

# 城市桥梁安全的鉴定与维护加固方法研究

冯 源

沈阳市市政工程设计研究院有限公司 辽宁沈阳 110016

**摘 要:**我国桥梁工程建设发展快速, 所得成果举世瞩目。作为关系到国民出行与国家经济的重要基础设施, 城市桥梁工程的安全性、稳固性与耐久性至关重要。桥梁工程的发展离不开材料科学、施工技术等的进步发展, 同时也离不开实验检测技术及维护加固技术的发展进步。本文运用文献法、调查法对城市桥梁安全的鉴定检测技术及维护加固方法展开探究论述, 提出几项观点与建议, 希望能为相关实践工作的开展提出些许理论参考。

**关键词:**城市桥梁; 检测鉴定; 维护加固

## Study on safety appraisal, maintenance and reinforcement of Urban Bridges

Yuan Feng

Shenyang Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd. Shenyang 110016, Liaoning

**Abstract:** the bridge engineering construction in China has developed rapidly, and the achievements have attracted worldwide attention. As an important infrastructure related to national travel and national economy, the safety, stability and durability of urban bridge engineering are very important. The development of bridge engineering is inseparable from the progress of material science and construction technology, as well as the development of experimental detection technology and maintenance and reinforcement technology. This paper discusses the identification and detection technology and maintenance and reinforcement methods of urban bridge safety by using the methods of literature and investigation, and puts forward several views and suggestions, hoping to put forward some theoretical references for the development of relevant practical work.

**Keywords:** urban bridge; Inspection and identification; Maintenance reinforcement

城市桥梁结构属于一个有机的统一体, 桥梁结构在施工与使用期间都会受到环境、材料等诸多因素影响。为保证桥梁结构安全, 须了解桥梁结构在荷载作用下的工作状况, 而掌握桥梁结构工作状况的一个有效手段就是检测试验, 通过及时科学的试验检测, 准确掌握桥梁受荷载及在荷载作用下的工况, 在此情况下从设计、施工及运维等环节入手优化桥梁结构, 保证桥梁结构的安全性与稳定性, 保障公众出行安全。

近些年, 我国大跨径桥梁的数目不断增多, 工程规模也不断扩大, 技术更是趋于复杂, 桥梁工程的建设质量更难保证, 与桥梁有关的安全事故也在不断增多。2010年7月24日河南伊河汤营大桥坍塌, 事故造成50人遇难, 给社会带来很多负面影响; 2012年8月24日哈尔滨机场高速阳明滩大桥主桥坍塌, 3人在此事故中死亡, 5人受伤。<sup>[1]</sup>根据调查发现, 造成以上事故发生的一大重要原因就是桥梁试验检测做的不到位, 对桥梁的工作性

能了解不足, 从而难以预防与规避桥梁坍塌事件的发生。由此可见, 在城市桥梁工程中, 试验检测与维护加固至关重要。下面结合实际, 对城市桥梁试验检测技术与维护加固方法做具体分析。

### 1 城市桥梁试验检测技术方法分析

#### 1.1 桥梁调查方法

在对城市桥梁结构进行调查时, 可通过桥梁管理单位, 获得桥梁原始技术资料及维修、养护记录, 掌握桥梁历史状况与当下状态, 为后期的评估鉴定打好基础。需注意的是, 调查过程中如果遇到某些技术资料丢失的情况, 应通过走访有关单位或当事人详细询问搜集有关桥梁技术情况, 尽可能获得最全面、最完整的技术资料。为掌握桥梁使用情况, 要采用现场量测法对桥梁结构物尺寸进行量测, 并将量测结果与竣工图对比, 进一步确认结构物的尺寸, 为后期的维护加固工作提供便利。<sup>[2]</sup>

