords: large cities; bridge inspection and evaluation; methods and application

1 大型城市桥梁检测评估方法分析

1.1 桥梁调查的方法

桥梁调查方法可以分为两类, 一种是桥梁结构历史和现状调查。这一调查模式主要从原始竣工资料和建设资料等着手, 具体要和桥梁所有单位进行沟通, 通过了解其建设资料和日常检修资料等进行初步的桥梁检测评估。但是若桥梁工程的资料出现缺失遗漏和虚假等问题时, 相关检测人员应当在使用检测仪器检测桥梁本身的同时, 积极走访该桥梁工程的建设人员, 从而获知该桥梁建设过程中的质量问题等。另一种是桥梁使用情况调查。这一调查模式是通过现场测量桥梁数据, 并将实际数据和桥梁工程竣工图纸进行对比, 从而了解桥梁工程的沉降状况和外观形变等, 从而为后期深入检测桥梁工程病害提供一定的数据和资料支持。

1.2 定期检测评估方法

1.2.1 定期检测内容

这一评估方法较为常用, 其主要检测范围为桥梁主体结构承重结构和其他附属结构等, 通过将关键结构的病害问题

分析到位来明确桥梁的安全状况。

1.2.2 定期检测要求

定期检测需交付专业机构负责, 通过签订定期检测合同来安排一定频率对桥梁关键结构进行检测和分析。该检测方法主要以检测人员目测为重点, 有必要时则应当使用简单的检测设备进行检测。

第一, 定期检测顺序。(1) 按从下往上的总体顺序检查, 即: 下部结构—上部结构—桥面系。(2) 构件按编号顺序检查。

第二, 定期检测的要求。首先, 对于部分较为直观且严重的桥梁病害, 应当使用醒目的标记工具比如红色油漆和记号笔等将病害位置标记清楚, 同时为了保证后续检修人员得以快速了解病害情况, 需要做好标识, 比如, 需要将病害发现的时间和病害情况进行描述。其次, 仅在现场标记是远远不够的, 应当在桥梁工程的档案中精准描述桥梁病害的基本情况, 比如大小和位置等, 同时应当辅以较为精简的图纸描述并对现场病害进行记录和拍照。最后, 在对桥梁工程检测完毕后, 应当尽快将病害问题整理到位。

通过文字和图片描述等将病害的情况提炼后,在后续的内部会议上开展讨论并研究病害出现的深层原因以及解决办法等。

1.2.3 检测评估方法

(1)《城市桥梁养护技术规范》中的评价单元划分:一级养护(大型桥梁和特种结构桥梁),其城市桥梁的安全状况可以分为合格和不合格两个级别。大型城市桥梁通常包括跨径多、全长的跨线桥和匝道桥。所以,上述这种较为简单的办法并不能应用于大型城市桥梁的检测需求,同时若按这种检测模式出具的检测报告也不能作为养护和病害处理的依据。

因此,本文采用11种不同类型的桥梁检验和评价方法,以每一桥或面道桥为评价单元,以每一组为评价子单元,对桥梁进行更为细致、系统的技术状态等级评估,在此基础上对全桥作出合宜与否的评定。评价过程是:第一个分单元(联合)评价。根据《城市桥梁养护技术规范》中BCI评分法对各子系统进行了评价。采用定期检测的模式并分层加权法来明确各个子单元的情况,之后将所有子单元汇总后进行综合评估。

在上述工作完成后,根据桥梁状况指数明确桥梁检测评估等级。之后开展单元技术评估,这一过程是建立在获得各个子单元评估数据之上的,将问题最严重的子单元摘出后,作为病害研究的重点对象进行分析和评估。之后针对桥梁整体进行评估。一般会评估结果根据不同单元的情况分为从A级到E级,其中,A级为所有单元均处于良好的状态,不仅外观无损害,桥梁内部也不存在安全隐患;B级则为良好状态,虽然存在一定的外观问题,但是桥梁结构整体较为稳定安全;C级则表示合格,这表示桥梁虽然存在一定质量问题,但不会发生重大安全事故;D级和E级则表示桥梁工程存在较为严重的安全隐患,桥梁本身不合格,若桥梁通行可能给人员安全造成威胁。

1.3 特殊检测方法

特殊检测办法需要借助精度较高且比较昂贵的检测设备,评估检测人员在初步判断桥梁病害存在之后,对桥梁的部分结构部件进行精细化且全面的调查和检测,从而充分了解桥梁工程的损害情况,为深入分析病害原因提供有利的支持,也为后续桥梁工程的结构修复提供更多的参考。

(1)混凝土强度检测应用回弹仪对桥梁主梁、域台等主要受力构件进行混凝土强度测试。若桥梁竣工时间较短且肉眼可见桥梁并无明显病害,则可以根据实际情况降低检测频率;但是针对与之相反的情况,比如年久失修且肉眼可见存在病害问题的桥段,应当增加检测次数。

