

# Application of Nondestructive Testing Technology in Bridge Steel Structure

Zongkai Bao

Yangzhou City Jianyuan Engineering Supervision Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225000, China

## Abstract

With the continuous development of China's economy, bridge engineering construction is also gradually increasing, steel structure bridge is widely used because of its characteristics of China's traffic engineering construction. Steel structure bridge is one of the most widely used forms of bridge structure at present, but the defects of steel structure bridge are difficult to avoid, especially in the process of use, steel structure bridge may occur local damage, which will affect the carrying capacity of steel structure bridge, so it is necessary to test the steel structure bridge. Therefore, it is necessary to test it in the use process of steel structure bridge.

## Keywords

nondestructive testing technology; bridge steel structure; application strategy

## 试析无损检测技术在桥梁钢结构中的应用

鲍宗凯

扬州市建苑工程监理有限责任公司, 中国·江苏·扬州 225000

## 摘要

随着中国经济的不断发展,桥梁工程建设也逐渐增多,钢结构桥梁因其具有自重轻、强度高、结构可靠等特点,在中国的交通工程建设中被广泛使用。钢结构桥梁是目前应用最为广泛的桥梁结构形式之一,但钢结构桥梁的缺陷是难以避免的,尤其是在使用过程中,钢结构桥梁可能会发生局部损伤,这将影响到钢结构桥梁的承载能力,所以对钢结构桥梁进行检测十分必要。因此,在钢结构桥梁使用过程中需要对其进行必要的检测。

## 关键词

无损检测技术;桥梁钢结构;应用策略

## 1 引言

在中国,对桥梁钢结构的检测主要是以无损检测为主,也就是通过先进的检测仪器和技术手段,对桥梁钢结构的内部缺陷和外观质量进行全面的检测,并通过相应的分析来对桥梁钢结构进行有效的评估。桥梁钢结构无损检测技术主要包括超声波检测、磁粉检测、渗透检测以及涡流检测等多种无损检测技术。这些无损检测技术虽然各自都有其独特之处,但它们都是为了更好地保证桥梁钢结构施工质量而设计开发出来的。因此,在实际应用过程中需要对每种技术进行合理地选择与搭配,才能达到更好的无损检测效果。

## 2 概述

无损检测技术是一门新兴的综合性技术,在国民经济和国防建设中发挥着重要作用。无损检测技术是根据不同的需要,选择不同的检测方法,从不同的角度、采用不同的

检测技术和检测仪器,对被检对象进行一种或多种缺陷的检测,从而获取被检对象内部和表面的相关信息,用于评定被检对象质量状态和对被检对象进行评价。无损检测方法是指不损伤或最大限度地减少对被检对象造成损害的一种检验方法。

## 3 钢结构桥梁无损检测新技术的类型

### 3.1 射线无损检测

射线无损检测是利用 X 射线、 $\gamma$  射线以及中子射线来检测桥梁钢结构中存在的缺陷,从而判断出桥梁钢结构的质量情况。在进行检测时,工作人员需要通过对射线源、探测器以及显像管等设备进行合理安装,从而确保检测的有效性、准确性。通常情况下,在对桥梁钢结构进行检测时,需要对其表面、内部缺陷进行科学分析,并且对于焊缝、夹渣以及气孔等缺陷进行准确识别。通常情况下, X 射线可以分为  $\gamma$  射线以及中子射线两种类型。其中  $\gamma$  射线具有穿透能力强、灵敏度高、能量密度大等特点,能够有效穿透物质、实现对材料内部缺陷的检测。在实际应用中,  $\gamma$  射线属于一

【作者简介】鲍宗凯(1971-),男,中国江苏兴化人,本科,研究员级高级工程师,从事工程质量缺陷研究。

种高能射线,其在穿透能力方面具有非常显著的优势,因此在检测时,可以利用 $\gamma$ 射线来对桥梁钢结构进行检测。但是由于受到照射剂量以及照射条件等因素的影响,其穿透能力不能保证完全覆盖目标材料。此外,在对桥梁钢结构进行检测时,还需要保证检测角度与深度等符合实际情况。一般情况下,可以选择竖向或者平行于工件表面进行检测。通常情况下,在进行检测时,可以采用双源法或者单源法,来对桥梁钢结构中存在的缺陷进行分析。其中双源法主要是指将两台X射线源同时放到工件表面进行照射;单源法则是将一台X射线源单独放置在工件表面进行照射。通常情况下,对于一些厚度较大的工件而言,可以利用双源法来对其进行检测。在进行检测时需要注意以下几点:①为了保证检测结果的准确性与可靠性,相关工作人员需要对探伤设备进行合理安装;②在实际应用中,需要按照规定的辐射防护距离来对桥梁钢结构进行照射;③为了能够实现对射线的有效控制与利用,需要保证设备之间的距离以及角度等符合要求;④在进行检测时,需要对设备进行合理安装并对其周围环境进行检查;⑤为了保证桥梁钢结构的质量状况能够被清晰观察到,需要在设计时考虑到相关因素。