#### 1.2 桥梁定期检测方法

定期检测是对可检测范围内的桥梁主体及其附属设施进行检测,通过检测获得桥梁缺损、病害信息,获得检测资料,依据该资料对桥梁病害程度评级。定期检测内容包括桥面检测,桥梁上部结构检测与下部结构检测。在做定期检测时,要对桥面铺装情况进行检测,检测桥面铺装是否平顺,有无车辙、拥包、裂缝及坑槽等质量问题。对桥头与路堤连接部进行检测,重点检测桥头与路堤连接部是否存在高差,有无桥头跳车现象等。定期检查城市桥梁的伸缩装置,检查伸缩装置有无存在渗水、橡胶条老化、伸缩缝堵塞、伸缩缝不能正常伸缩、钢板翘曲、变形等问题。定期检查桥梁排水设施,对桥梁桥面纵横坡排水情况做详细、重点检查,对锥坡塌陷情况也进行检测。定期检查桥梁的护栏、栏杆等安全防护部分,查看护栏与栏杆是否出现缺件、错位、松动及锈蚀等问题。<sup>[3]</sup>对城市桥梁的照明、人行道等也定期检查,检查桥上交通设施、照明设施是否损坏,结构物内供养护检修的照明系统是否完好;人行道各构件是否有缺陷、缺件问题,人行道各构件是否牢固,有无裂缝等病害等。

在对城市桥梁做定期检测时,要组建或聘请专业的桥梁检测队伍,采用专门的检测仪器,由专业人员对桥梁做接触式检测。检测时按照先下部结构、再上部结构、后桥面系的顺序规范检测。对于待检构件,按照编号顺序认真检查。在定期检测城市桥梁时,要标出发现的病害,并对每处病害的位置、形状、类型及尺寸等做详细记录,用专业设备对病害拍照存档,如果有必要,还应以草图的形式对病害进行描述。<sup>[4]</sup>

### 1.3 桥梁特殊检测方法

进行特殊检测时,使用精密检测仪器,通过检测发现一般检查未能发现的损伤,并了解损伤产生原因、范围以及程度、影响后果等,为桥梁的维修加固提供参考依据。

①混凝土强度检测。在检测混凝土强度时,使用回弹仪测试主要受力构件(如墩台、主梁等)。检测时先进行目测,划分出损坏程度较轻的跨段与较重的跨段,然后对外观质量明显较好的跨段适当减少检测次数,以提高整体的检测效率,降低桥梁检测成本。

②混凝土碳化深度检测。进行混凝土碳化深度检测时,在清洁的钻孔上滴适量酚酞试剂,利用酚酞试剂来测量混凝土碳化深度。

③钢筋锈蚀状况检测。检测钢筋锈蚀情况时,应用半电池电位法,对锈蚀部位的电位进行检测,根据检测结果判断混凝土中钢筋发生锈蚀的概率。

④钢筋位置及混凝土保护层厚度检测。检测钢筋位置时,采用快速扫描法,将箍筋钢筋位置、纵向受力钢筋位置快速检测出来;用网格法检测保护层厚度并得到相应数据。通过检测,对桥梁结构中钢筋的分布情况及构件配筋的基本数据等进行了解与掌握,并将实测数据

与设计值对比,对结构的混凝土、保护层厚度是否满足设计要求做出判断。<sup>[5]</sup>

⑤裂缝深度检测。在检测城市桥梁结构裂缝时,用超声法对裂缝位置、范围及深度等做出精确检测。检测过程中可选取有代表性的裂缝进行深度测试,并根据测试结果对裂缝严重程度做出判断。

### 1.4 荷载试验检测

①静载试验。开展桥梁荷载静载试验时,首先要根据试验要求、试验目标等科学选取测试截面,同时准确确定荷载工况。选取测试截面前,先详细分析桥梁结构,再根据设计最不利荷载工况下内力、应力、挠度、变形及裂缝产生的情况确定测试截面的布置。