(2)混凝土碳化深度测定是利用敌献试剂与碱会变成红色的化学原理,在干净的井眼上滴入龄欧液,从而测定混凝土的碳化程度。

(3)采用半单元电位法对钢筋锈蚀情况进行了分析,

以确定钢筋在混凝土过程中是否出现锈蚀,或者钢筋正在发生锈蚀的活动性。

(4)通过快速扫描和网格法测定钢筋的位置和混凝土保护层的厚度,以确定钢筋的腐蚀状况和保护层的厚度。

2 评估方法原理

城市桥梁的技术状态评价主要包括一级养护和二级养护两种。①I级养护的城市桥梁,按照其主要部件的损伤程度,以及对结构安全的影响,分为两个等级:合格和不合格。②II~V类养护城市桥梁,按照分级权重法进行评定,并将其分为A、B、C、D、E五个级别。首先,按照底层构件的缺陷和扣分的标准对检测构件进行打分,中间构件按照下级得分,按照指定构件的权重计算各构件的加权平均,再由各构件的权重计算出各构件的整体得分,得出桥体状况指标BCI。对桥梁的技术状态进行了评价,得到了较为客观的评价。

3 工程实例

3.1 桥梁概况

该桥是一座建成于2000年1月的混凝土简支梁桥,由左、右两个部分组成,单车道四车道;右幅是一座长54.0米的预应力混凝土中空板梁桥,分两跨,每跨20.0米;左段为一座简支T梁桥,根据现场测量,该桥全长39.0m,共2跨,缺少相应的数据。桥梁总宽度31.31m(1.76m人行道+12.80m行车道+2.5m中央分隔带+14.00m行车道+0.25m防撞护栏)。上部结构的左侧是一座简支T梁桥,右侧是一座预应力混凝土梁桥。

左幅T梁结构资料因为当年保存类型以书面材料为主加上资料多次转移,所以大部分资料已经丢失,剩余保存材料没有较大的参考意义。所以,相关检测人员在来桥梁工程现场后,进行了实测:左侧桥面包括7根T梁,其高1.3m、梁顶宽1.62m、下宽0.18m、腹板高1.15m、翼缘厚度0.1m。右幅为19块中空板,高0.9m,下宽1.0米,主要材料为40号混凝土,两侧桥面用钢板与现浇桥板进行横向连接。

3.2 桥梁荷载试验

3.2.1 设计控制荷载

该桥由左、右两幅,左右两幅桥的桥面交界处由钢板与现浇桥面板横向连接,这种连接方式对左右桥面的受力传递影响不大,故此加载试验没有考虑左右两侧桥面的横向连接,将左右两幅桥分别按各自的结构体系进行加载试验。为了确保此次桥梁加载的安全性,本桥在设计时没有考虑到梁底板的作用,而是采用了如下的荷载标准:80%的公路-II级荷载100%,公路-II级荷载100%,公路-I级荷载100%。车辆荷载按设计规范中的碰撞系数进行了计算,并用该公式计算了控制截面的内力(弯矩),并将其作为试验载荷的基础。本文以左幅T梁桥为实例,对其进行了分析。

3.2.2 测试截面及测点布置

按委托的要求,结合桥梁规模、受力特点,确定了试验断面的定位;根据现场条件,在第一跨距 0#桥台伸缩缝中心线 9.75 米的地方进行了 T 梁桥静载荷试验。

3.2.3 试验荷载

以本桥梁正常承重荷载为基础,根据测试截面内力等效理论开展荷载试验。该测试装载的汽车数量为 5 辆,三轴汽车,前后轴距 3.8m 至 4.2m,后轴距 $c < 2.0$ m,横向间距 1.8m,总重量 40.0t,前轴重量 10.0 t,中-后轴重 30.0t。在正式测试之前,所有装载的汽车都要进行称量。

3.2.4 静力荷载效率及荷载布置

试验期间的荷载布置如下所示:公路-II 级荷载标准为 80%,公路-II 级荷载为 100%,公路-I 级荷载为 100%。该荷载实验共有 12 种荷载状态。每 1 个荷载状态都严格按照 4-5 级的分级方法进行。下面只列出了左幅 T 梁桥在 80%荷载荷载标准下的 1 个静载状态下的试验效率和 ZJ1 断面 M+ max 断面的荷载分级加载配置示意图,其余荷载等级加载分级以此类推。

3.2.4.1 左幅 T 梁桥公路-II 级荷载标准 80%加载(表 1)

表 1 静力试验荷载效率

桥梁名称	工况名称	用车数量	控制部位	试验计算值 Nm	设计控制值	荷载
左幅 T 梁桥			3#	453.38	512.17	0.89
	ZJ1 截面 M'	3	4#	492.53	486.11	1.01
	正载加载					
		5		520	549.53	0.95

3.2.4.2 ZJ1 截面

M+max 截面正载加载荷载布置图

2.2.5 静力荷载试验检测结果

按照原设计的静力试验方案,对 T 梁桥进行了 6 种不同工况下的静压荷载。下面只列出了左幅 T 梁桥在 80%荷载水平下的 ZJ1 断面 M+ max 截面的实测数据。