### 3.2 超声检测

超声波是一种穿透力极强的电磁脉冲波,其具有较高的频率,且波速较高。在现代桥梁钢结构检测中,主要使用超声波进行检测。超声波作为一种常见的无损检测技术,它具有非接触性、测量速度快、测量精度高以及成本低等优点。因此,在桥梁钢结构无损检测中得到了广泛的应用。在桥梁钢结构中使用超声波检测技术,首先要选择适当的换能器来对工件进行声束发射;其次将声束发射到被检测工件上;最后将探头放入工件中,利用超声探头接收到的声波信号来对被检工件的内部缺陷进行识别<sup>[1]</sup>。超声波检测技术具有操作简单、测量精度高、成本低以及便于实现自动化等优点。然而,由于超声波在传播过程中会受到各种因素的影响,如介质、厚度以及探头等,因此其在实际应用中也存在一定的局限性。超声检测技术对空气以及水等介质具有一定的敏感性,超声波传播路径中存在着较大的曲率半径,这就导致超声波在传播过程中容易产生反射,由于在工件表面会存在一定的缺陷以及杂质等,会对超声波接收到的信号产生影响。因此,在桥梁钢结构无损检测中要想达到更好的检测效果就必须要注意对其进行合理地选择与搭配。现阶段中国采用超声检测技术对桥梁钢结构进行无损检测时一般选择压电换能器。

### 3.3 磁粉探伤法

磁粉探伤法是一种利用铁磁性材料表面或近表面处存在的漏磁场对磁粉进行吸附,从而发现被检测材料内部缺陷的一种无损检测方法。在桥梁钢结构检测中,通过对桥梁钢结构的焊接接头、焊缝、钢轨以及混凝土等进行磁粉探伤,能够有效发现桥梁钢结构中存在的各种问题,在检测过程中

需要注意以下几个方面:①选择合适的磁化设备。在实际检测过程中,磁化设备应该根据桥梁钢结构的类型进行选择,如桥梁钢结构的类型为焊接结构时,则可以选择双线圈磁化设备。双线圈磁极具有较高的灵敏度和较大的磁通量,且双线圈磁极可以产生一种磁致伸缩效应,进而能够有效控制材料表面出现漏磁场。由于桥梁钢结构具有较高的强度,因此在进行磁粉探伤时,可以选择铝、铜等较为坚固且具有较好抗腐蚀性能的材料。另外,由于桥梁钢结构中存在着大量的杂质,因此在进行磁粉探伤时要选用能够有效吸附杂质的材料,如:氧化铝、氧化铁等。②合理控制磁化时间。在桥梁钢结构检测过程中,可以选择先短时间磁化然后再长时间磁化的方式进行检测,这样能够有效避免漏磁现象的发生。在进行桥梁钢结构检测时需要采用专门的探伤工艺,如焊接接头、焊缝以及钢轨等。由于桥梁钢结构中存在着较多缺陷,因此在进行探伤时要选用专门针对缺陷检测的工艺。在实际检测过程中,要选择专业素质较高、责任心强、专业知识扎实以及经验丰富且具有较强动手能力和安全意识的人员进行检测工作,以免由于工作人员不能及时发现问题而造成严重后果。在实际检测过程中要严格按照国家有关规定来进行操作,以免由于违规操作而造成严重后果。

### 3.4 涡流检测技术

涡流检测技术是一种非接触式的检测技术,其原理是通过检测导体在磁场中的运动状态来判断导体的性能,通过将涡流技术应用于钢结构中能够有效实现对钢结构构件内部缺陷的检测。涡流技术与磁粉检测技术有一定的相似性,都是利用工件表面存在缺陷时,其周围会产生感应电流,这种电流会使被测金属中产生涡流。不同的是,磁粉检测技术是利用被测物体内部存在缺陷时,在其周围会产生感应电流,通过检测这种电流可以对被测物体的内部缺陷进行检测。涡流检测技术与磁粉检测技术相比较而言,具有不接触、不损伤被测物体的特点,因此,可以广泛应用于金属和非金属材料以及构件的质量检测。但是该技术在实际应用中还存在一些问题,如该技术需要采用专业设备和专业人员才能够进行操作和使用,并且涡流检测技术存在一定的局限性,不能对缺陷进行全面的检查。