布置荷载试验的测点时,有两项工作要开展,一是分析与布置位移挠度测点,二是分析与布置应变测点。布置测点时,需明确测试内容与测试需要,了解城市桥梁结构的受力特征等,在此基础上科学布置,确保测点可操作,且最终的测试结果具有客观性与代表性布置的测点最好能反映出应边沿截面高度的分布特征。

开展静载试验时,先安排人员到达实验地点对试验点的环境情况,桥梁结构情况等进行勘察,获得第一手资料,对资料进行分析计算后,以国家及行业的有关规定与要求为依据,将桥梁荷载试验的测试孔跨确定下来,对测试仪器进行调整。在测试前,做好各项准备工作,包括操作加载车辆到位,完成车辆装载;清理测试地点及周边环境,确保桥面不遗留有杂物;分类标记各工况下的加载位置;完成静载测试放样等。试验时,对每一工况都进行分级加载,每一道车辆分批次同时进入,然后逐层递增。每级加载稳定时间控制在15分钟,在这期间内做好观测,确定桥梁结构响应,待结构的变位达到稳定后,进行下一级加载。<sup>[6]</sup>

②动载试验。进行桥梁动载试验具有以下两个目的:测试、了解桥梁结构的自振特性;测试,掌握桥梁结构的动力响应。进行动载试验时,也需设计方案对桥梁自振特性参数进行检测与分析,进而比较准确地掌握桥梁的动力性。当前测试桥梁结构自振特性参数的常用方法有三种,分别是环境随机振动法、强迫振动法以及自由振动衰减法等。这三种方法有不同的原理与技术要点,在实际的试验工作中可根据具体的环境条件、测试要求等科学选择,合理应用。

## 2 城市桥梁维护加固方法研究

随着桥梁使用年限的增加与城市交通量的增大,城市桥梁结构的老化与磨损程度会不断加重,桥梁结构的安全性及可靠性不断降低。在此情况下,必须采用科学可行的加固方法对城市桥梁进行加固处理,以防止交通安全事故的发生。下面结合实际,对城市桥梁加固方法做具体分析。

### 2.1 增大截面加固法

增大截面加固具体来说就是将桥梁受力构件的截面增大,从而让桥梁结构构件的受力面积增大,让桥梁结构构件的刚度与承载能力得到增强。在对桥梁结构构件截面进行增大处理时,可采用植筋(在原有桥梁结构中植筋,使新增加截面和原有截面连接为一体)等具体的做法来达到加固桥梁结构的目的。<sup>[7]</sup>

### 2.2 钢板粘贴加固法

钢板粘贴加固法也是当前比较常用的一种桥梁加固方法,该加固方法的原理是:通过将高强度的钢板粘贴在桥梁混凝土结构薄弱部位或受拉区,来增强桥梁结构的承载力,提高桥梁结构的安全性与稳定性。在使用该方法对桥梁结构加固时,原桥梁混凝土结构会与新粘贴上的钢板成为一个整体,共同承受车辆荷载,使钢板的强度优势充分发挥出来,让桥梁结构构件的抗裂性、承载力及刚度等都得到显著增强。

### 2.3 粘贴碳纤维复合材料加固法

碳纤维复合材料是一种先进、可靠的加固材料,当前被广泛用于混凝土梁抗弯加固、板桥抗弯加固等领域。在采用该方法对桥梁结构进行加固时,可优先考虑高轻质的FRP材料。粘贴碳纤维复合材料加固法的具体应用流程如下图所示。

