

# 无损检测技术在钢结构桥梁中的应用

陈玉光

广东逸华交通工程检测有限公司 广东 中山 528455

**摘要:**在我国城市不断发展壮大的今天,钢结构桥梁已经成为主要的结构形式。为了确保桥梁的运行安全,应该做好其质量检测工作,从而能够确保钢结构桥梁的使用安全。因此,特别需要采用无损检测技术来进行实施,使其检测工作更加准确,同时也不会对桥梁带来伤害。本文首先针对无损检测技术的概念进行阐述,然后分析钢结构桥梁无损检测技术,最后做出具体的应用分析。旨在能够准确利用无损检测技术来进行钢结构桥梁的检测,有效确保钢结构桥梁的质量。

**关键词:** 钢结构桥梁;无损检测技术;磁粉检测技术;超声波相控阵检测技术

引言:对于现阶段的钢结构桥梁建设工作来说,还具有一定的问题。很多钢结构桥梁在日常的使用中,经常会出现超长载荷的情况,也会因为飓风、地震等原因而带来一定的不稳定因素。有时还会因为一些环境因素而为其带来伤害,例如,温差大、暴风雪等天气,这不利于钢结构桥梁的稳定运行。而且会对其自身的承载能力带来非常大的安全隐患,影响交通安全。因此,我们更加需要对钢结构桥梁的安全性进行无损检测,这既能够有效检测出桥梁结构的性能,同时也不会对桥梁带来伤害,是一种非常有效的检测方法,在钢结构桥梁检测中具有非常广泛的应用。

## 1 无损检测技术概述

无损检测技术指的是在不伤害被检测对象的前提下进行相关技术的应用,从而能够探测到其各项性能是否完好。一般会通过一些声波、光波、电磁等物质的特性来进行检测,探测到被检测物体是否出现性能方面的变化,对比其是否满足安全需求,进而能够做到无损检测。传统的桥梁结构检测工作,会利用钻孔等技术来进行样品的选取,然后对其进行检测。此种方法虽然也能够达到检测的目的,但是却对桥梁自身带来比较大的伤害。对于我国的钢结构桥梁来说,一般是利用正交异性钢桥面板来进行焊接制作而成。因为桥体结构尺寸比较大,需要进行多个部位的焊接工作,对焊接工艺质量具有比较高的要求,桥梁结构在荷载的作用下容易出现裂缝,从而为钢结构桥梁的安全使用带来一定的隐患。其安全隐患的形成与诸多因素相关:第一,因为施工人员的焊接水平存在差异,经常会出现相关部件未焊透的问题,也容易出现未熔合或者是电焊烧穿的情况,焊接工作还比较容易容易出现气孔。这都容易导致出现质量方面的问题。第二,钢结构桥梁结构的连接处会因为长期受到主应力的作用,从而造成疲劳裂纹,会影响钢结构桥梁

的稳定性。第三,当钢结构桥梁受到荷载的作用或者是地震的危害时,比较容易造成桥梁的变形,甚至产生裂缝或坍塌。因此,可以通过无损检测技术来对钢结构桥梁的构件情况进行检测,检查其是否会出现起皮、腐蚀等病害问题,还能够对焊缝和构件的变形情况进行判断,也可以对杆件接头、钢材交叉的地方进行检测,从而可以全方位进行无损检测,能够判断钢结构桥梁各项功能和参数是否正常,从而达到检测的目的<sup>[1]</sup>。

## 2 钢结构桥梁无损检测技术

### 2.1 磁粉检测技术

磁粉检测技术是无损检测技术中的一种,主要是因为一些铁磁性的材料通过被磁化作用,能够使被检测对象形成一定的磁力线分布。若是被检测对象正常,其磁力线的分布十分均匀。若是被检测对象具有一定的缺陷,那么就会导致在受到损伤构件的附近所具有的磁力线情况发生变化,因为畸形而形成漏磁场现象。漏磁场能够对构件表面的磁粉进行吸附,能够在光照条件下看到其所具有的磁痕迹,通过此种方法能够发现被检测对象自身是否会有缺陷。因此,我们可以看到磁粉检测技术主要是用于检测物体表面与近表面的缺陷,无法检测到钢结构桥梁的内部缺陷,这样我们在进行无损检测技术的选择时,可以根据具体的检测目的来进行相应技术的选择,让检测结果变得更加具有准确性。如图1所示:

