

无损检测新技术在钢结构桥梁中的应用探讨

吴岳

江苏现代工程检测有限公司, 江苏 南京 210049

[摘要] 钢结构桥梁是当前的一项重要的桥梁建筑基础设施, 它不仅关系到国家的经济发展, 还能够保障人们的安全。为了确保它的可靠性, 应该采取无损检测技术来检查它的缺陷, 以确保它的质量和长期使用寿命, 并且在检测中发现问题知乎需要及时地进行解决, 才能够有效地保障桥梁的稳定与安全。以下详细分析了超声波、磁粉、射线和渗透等钢结构桥梁检测技术的优势与不足, 并且深入探讨了它们在钢结构桥梁建设中的实际应用。

[关键词] 无损检测; 钢结构桥梁; 技术应用

DOI: 10.33142/ec.v6i6.8501

中图分类号: TG1

文献标识码: A

Discussion on the Application of New Non-destructive Testing Technology in Steel Structure Bridges

WU Yue

Jiangsu Modern Engineering Testing Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210049, China

Abstract: Steel structure bridges are currently an important bridge building infrastructure, which not only relates to the economic development of the country, but also ensures people's safety. In order to ensure its reliability, non-destructive testing technology should be adopted to inspect its defects to ensure its quality and long-term service life. In order to effectively ensure the stability and safety of the bridge, it is necessary to promptly solve problems discovered during testing. The following provides a detailed analysis of the advantages and disadvantages of ultrasonic, magnetic particle, radiographic, and penetration testing technologies for steel structure bridges, and delves into their practical applications in the construction of steel structure bridges.

Keywords: non-destructive testing; steel structure bridge; technology application

引言

随着经济的不断增长, 建设高品质的钢结构桥梁已经变成了当今我国重点建设的领域, 它们的安全、可靠性、耐久性等特点, 对于保障公众出行安全、改善人们的出行体验, 都具有重大意义。随着科技的不断推陈出新, 无损检验技术已变成当今检验领域的重要手段。尤其是针对钢结构桥梁, 它能够更加准确地检测出结构中的瑕疵和损坏, 从而拉长它们的使用期限, 保证它们的运行稳定和安全, 为社会的经济发展作出重要贡献。由于社会的发展以及居民生活质量的改善, 我国的汽车拥有率呈现出稳定上升的趋势。

1 钢结构桥梁无损检测新技术的类型

1.1 磁粉检测技术

通过使用磁粉测量高新技术, 可以更精确地辨识和修补桥梁钢构中的铁磁性强度材质。这种方式首先要保证该建筑材料的表层没有任何问题, 然后使用外界的电磁来进行补偿作用, 从而使得补偿作用效率更佳。此外, 还需要使用专门的光学设备来观察和分析这些补偿效果, 以便更好地识别和修复这些铁磁性材料。采用磁粉检测技术可以大大提升工作效率, 其特性是操作简单、数据可视化、价格实惠^[1]。

1.2 渗透检测技术

面对非多孔材料外表尺度较小、肉眼无法直接观察到

的缺点, 渗透检测是一种有效的方法。它利用渗透剂从材料中穿越, 使其深层次的溶解, 从而去除多余的渗透物, 随着湿润和烘烤, 再经由特殊的显影剂, 使得瑕疵区域能够被更好地揭露出来, 从而更准确地识别出问题所存在的状态。通过使用渗透技术, 可以准确地识别和分析出物体的外部结构和功能。这种方法具备很多优势, 比如说, 它的灵敏性更强, 操作更加便捷, 可以清晰地展现在屏幕上。然而, 由于它仅适合于物体的表层, 因此需要极其严格的条件。

1.3 涡流检测技术

通常, 使用涡流检测方法来研究具有导电性质的材料, 如钢铁、石墨和有色金属。该方法的原理是: 在接触到某个带有交流电的线圈的地方, 并让该线圈周围的空气形成一个交替的磁场, 从而使得该空气中的水分子受到影响, 并形成涡流。由于涡流的物理特性和接触到的空气中的水分子存在着密切的联系, 因此能够使用它们来探测到接触到的材料的表面和周围的空气中的缺陷。涡流技术具有许多显著的好处, 如: 检测费用更加实惠、检测效率更高、操作更加便捷。但是, 它仅仅适合于导电性物质, 在形态复杂的物质上无法发挥最大的作用, 并且由于渗透深度的局限, 因此仅可以在薄壁物质上使用^[2]。