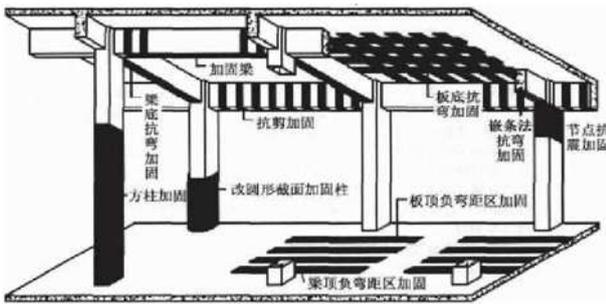


图1 粘贴碳纤维复合材料加固法示意图

### 2.4 桥面补强层加固法

桥面补强层加固法是一种比较实用的加固方法,在应用该方法对城市桥梁结构进行加固时,需先将旧桥面凿除,然后通过增设附加构件或改变承重构件边界条件等措施将既有桥梁受力状况改变,将原有桥梁结构的承受应力减少,整体承载力增强,从而达到加固桥梁结构,提高桥梁结构安全可靠性的目的。

### 2.5 体外预应力加固法

体外预应力加固法也是一种比较常用的加固方法,在对高应力状态下的桥梁结构进行加固处理时,可优先考虑体外预应力加固法,科学、规范地使用该方法可有效提高桥梁结构的抗裂性、刚度及承载力,提升桥梁结构的安全性。应用体外预应力加固法加固桥梁结构时,先将预应力材料设置在梁的下缘受拉区地点,然后以张拉的方式,对梁体施加偏心预应力。梁体在偏心预应力

的作用下发生上拱,将部分自重应力消除,这样桥梁结构的受力情况就得到改善,桥梁结构变形与裂缝问题也得到改善,桥梁结构的抗裂性、刚度及承载力得到提高,桥梁结构的安全性与稳定性得到增强。<sup>[8]</sup>体外预应力加固法有优点也有缺点,优点有见效快,加固效果好等;缺点是节点构造复杂,锚头增多等。

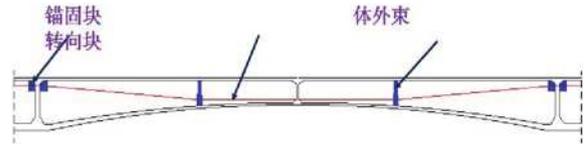


图2 体外预应力加固法示意图

### 2.6 改变结构体系加固法

改变结构体系加固法也被叫做体系转换法,这种加固方法是通过将静定结构转变为超静定结构,将原结构体系变为新结构体系等,达到减少梁内应力,提高桥梁结构承载力的目的。研究与实践证明,改变结构体系加固法是一种比较科学、有效的桥梁结构加固方法。采用该方法对桥梁结构进行加固时,主要是通过增设附加构件,或者是对原有桥梁结构进行技术改造,使桥梁受力状况、受力体系发生根本性转变,使桥梁承重构件的应力减小,桥梁整体的承载力增强。

## 3 结语

综上所述,桥梁检测试验与维修加固是掌握桥梁结构、了解桥梁工况,提升桥梁安全性的重要措施。在当前背景下要高度重视桥梁检测试验检测与维修加固工作,并依据国家有关规范与行业标准,根据桥梁具体情况合理选择桥梁检测试验检测技术,科学编制与规范落实桥梁加固方案,有效提高桥梁结构的安全性、稳固性与耐久性。

### 参考文献:

- [1]朱红军,孙建锋.城市桥梁维修加固施工技术研究[J].绿色环保建材,2020(06):136-137.
- [2]李申惠.城市桥梁结构病害处理及加固设计[J].建筑技术开发,2019,46(15):123-124.
- [3]王宏.城市混凝土桥梁加固方案设计及综合优化分析[D].长安大学,2019.
- [4]谭学民.城市桥梁检测与加固关键技术研究及产业化.广东省,广州市建筑科学研究院有限公司,2018-06-05.
- [5]韩箫.城市桥梁大修加固关键问题研究[D].北京建筑大学,2016.
- [6]莫伟.浅谈城市桥梁的加固维护管理[J].江西建材,2015(20):152.
- [7]郝宝永.城市桥梁裂缝成因分析及防治研究[D].哈尔滨工业大学,2015.
- [8]张广元.预应力混凝土桥梁检测评定与加固设计的研究探索[D].北京市市政工程研究院,2015.