

荷载试验在桥梁检测中的应用

李倩

江苏现代工程检测有限公司, 江苏 南京 210000

[摘要]随着我国当前交通行业的迅猛发展,作为交通运输部分的主要枢纽—桥梁,对于交通建设发展的重要性也是日益突出。因此,如何确保桥梁的安全、稳定运营便成为桥梁工程界最为关注的问题。而荷载试验作为目前一种重要的桥梁检测技术,无论是对于新建桥梁的施工质量验收,还是对于旧桥的运营承载能力检测,其检验结果都是十分精准的。本篇文章将主要针对荷载试验的主要技术内容进行简要分析,探究其具体的检测方法。

[关键词]桥梁;检测技术;荷载试验

DOI: 10.33142/sca.v4i2.3807

中图分类号: U446.1

文献标识码: A

Application of Load Test in Bridge Inspection

LI Qian

Jiangsu Modern Engineering Testing Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: With the rapid development of Chinese current transportation industry, as the main hub of transportation, bridge is becoming increasingly important for the development of transportation construction. Therefore, how to ensure the safety and stable operation of the bridge has become the most concerned problem in the bridge engineering field. As an important bridge detection technology, load test is very accurate for both the construction quality acceptance of new bridges and the operation bearing capacity detection of old bridges. In this paper, the main technical content of load test will be briefly analyzed and the specific detection methods will be explored.

Keywords: bridge; detection technology; load test

1 荷载试验概述

目前,在桥梁定期检测中,最为常见的是人工观测或采用一些设备仪器辅助进行现场测试,然而这些检测方法的不确定因素太多,需要现场的技术人员凭借丰富的经验进行主观性判断,因而检测效果往往不会太乐观,检测的成果只能作为一小部分参考,却无法直观的反应出被检测桥梁的整体内部性能。而荷载试验便可以实现传统人工检查所缺少的遗憾。

通常来说,荷载试验是分为静载试验和动载试验,静载试验是指在将荷载施加在桥跨结构的不同位置,接而在荷载静止状态下测取数据,以确定结构在静载作用下的工作状态;动载试验则是指活载以各种不同速度通过桥梁时,测量动应变、动位移等各种数据的变化,以判断结构在动载作用下的工作状态。

2 荷载试验的目的

对于新建桥梁来说,荷载试验不仅可以检验其施工质量,还可以判断其结构的实际承载力;对于老桥来说,荷载试验可以确定桥梁的结构受力性能以及营运能力。当前,在公路桥梁的运营情况不明确时,通常都会采用荷载试验方法对其进行检测分析,以确保桥梁的安全稳定。

值得一提的是,在桥梁的承载力分析过程中,必须要采用科学的理论方法进行计算,如果桥梁结构复杂,则还需在 ANSYS 等有限元软件中建立桥梁模型,通过对有限元模型进行加载试算来确定桥梁实际荷载试验时的荷载大小以及加载位置。

3 荷载试验所适用范围

一般来说,通常是已经投入使用 5 年以上的旧桥需要进行荷载试验分析,但很多时候在某些特殊情况或要求下,新建的桥梁也需要进行荷载试验检测。整体来讲,需进行荷载试验检测的桥梁主要有以下几种:(1)施工质量较差、没有设计图纸和施工资料,未能达到设计要求的桥梁;(2)桥梁竣工之后,在运营过程中出现过严重或较为严重的病害,可能会对该桥梁承载能力造成不良影响的桥梁;(3)尽管桥梁竣工验收后表明施工质量完好或运营期间一切正常,

但仍希望对其承载能力进行提升的桥梁等。此外，在某些特殊情况下的桥梁也会需要进行检测，如：桥梁经过维修、加固或者改造之后，为对工程效果进行验证而进行荷载试验分析，以便对该工程进行验收。

4 荷载试验在桥梁检测中的应用方法

4.1 静载试验方法

4.1.1 测点的选定

静载试验的测量点往往是选择在外观上有明显缺陷或者桥梁病害相对较多的桥跨、墩柱进行测试，这些部位的受力方式十分复杂，并且桥型又各不相同，这就使得在实际试验过程中，选择的试验加载界面和内容存在差异，具体如下表 1 所示。

表 1 几种常见桥型的试验加载截面及内容

| 桥型 | 截面位置及内容 |
|-----|--------------------------|
| 简支梁 | 主梁跨中的正弯矩、挠度；梁端剪力 |
| 连续梁 | 边跨 1/4 L 的正弯矩、挠度；中跨跨中正弯矩 |
| 悬臂梁 | 支点的负弯矩；悬臂端挠度 |
| 拱桥 | 拱顶弯矩、挠度；1/4 L 的弯矩、挠度 |
| 钢架桥 | 墩底弯矩；墩顶水平位移；中跨跨中正弯矩 |
| 悬索桥 | 塔脚截面内力；主缆内力 |
| 斜拉桥 | 塔顶水平位移；塔脚内力；索力 |