### 2.2 涡流检测技术

涡流检测技术十分关键,主要是因为金属材料能够在交变磁场之中可以形成涡流。而产生的涡流也会形成感应磁场,并且与原来的交变磁场之间进行叠加,会让检测线圈出现一定的变化。如果能够通过涡流的分布状态以及涡流变化情况来判断线圈内所产生的电流波动,这样能够检测出金属检测件是否存在缺陷问题。根据涡

流检测技术的基本规则进行分析，我们可以看到此种检测方法能够对导电材料表面出现的缺陷进行检测，而且不需要触碰到检测件。但是此种方法不能够对一些比较复杂的检测件进行检测，只能够检测一些比较规范性的金属材料，例如，钢管材料、钢板材料等<sup>[2]</sup>。

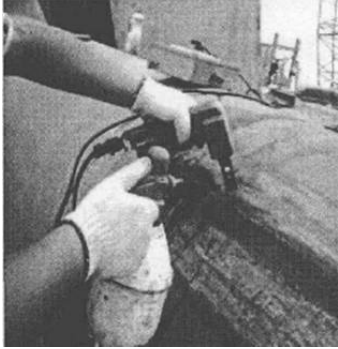


图1 磁粉检测技术

### 2.3 常规超声波检测技术

常规超声检测方法主要指使用超声波来完成部件缺陷的检查方法，通常超过20000Hz频率的机械波被称作是超声波，可以通过纵波与横波来进行钢结构桥梁部件的检测。一般会利用激励探头来发射超声波，同时能够按照一定的速度在被检测部件中传播。当超声波遇到有缺陷的部位时，会使得超声波出现一定程度的反射。例如，钢结构桥梁部件中的气孔、夹渣等问题，可以让一部分超声波出现反射。然后通过专用设备将反射回来的超声波测试信息进行放大，同时利用示波显示屏来进行展示，将因缺陷反射回来的反射波进行显示。那么就可以通过声学原理来进行超声波技术的使用，可以实现无损检测的效果。常规超声波所采用的探测频率为0.5-5MHz之间，其中的A型脉冲反射技术是应用较为普遍的超声波探测技术。对于此种技术来说，需要利用超声波检测仪来进行使用，这种仪器的体积比较小，更加方便携带和使用，而且仪器的操作也十分简单。这不仅能够增强常规超声波检测技术的检测速度，还能够节约成本。超声波检测仪器如图2所示：

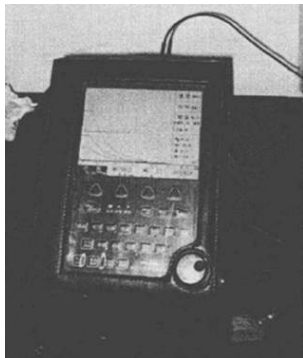


图2 超声波检测仪器

### 2.4 渗透检测技术

渗透测试法是无损测试技术中的一项，要求对被测试物体的外表进行渗透液体的添加，该渗透液体中包括了相应的荧光染料，也可以添加着色剂。当渗透液释放一段时间后，就可以渗入被测试构件表面缺陷当中。对其多余的外渗液体加以消除，在渗液干燥后，在被测试对象表面进行显像剂的喷涂。同样在毛细作用下，显像剂可以把测试件中的渗液吸收起来，在阳光的照射之下，能够对缺陷中的渗透液进行显示，从而能够达到检测的目标。从其检测原理中我们可以发现，渗透检测技术只能够应用在被检测构件表面出现开口的缺陷检测工作之中，而且要求被检测部件其表面应该十分光滑平整，这样才能够具有比较好的检测效果。如图3所示：