1.4 射线检测技术

自 20 世纪 30 年代以来, 射线检测技术一直被广泛地运用到工业生产过程, 并且不断地取得进步, 如今, 它已

被普遍地运用到多种行业，如机械工程、航空、化学、冶金、发电、医药、食物、环境、能源、材料、燃料、材料、燃烧。随着距离的增加，线的强度也会逐渐降低，具体的降低幅度取决于它经历的物理和化学环境。如果某个物体中存在某些缺陷，它的影响力也是显著的，从而使得没有缺陷的地方和有缺陷的地方的辐射能量也会受到影响，因此，通过使用特殊的技术来检测和评估这些影响，才能准确地确认它们的严重程度。射线技术是一种广泛应用于各种工程领域的技术，其分类包括 X 射线、 γ 射线和中子射线。其中，X 射线技术尤其适合于桥梁建设，它能够准确地捕捉到建筑物内部的缺陷，而且能够被长时间地储存。尽管传统的射线检测技术在钢板、锻件、钢管的检测上仍然占据着重要的地位它的底片还能够被长久地保留，使得它在日后的安全事故分析时，能够更加准确地展现出来。

1.5 超声波检测技术

通过利用超声波来探测和识别材料的质量，这种技术已经成为当今最常见的检测手段之一。它的工作原理是通过激活和调节被探测的介质，使得它们的振动能量和振幅能够从外界的环境转移回来，从而探测出介质的质量和结构。这种技术的频率范围通常介于 0.6~26MHz 之间，可以有效地探测出介质的质量和结构的质量，从而更准确地识别出介质的质量和结构的质量。通过使用先进的技术，能够通过高精度的仪器，准确地探测出物体中的微小差异。这些微小差异通常会在仪器上反应，因此，能够通过使用高精度的仪器，准确地识别物体中的微小差异。不过，使用高精度的仪器，通常还需要经过专门的培训，方能够正确地使用。在桥梁和钢结构领域，超声波探伤仪的使用非常普遍，它不仅仅可以检测出表层的缺陷，而且还可以准确地识别出材料的内在缺陷，从而提供更加准确的诊断^[3]。

1.6 金属磁记忆检测技术

当受到外界的磁场影响或者受到外力的压力时，钢筋混凝土桥梁的铁磁材料就会出现磁记忆效应，导致构件的位置发生变化，从而使得它们的方向发生变化，从而形成一个退磁场。因此，利用外界的磁场影响，以及金属材料的细小瑕疵，就能够对铁磁构件的缺陷进行检测，从而对它的使用寿命进行准确地预测，从而实现一种高效的无损检测技术。

2 钢结构桥梁无损检测新技术的应用方法

为了确保安全，需要对钢结构桥梁进行无损检测。目前，尚未发现一种普遍的方法来处理所有类似的情况。建议根据每个桥梁的实际情况，选择最为合适的检测手段。本文的重点是研究平板焊接、角接焊缝和异形焊缝的无损检测^[4]。

2.1 检测仪器参数设置

本次实验中，使用 OmniScan 相控阵仪器与传统的 616e 仪器，其中 OmniScan 相控阵仪器的参数调整范围涵盖：超声调节，其中包含 Tx/Rx 模式、频谱、电压、脉波带宽、重复频谱、接收器滤波器、检波器、平均值、抑制、