4.1.2 荷载加载方式和注意事项

在静载试验中，一个需要注意的原则是不能为了试验而对桥梁的整体结构性能产生破坏。因此，在确定试验荷载的过程中，首先需计算在设计荷载作用下，该桥梁控制截面所产生的最不利内力值，然后再按照预定的加载方式（如汽车加载、水箱加载等）对控制截面内力进行计算，并逐步调整试验荷载的加载部位及荷载大小，使试验荷载计算值接近或等于该最不利内力值。其中，在《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG J21-2011）中，规定试验荷载计算值与设计荷载作用下的最不利内力值的比值被称之为静力荷载加载效率 η_q ，并且建议 η_q 宜控制在 0.95~1.05 区间。需要注意的是，试验荷载加载计算方式一般采用控制截面影响线进行，在计算过程中，应注意确保试验荷载在该控制截面的设计内力值要大于其他截面上产生的内力值。

4.1.3 静载试验的数据分析与评价

在桥梁静载试验的数据分析、评价过程中，主要是通过校验系数 η 来判断。这里，校验系数 η 是表示在桥梁某个检测点处的静载实际测试数值与理论计算数值之间的比值。当 $\eta < 1$ 时，即表示该桥梁受力性能完好，运营能力安全稳定；当 $\eta = 1$ 时，即表示该桥梁的实际测试值与理论计算值相同；当 $\eta > 1$ 时，即表示所测试桥梁受力性能较差，存在安全隐患，必要时需要进行维修加固。

4.2 动载试验

导致桥梁振动的因素有很多，如汽车通过、风荷载、人群荷载等等。尤其高速行驶的汽车这些类似因素，极大的加剧了桥梁的振动，有时候甚至在桥底都肉眼看到桥梁的晃动。因此，车辆振动和其他的动力荷载已成为桥梁设计、施工以及养护等方面的重要因素之一。如今，桥梁的振动问题一般多采用现场测试和数据分析相结合的方式，因此动载试验已成为解决桥梁结构的一种重要手段。

整体来说，桥梁动载试验是利用某种激振激起桥梁结构的振动，从而测定桥梁结构的固有频率、阻尼比、动力冲击系数、动力响应等参量的试验项目，继而从宏观角度去判断该桥梁结构的整体刚度以及运营性能。其中，自振频率主要通过环境脉动激励试验和激振器强迫振动试验所测得，振幅、冲击系数的测试方法通过车辆跑车试验测得，阻尼比则是通过车辆跳车试验及制动试验所测得。

4.2.1 环境脉动激励试验

环境脉动激励试验与桥梁附近的激励源类别、特性是息息相关的。然而现实中很多桥梁附近的激励源都难以确定，有时甚至存在多个激励源，所以，具体操作一般是环境脉动激励输入接近随机白噪声，通过振动信号分析得出结论。

这种方式非常适用于超大跨桥梁结构检测。

4.2.2 强迫振动法

强迫振动法是利用专门激振装置，对桥梁施加激振力，使之产生强迫振动，借助于共振来确定结构的动力特性。虽然此种检测手段精度较高，可以宏观掌握桥梁整体结构特性，但该试验所需条件太过于苛刻，不仅需要中断交通，而且检测周期十分漫长，因此目前使用率不高。

4.2.3 车辆冲击试验

车辆冲击试验又可分为跑车试验、跳车试验和制动试验。如跑车试验时，多是采用车辆以不同速度行驶过试验桥梁，使桥梁产生不同程度的强迫振动，试验中动力响应最大的频率即结构的固有频率，从而对不同工况下桥梁结构的振幅、冲击系数以及阻尼比等进行分析。其中，实际试验检测所得数据的准确性和车速、桥梁类型以及路面平整度等外部因素都有很大关系，因此这些试验都需重复进行多次才可有效减少随机发生的各种误差。

5 结语

我国桥梁事业一直是处于一个迅猛发展的阶段，各种新兴技术也是层出不穷。那么作为桥梁检测行业来说，努力、专业地做好桥梁各项检测，保证桥梁的运营安全，这对于人民的出行安全乃至社会的经济发展都有着巨大的作用！

虽然桥梁荷载试验较为复杂，所需成本、设备以及对操作人员技术性要求都较高，但相比于传统的简单、偏感性化的目测法、无人机等检测方式来说，无疑是精确了很多，同时也可以大大提升该检测公司在同行业桥检中的专业地位。

[参考文献]

- [1] 韩冬琴, 宁占金. 荷载试验在公路桥梁检测中的应用[J]. 科技与企业, 2013(18): 224-224.
- [2] 曹鸿飞, 曹鸿飞, 齐攀攀. 分析公路桥梁荷载试验检测的方法[J]. 科学与财富, 2017(24): 34.
- [3] 张殿明. 荷载试验在桥梁中的应用分析[J]. 黑龙江交通科技, 2014(1): 126-127.
- [4] 胡卉. 桥梁检测的方法探究[J]. 住宅与房地产, 2018(28): 214.
- [5] 李斌, 刘志钢. 公路桥梁检测技术分析及其应用[J]. 建材与装饰, 2018(31): 264.

作者简介: 李倩 (1986.1-), 女, 毕业院校: 江苏大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 江苏现代工程检测有限公司, 职务: 主办专业师, 职称级别: 工程师。