图3 渗透检测技术

### 2.5 射线检测技术

射线检测技术是无损检测中十分重要的一种，主要是通过射线机来当做发射源，产生射线。当射线穿过被检测部件时，会被其吸收，或者射线出现衰减的问题。当被检测的部件出现厚度方面的差异，或者是观察到射线所具有的强度具有差异，就能够说明该部件在不同位置吸收了不同数量的光子。可以对其进行暗室处理，从而能够对底片上面出现的不同黑度情况进行观察，能够了解被检测部件的缺陷情况，从而能够做好缺陷的分析工作。通过X射线来进行检测工作，通过不同的射线衰减程度来进行缺陷的检查<sup>[3]</sup>。其射线拍摄底片如图4所示：

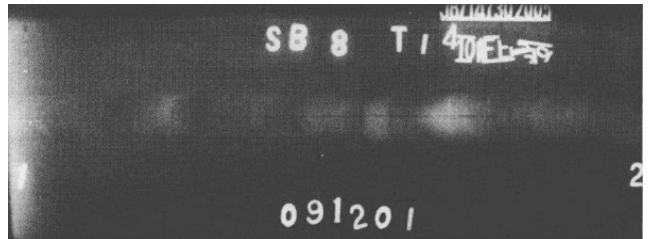


图4 射线拍摄底片

## 2.6 超声波相控阵检测技术

超声波相控阵检测技术指的是利用一定的时间和频率，对一组探头晶片进行激励，从而可以根据被激励的探头位置、时间等数据来实现波的掌控，进而使其可以产生一定的波形、角度、聚焦位移等的的数据，也因此可以进行超声波电子扫描检测。此种技术由众多换能器元件来进行排列组合，形成一个超声阵列换能器。其中的

每一个阵元都可以进行超声波的发射与接收，还能够对所有的相位延迟情况进行一定的调整，这样就可以使不同相位的超声子波束在空间上产生叠加干扰，从而使得声束能够进行方向的偏移，并可以实现聚焦的作用，这便是超声波相控阵探测技术的检测机理。其测量仪器如图5所示：

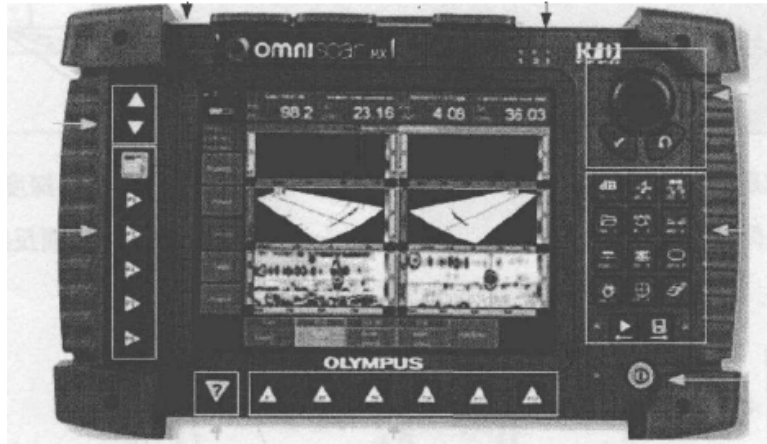


图5 相控阵检测仪器

## 2.7 TOFD检测技术

TOFD检测技术又被称为超声波检测技术，此种技术主要是根据纵波在缺陷处所出现的衍射情况进行检测。若是构件无缺陷，那么就会传播直通波。若是构件有缺陷，会接收到衍射波。当波遇到构件中的缺陷部位时，会通过散射的方式进行波的传播，而这些子波可以形成波阵面。此方法需要准备一个发射探头和一个接收探头，并且保证两个探头始终处于一个水平直线上。探头需要在焊缝中心线来进行对称设置操作，发射探头发射的波束会通过一定的角度触碰到检测构件之中，其中的一部分波束会被接收探头接收，从而能够了解到缺陷部分的衍射信号，进而可以查明被检测构件是否具有缺陷问题。为了能够确保检测精度，可以利用扫查架设