声束方向、扫描偏差、步进偏差等；而探头/工件调节，则需根据实际情况，通过对探头的自动识别与楔块的调整，来实现最佳的调节效果。通过精准的定位，可以准确地测量出位移、步进位移、夹角的位移，并且可以根据不同的几何、厚度、材质，进行精细地扫描；在进行扫描的过程中，可根据编码器的特征、种类、分辨率，进行单线或者多路的扫描，并且可根据不同的情况调整扫描的开启与结束，还可根据不同的精度调整扫描的分辨率；采用聚焦法，可实现 16 个晶片的扇形扫描，并且可根据不同的频带，调整最低、最高、角度步长、聚焦深度等参数。616e 仪器的常用参数调整涵盖了：基本的增益调节、0 偏的自动调节、K 值的调节、探头的前缘的自动调节；探头/的位置可以按照 GB/T11345-89 的标准进行调整，而且可以按照工件的几何形状，如碳钢平板，来调整其厚度；可以使用 A 波来进行显示；可以进行之字式的扫描，可以调整 OmniScan 相控阵仪器开启时间和试样的长度，来调整扫描的结束时间。

2.2 检测内容

(1) 平板焊接检测

经过细心研究，发现，使用 8 块特种试块，可有效地鉴别出钢构桥上的平板焊缝中可能存在的 14 种不同的问题，其中包括裂缝、气孔、夹渣和未焊透等，因而能够有效地控制和消除焊缝品质问题，进而增加无损检测的准确率和公信力，进而有效地改善无损检测的使用效果。经过系统的研究，发现，焊缝的商品质量能够得到很好的控制。传统的超声检查方式难以完整记录焊缝的数据，导致焊缝的尺寸偏移。为了更好地控制焊缝的尺寸，采用了相控阵无损检测技术。

(2) 角接焊缝检测技术

对于 T 型、Y 型两种不同形式的角接焊缝，进行有效的检测显得尤为重要。首先，需要准备 T 型焊接的模型，以便更好地鉴别各种类型的缺点，如裂缝、夹渣、未焊透等。然后，可以使用传统的超声或相控阵技术，以确定每种形式的缺点，比如说，通过对比两种不同的波幅，可以发现哪种形式的缺点更加明显，从而更好地鉴别每种形式的缺点。T 型焊接的缺点可以通过传统的相控阵技术来精确地鉴别，但由于它的精度有限，可以产生较大的偏移。然而，Y 型角接焊缝的缺点可以通过使用不同的模型来进行鉴别，这些模型可以捕捉到不同的缺点，如裂缝、夹渣、未焊头、未融合等。通过对比两种不同的检测手段，可以发现，使用 Y 型角接焊缝的精密性更好，更加可靠。

(3) 异型焊缝检测技术

通过对 4 种不同类型的焊接问题的研究，创建了一个实验样本，它们是断裂、夹渣、未焊透、未融合。使用两种不同的方法来检测这些问题，一种是传统的超声，另一种是相控阵技术。发现，传统的超声会产生两个比较明显

的回波,无法判断是否是伪造的。相控阵技术通过对工艺的模拟,可以更准确地判断是否是伪造的。通过使用相控阵技术,可以精确地识别出缺口的尺寸、部分、范围、形状,并通过观察形状来推断其特征。因此,在进行异形焊接的无损检查时,这种方法应该被首选。

2.3 无损检测技术仿真分析

近年来,法国、瑞典和美国在无损检测技术模拟方面取得了重大突破,其中法国的 CIVA、瑞典的 Sim2SUNDT、加拿大的 Imagine3D、美国的 UT2sim、Virtu2a1NDE 和 Wave3000Pro 等都在国内得到了广泛应用。当前,法国 CIVA 软件已经被广泛应用于各行各业,它是由法国原子能委员会研发的,具有多种检测方法的数值模拟功能,可以在极短的时间内准确地模仿出缺陷的特征,从而满足工业生产的各种需求。通过使用本软件,可以有效地优化检测方法,并且可以评估检测方法的性能。本软件具有两个功能:超声测试音场统计和仿真,以及各种缺点与超声长之间的作用仿真。同时,超声测试音场仿真可以有效地解决被测物质对象几何结构形式复杂化、检测范围有限等问题,进而实现对问题的有效优化^[5]。