3.2.5.1 试验荷载

在试验荷载下,由实测的应变和材料的弹性模量理论值,将测量到的应力值与实测值进行了对比,并与计算值进行了对比。左侧 T 梁桥 ZJ1 断面 M+ max 正荷载实测变形值与实测值的比较分析。

3.2.6 静力荷载试验结论

试验桥跨结构从 80%到 100%公路-II 级荷载标准,100%公路-I 级荷载标准-100%的静态试验,试验期间没有发现任何异常现象。

3.2.6.1 结构强度

在最不利静力试验荷载(公路-I 级工况)作用下:第一,左幅 T 梁实验桥段所得应力数值级别保持在正常范围

内,在施加的荷载解除后,测点的残余值比较小且桥跨结构在较短的时间内得到了恢复。第二,右幅空心板桥所得的应力值同样保持在正常范围内,施加的荷载解除后,测点的残余值比较小且桥跨结构在较短的时间内得到了恢复。这表明桥跨结构是可以满足正常使用的,同时满足我国桥梁结构强度的要求标准。

3.2.6.2 结构刚度

在最不利静力试验荷载(公路-I 级工况)作用下:第一,左幅 T 梁实验桥段挠度达不到设计计算值,在施加的荷载解除后,测点的残余值比较小且桥梁形变恢复能力较好;第二,右幅空心板桥实验桥段挠度达不到计算值,在施加的荷载解除后,测点的残余值比较小且桥梁形变恢复能力较好。这表明桥跨结构是可以满足正常使用的,同时满足我国桥梁结构强度的要求标准。但是因为桥梁设计时并没有将加固钢板的作用计算到,这使得实际挠度及应力设计控制值偏大,致使实测挠度及应力校验系数偏小。同时通过挠度检测及应力检测结果可知上部结构空心板梁及 T 梁横向分布规律正常。

3.3 试验桥跨主梁外观病害观测结果

该桥左右幅试验桥跨在试验荷载(试验顺序:公路-II 级荷载标准 80%→公路-II 级荷载标准 100%→公路-I 级荷载标准 100%)作用下测试截面,在其周边并没有观测到任何外观裂缝等,观测之前做过标识的病害后发现,病害并没有扩展。

3.4 病害成因分析

第一,桥梁工程投入运营后,通过了很多大型运输车辆,这些车辆往往存在超载的情况,所以桥梁外观,尤其是桥面受损情况较为严峻。

第二,虽然该桥梁工程在过去一段时间内进行了养护和病害处理,但是其处理方式往往为局部,并没有采取有效且完善的处理措施。同时,局部处理后,并没有保证养护时间达标便通车导致桥梁病害问题持续加重。

4 结论

综上所述,桥梁工程作为现代化大型城市的交通基础设施建设设施,对于维护地区交通便利意义重大。但是虽然桥梁工程的使用,其结构安全问题也逐渐暴露,很多建设年限已久的桥梁工程应当更重视其安全运营。本文采用分荷载等级的方式对桥梁进行加载:公路-II 级荷载标准 80%→公路-II 级荷载标准 100%→公路-I 级荷载标准 100%,进而分析桥梁的受力情况,从而获知桥梁工程多发病害的深层原因,从而为提高旧城桥梁安全性提供一定的帮助,也为从事桥梁工程检测的人员提供参考和借鉴。

[参考文献]

[1]李啸林.城市桥梁检测评估用车辆荷载模型研究[D].重庆:重庆交通大学,2020.
 [2]储一鸣.城市桥梁检测评估项目招标要求探讨[J].山

- 西建筑, 2019, 45(4): 238-239.
- [3] 东莞市人民政府关于印发《东莞市城市桥梁检测和养护维修管理办法》的通知[J]. 东莞市人民政府公报, 2018(8): 32-36.
- [4] 李朝晖. 城市桥梁检测与维修的规范化研究[J]. 价值工程, 2018, 37(28): 214-216.
- [5] 李朝晖. 武汉市城市桥梁隧道安全管理条例[J]. 长江日报, 2017(7): 6.
- [6] 王经镛. 城市桥梁社会化管养模式研究与探讨[J]. 江西建材, 2017(7): 156-157.
- [7] 高伟, 王富强, 杨钊. 基于桥梁检测车的桥梁检测方法探究及应用[J]. 汽车实用技术, 2017(4): 13-15.
- [8] 张泽民. 大型城市桥梁检测评估方法及应用分析[D]. 山东: 山东大学, 2016.
- [9] 邓长军, 张三峰, 唐英. 基于市场化管养模式的桥梁管理系统研究[J]. 工程质量, 2016, 34(11): 84-88.
- [10] 石坚. 桥梁检测中的静载试验研究[J]. 民营科技, 2013(2): 65.
- [11] 马超, 孙韦. 评述桥梁荷载试验的步骤及要点[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2013(7): 76.
- [12] 余西成. 旧桥静载试验及评定[D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2020.
- [13] 罗利华. 某旧桥静载试验检测及结构评定[J]. 科技风, 2015(6): 76.
- 作者简介: 和宇辰(1988-)男, 北京, 本科, 工程师, 桥梁。