备进行辅助。

## 3 无损检测技术在钢结构桥梁中的应用分析

### 3.1 某桥梁结构概况

某钢结构大桥主要采取了独塔斜拉的方法进行设计，整个桥梁的长度为1296m，其最大跨径为138m。其中主塔的长度为120m，一共可以分为3个部分，而这里的中塔和下塔都是整座大桥的主要受力部分，上塔主要功能则是起到美观的作用。该工程是特大型的钢结构桥梁工程，主桥主要是利用了钢箱梁构造，其宽度为21.05m，分上下行两幅布置。钢箱梁结构使用单箱多室的截面，梁的高度为3.5m，顶板厚25cm，底板厚30cm，腹板厚60cm。如图6所示：单位：mm

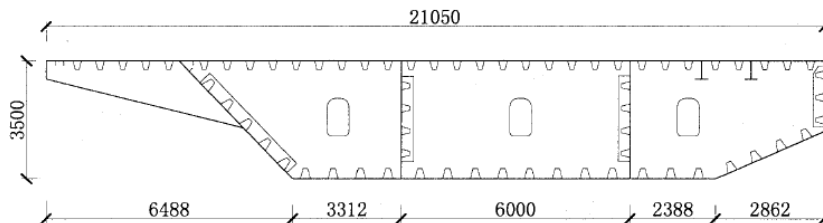


图6 钢箱梁截面图

钢箱梁自身的横隔板与顶板、底板之间都是非全熔透角接焊接接头，而顶板与底板是T型焊接接头。在开展钢结构桥梁的锚箱式连接工作中，需要对其进行锚固块的设

计，并且能够通过焊接的方式将其与螺栓和主梁腹板之间进行衔接，将斜拉索锚进行固定。斜拉索能够进行压力的传递，通过剪力的方式传播到了钢箱梁腹板之上，因此，

需要做好焊接工作，确保施工质量。钢结构桥梁的主塔长度为120m，桥塔具有一定的切斜角度，向着主桥的方向进行倾斜，角度为18°。主塔中的下塔长度17m，中塔长度72m，上塔的长度为31m。其中的中塔是由3根钢管组成，上塔主要是通过无缝钢管来进行拼接，并且对其进行避雷针的设计<sup>[4]</sup>。该桥梁的斜拉索是采用环氧喷涂钢绞线制作，外部具有双层PE护套。主塔结构如图7所示：



图7 主塔结构

### 3.2 设计无损检测方案

为了能够对钢结构桥梁进行无损检测，需要对其进行检测方案的设计。对于钢箱梁的顶板、底板与单元箱梁之间的对接接头检测工作，可以通过TOFD检测技术来进行实施。可以使用相控阵检测技术来做好钢箱梁的横隔板、顶板、底板角接焊接头、U型肋与横梁、顶板焊接接头以及下腹板和底板结构的检测工作。与此同时，锚固箱和梁腹板的焊接头、主塔横联相贯焊缝、主管对接处的T型焊缝都可以采用相控阵检测技术来进行检测。而主塔的主管环向与纵向对接焊缝使用TOFD检测技术进行检测。

### 3.3 无损检测实施

在进行钢箱梁与索梁锚固结构进行检测时，可以对其使用射线检测技术、TOFD检测技术。射线检测技术其检测图像如图8所示：

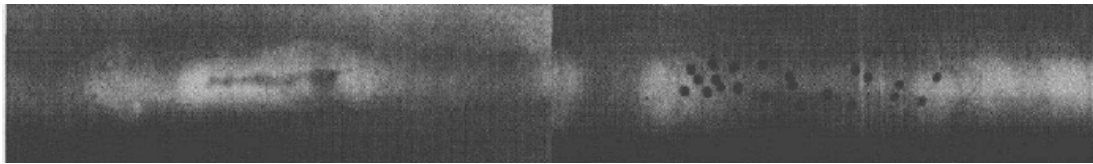


图8 焊缝射线检测图像

通过对焊缝的检查和发现，发现焊缝所具有的缺陷位置共有3处，第一处的缺陷位置为60mm处，缺陷的长度为33mm，该焊缝还未完全熔合。对于第二处的缺陷来说，其位置在218mm处，其所具有的缺陷长度为17mm，