3 无损检测技术在桥梁钢结构中的实际应用

3.1 工程概况

例如以一座全长 61.6m,宽 9m 的钢箱梁桥梁为例,其主梁采用了等高度的双箱双室结构,以满足交通需求。

3.2 技术特点及要求

针对本工程中的钢箱梁桥梁,将采取双重检测措施:一是在工厂内对构件进行焊接,二是在现场安装时进行检测。为了确保质量,将根据质量验收规范和设计说明中的要求,采用超声波检测技术对构件进行探伤。第一,将在天桥的主桥上部结构中使用 Q345qC 钢材,并在工厂内进行焊接,以确保构件的质量。第二,钢箱梁焊缝的质量要求非常严格,母材的厚度必须达到 16、18mm,一级和二级焊缝必须进行 100%的超声波检测,而对接焊缝则必须进行 10%的射线检测。

3.3 无损检测方法选定

焊接技术是重中之重,尤其是对接焊缝和 T 形接头。通常情况下,会选择分段对接焊缝。对于 T 型接头,会使用超声波来确保它们的质量。然而,对于 T 型接头,通常会选择使用射线来确保它们的质量。这是有三个方面的考虑:首先,焊接过程中的厚薄变化;其次,粘接过程中的困难;最后实际施焊的空间。通常会使用超声波探伤来进行工厂和实际施工中的连续焊接。此外,还会使用射线技术来进行抽样检验,特别是针对可能出现的裂纹、未熔合等问题。会优先使用超声波技术来检测和修复这些问题,而不是使用其他技术。会使用其他技术来更精确地检测和

修复这些问题。通过采取双重技术手段,在一级和二级焊接中均取得了良好的效果,一级焊接条数为 850 条,而二级焊接条数为 560 条,其中 36 条存在焊接缺陷,但通过反馈和改进,最终符合规范,确保了钢桥的高品质^[6]。

针对本工程钢桥的出现问题,可以通过渗透和磁粉两种方法来实施,其中,当无法通过常规的超声波技术和射线方法来检测表面的裂纹,而且由于超声波工艺无法准确地发现较大的延伸,而且也无法准确地识别较小的微粒,所以,建议将磁粉方法放置于首选的地步,而当无法通过常规的方法来实施的情况下,则可以选择渗透方法,特别是针对焊缝处的起弧、收弧、T 字口和交叉交叉处的薄弱环节,加强检查能力。经过一次定期的检测,发现了两处严重的疲劳损伤,以及一些焊接处的问题。

在钢构大桥的施工过程中,焊缝、铆接、螺钉接头都被广泛应用,而其中,焊缝的质量控制尤为关键,因此,在进行无损检测时,必须特别注意其存在的各种缺陷,如咬边、气孔、夹渣、未焊缝、未焊透等。无损检测技术可以广泛地被应用到钢结构桥梁的测试中,其中包括:一、测试正处于施工阶段的大桥,采取超声测试和辐射测试等有效的测试技术手段;二、测试已经完工的大桥,以确保其安全可靠,并且可以测试出可能存在的损伤和变形。此外,还可以采取渗透测试和磁粉测试等有效的测试技术手段,以测试出可能存在的表面疲劳裂纹。

4 结语

综上所述,无损检测技术是一种有效的桥梁钢结构检测手段,它能够准确地识别和评估桥梁的整体结构性机芯,并且能够根据检测目标的特点,采取合适的检测方法,从而为桥梁的安全提供重要的保障。

[参考文献]

- [1]周建国.无损检测技术在钢结构桥梁焊缝检测中的应用分析[J].科技资讯,2022,20(21):67-70.
 - [2]张鑫.无损检测技术在钢结构桥梁中的应用[J].四川建材,2022,48(10):36-37.
 - [3]王姗.无损检测技术在钢结构桥梁中的实践研究[J].住宅与房地产,2020(23):180-185.
 - [4]何补春.无损检测新技术在某钢结构桥梁中的应用研究[J].智能城市,2020,6(4):169-170.
 - [5]刘荣寿.浅谈无损检测技术在钢结构桥梁中的应用[J].江西建材,2017(15):137-142.
 - [6]林强,黄建强,徐斌,刘铎.无损检测新技术在钢结构桥梁中的应用探讨[J].江西建材,2017(15):20-204.
- 作者简介:吴岳(1986.10-),男,江南大学,信息管理与信息系统专业,现任江苏现代工程检测有限公司,桥隧检测部副经理,工程师职称。