### 3.5 渗透无损检测

渗透无损检测主要是指被不对的检测对象造成损伤的情况下,利用渗透液来渗透工件表面的缺陷,并通过观察渗透液所产生的作用,对缺陷的形态、大小以及分布进行分析,以此来判断缺陷是否存在<sup>[2]</sup>。在桥梁钢结构无损检测时,渗透无损检测主要是利用了其不对被检工件产生损伤的优势,通过在被检工件表面均匀地涂抹一层渗透剂,然后再通过加压将渗透液涂抹在被检工件表面,并在被检工件表面形成一层渗透膜。当渗透剂的渗透作用逐渐完成之后,将会对缺陷产生一定的影响,若缺陷不够明显,则会造成很好的检测效果。通过对渗透无损检测结果进行分析,可以了解到被检工

件的缺陷情况。在桥梁钢结构无损检测中,渗透无损检测主要是利用了其不对被检工件产生损伤的优势,能够对其内部存在的缺陷进行直接、准确的检测。同时还可以对桥梁钢结构中存在的裂纹、气孔等情况进行有效检测。但是在桥梁钢结构无损检测中也存在一些问题。例如,渗透液容易挥发,如果控制不好,将会造成被检工件出现腐蚀情况等。因此,在实际应用中,一定要根据实际情况选择合适的检测方式与方法。

#### 4 钢结构桥梁无损检测技术的应用

桥梁钢结构中焊接接头是钢结构安全的重要一环。对于焊接接头的质量,是决定桥梁钢结构的整体工程质量的关键。钢结构焊接接头的焊接过程的误差控制要做到非常严格,而焊接过程中由于人为操作不当、构件组装偏差等造成的结构应力等一些因素,会造成钢结构构件出现缺陷。桥梁钢结构焊接接头的常见缺陷有咬边、表面气孔、表面裂纹、夹渣、未熔合、未焊透和裂纹等。

在对这种缺陷进行无损检测的方法,如超声波检测技术在桥梁钢结构中主要用来检测翼缘板、腹板、底板对接焊接接头和部分 T 型焊接接头等部位:射线检测的对象主要为翼缘板、腹板和底板对接焊接接头,其中翼缘板对接焊接接头的质量最为关键。超声波检测技术和射线检测技术一般用来检测焊接接头的内部缺陷,并对缺陷进行定性、定位和定量,对于超标缺陷应进行返修,返修后还应进行复检。磁粉检测、渗透检测和涡流检测是在外观检查、超声波检测和射线检测结束之后进行,一般用于检测焊接接头的表面及近表面缺陷,发现超标缺陷也应进行返修,返修后复检。

#### 5 未来的主流无损检测技术探讨

近年来,中国经济社会发展取得了举世瞩目的成就,但与此同时,随着经济发展进入新常态,中国在转型升级中遇到的矛盾和问题也日益凸显<sup>[3]</sup>。在这样的背景下,我们不仅要做好传统产业的改造升级,还要注重发展新兴产业、未来产业等未来经济增长点。而新技术的应用,则是新兴产业

发展的重要依托。在当前形势下,新技术的应用也就成为了中国经济社会发展的一个重要方向。无损检测技术作为一种新兴技术,其具有传统检测手段无法比拟的优势。例如,无损检测技术可以在不损坏被检材料和构件内部结构的情况下,实现对材料和构件进行内部缺陷或性能等方面的检测。这些优势在当前中国经济社会发展中发挥着越来越重要的作用。例如在航空领域中,无损检测技术可以用于飞机机身、机翼、机轮等重要结构部件和材料内部缺陷及性能等方面的检测。在压力容器领域中,无损检测技术可以用于管道、塔罐等压力容器的壁厚测量和结构强度核算。在电力行业中,无损检测技术可以用于变压器铁心缺陷等方面的检测。在冶金行业中,无损检测技术可以用于钢板、钢带等材料厚度测量和应力分析等方面。无损检测技术发展迅猛,其应用领域也越来越广泛,并逐渐成为了中国经济社会发展中不可缺少的一部分。

#### 6 结语

无损检测技术由于不损坏被检对象,因此能够实现对钢结构桥梁的检测,这对保障钢结构桥梁的安全有着重要意义。对于钢结构桥梁,可以采取常规无损检测技术来对其进行安全评价;对于特殊部位,如焊缝、焊趾、焊接缺陷等部位,可以采用局部无损检测技术来进行检测。对于常规无损检测技术来说,虽然能够对钢结构桥梁的主要材料及连接焊缝进行检测,但是对于焊缝内部的缺陷则很难检测出来。局部无损检测技术可以将被检构件的局部缺陷及损伤显示出来,这有利于及时发现构件内部的问题,并采取针对性措施进行加固处理。

#### 参考文献

- [1] 朱凯华.无损探伤技术在钢结构产品检测工艺中的应用[J].科技风,2019(31):151.
- [2] 孙杰,甄宗标.红外热成像技术在桥梁钢结构涂装检测中的应用[J].世界桥梁,2019,47(5):69-73.
- [3] 丁爱香.超声波无损检测技术在建筑钢结构焊缝检测中的应用[J].建材与装饰,2019(19):63-64.