其焊缝处于孔状缺陷状态。第三处缺陷位置为307mm处，其所具有的缺陷长度为15mm，该焊缝处于未熔合的状态。对其进行TOFD检测技术的使用，其焊缝图像如图9所示：

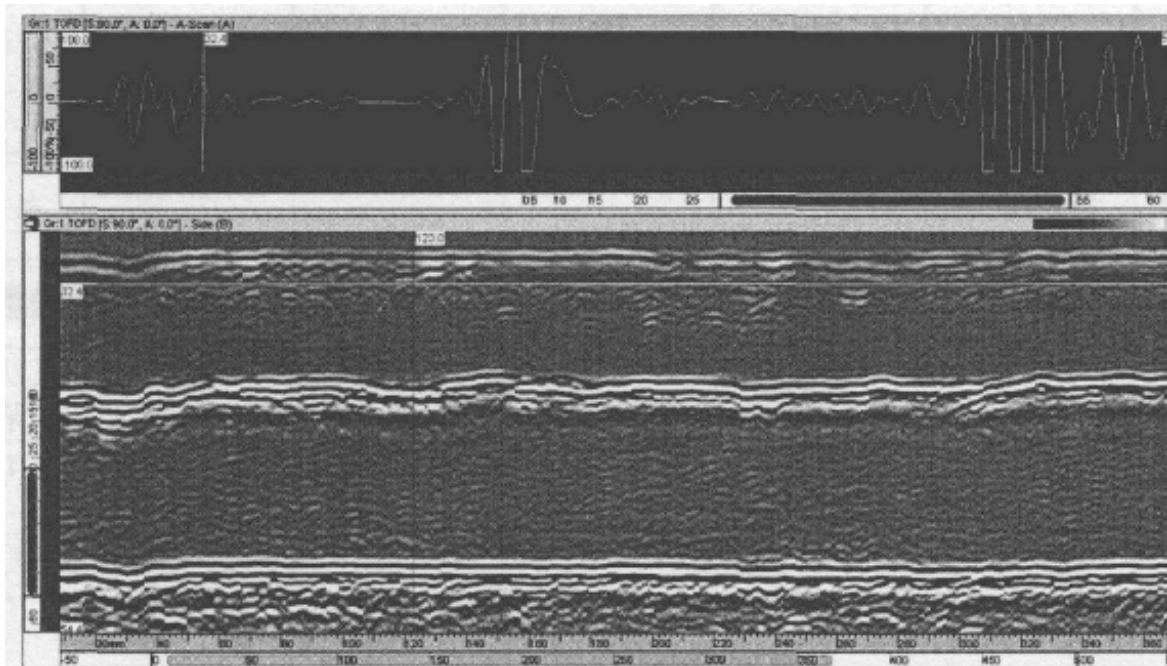


图9 焊缝TOFD检测图像

通过TOFD检测技术可以发现一共具有3处缺陷,第一处缺陷位置为56mm,长度为30mm,未熔合。第二处缺陷位置为228mm,缺陷长度为17mm,圆形缺陷。第三处位置304mm,缺陷长度为17mm,未熔合状态。通过两种方法的检测对比,可以发现检测结果极为相似,检测结果准确<sup>[5]</sup>

#### 结束语

综上所述,对于钢结构桥梁来说,其自身的质量检测工作十分重要,若是存在一些小问题,没有被发现,会引发更为惨重的交通事故,甚至会造成桥梁坍塌等问题,不利于桥梁交通的安全行驶。因此,应该定期做好无损检测工作,这既不会对桥梁自身结构带来伤害,同时也能够检测到其存在的问题,进而能够及时做好桥梁的维护工作,确保交通安全。无损检测的方法有

很多种,检测人员可以根据相关检测技术的特点来进行选择,从而能够有效对钢结构桥梁实施检测,确保桥梁建筑的安全。

#### 参考文献:

[1]杨羿,张建东,李昊.钢结构桥梁焊接无损检测技术应用及发展[J].轻工科技,2020,36(12):70-71+114.

[2]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.

[3]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(04):169-170.

[4]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.

[5]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):200+204.