

钢结构桥梁焊缝超声波检测技术应用探讨

郭莹 张韩

浙江科鉴检测校准有限公司 浙江 杭州 310030

【摘要】：由于超声波检测有着方便携带、价格适中，易于操作并且自动化程度不断提高等特点，因此超声波检测技术被广泛用于产品质量检验检测中。随着我国钢结构桥梁大量建设，适合桥梁结构特点的无损检测标准的制定显得尤为重要。因此本文结合多年工作经验，从钢结构桥梁的缺陷及其钢结构超声波检测技术的原理、解析超声波设备的构成以及钢结构桥梁焊缝超声波检测技术应用等方面对本课题进行了分析，希望本文的研究可以对今后的专家学者研究与此相关的工作有一定的帮助。

【关键词】：钢结构桥梁；焊缝超声波检测技术；应用

引言

随着我国经济的不断发展，道路与桥梁损坏以及货运量不断增加之间的问题日益严重。因此，准确检测和评估桥梁的工程质量，选择合适而有效的检验检测方法以确保桥梁的安全运行是迫切需要解决的任务。

1 钢结构超声波检测技术的原理

超声波易于在介质中传播。超声波检测设备种类繁多，但在实际工作当中，脉冲反射式超声波检测设备应用最为广泛。它的原理是利用自身超声波传播的特点，将超声波探伤设备产生的超声波在被检测的材料中传播。一般在均匀的被检材料中，裂纹或其他缺陷的存在将造成材料的不连续，这种不连续往往又造成声阻抗的不一致。由反射定理可知，超声波在两种不同声阻抗的介质的交界面上将会发生反射，反射回来的能量的大小与界面两边介质声阻抗的差异和界面的取向、大小有关。脉冲反射式超声波探伤仪就是根据这个原理设计而来的。超声波检测设备通过这一原理，在发现缺陷的时候，就可以在示波屏上显示出来，通过显示出来的不同形状的波形结合工作经验就可以大致判定这些缺陷的类型。超声波无损技术非常灵活，可以用于大多数钢结构工程中，也可以用于内部检查复合材料。超声波检测技术成熟，准确且价格适中。它能检测金属结构本身的缺陷，但这取决于检测人员的经验水平。

2 解析超声波检测设备的构成

2.1 超声波探头

超声波探头的类型很多，性能各异，因此根据被检部位的焊缝形式及钢材的材质和厚度，合理选择超声波探头是保证探伤结果准确可靠的基础。对超声波探头的选择主要体现在探头类型、探头频率、探头晶片尺寸和探头角度等。当今最常用的探头结构有两种。一种是横波斜探头，由吸声材料、

外壳、阻尼块、斜楔块和产生超声波的压电晶片等原件组成，主要用于检测与检测面垂直或成一定角度的缺陷，如焊缝、板材等；另一种是纵波直探头，由保护膜、晶片、外壳以及阻尼块等原件组成，主要用于检测与检测面平行的缺陷，如板材、铸件、锻件等。目前在钢结构桥梁检测中，主要使用斜探头对焊缝进行探伤检测。

2.2 超声波检测设备

超声波探伤仪是超声波检测的主要设备。其主要功能是产生电击并将其应用于传感器（探头）。激发探针在从探针接收探针的同时发射超声波。电信号以某种方式被放大和显示，以获得关于被检材料中有无缺陷、缺陷位置和大小等重要信息。超声波检测设备按超声波的连续性可分为脉冲波探伤仪、连续波探伤仪和调频波探伤仪；按缺陷显示方式可分为A型显示探伤仪、B型显示探伤仪、C型显示探伤仪；按超声波的通道可分为单通道探伤仪、多通道探伤仪。目前钢结构桥梁检测中广泛使用的多为A型显示脉冲反射式超声波探伤检测设备。

2.3 耦合剂

超声波检测耦合是指超声波在检测表面上的声强传输。声强高，超声波耦合良好。为了改善探头和工件之间的声能传输，在探头和检测表面之间施加的薄层液体称为耦合剂。耦合剂填充探头和工件之间的空隙，允许超声波进入工件，这是使用耦合剂的主要目的。耦合剂还具有减少摩擦的作用。常用的耦合剂是水，甘油，机油和化学浆料等。目前在钢结构桥梁检测中，考虑施工现场的防腐涂料工序等，主要使用化学浆糊作为超声波检测耦合剂。

2.4 超声波检测标准试块

标准试块是一个带有简单几何人工反射器的样品，根据

特定目的设计和制造。测试块,如仪器和探针,是超声波测试中的重要工具。超声波检测标准试块的主要用途为确定超声波探伤灵敏度、测试超声波探头的性能、调整超声波探伤仪扫描速度和评判缺陷的大小等。目前在钢结构桥梁检测中,主要使用 CSK-IA、RB-2 等。

3 检测要求与仪器调试

3.1 检测要求

在检测之前,由委托单位提供委托信息,建设单位和监理单位名称、工程名称、结构类型、产品名称、产品规格、焊接数量、焊接次数、焊接时间和质量等级,还包括热处理状态或表面状态条件,检测依据,规格尺寸、验收等级,检测范围、检测等级、检测登高安全情况以及对操作人员资格的要求等。焊缝超声波检测应在焊完 24 小时后进行,因为冷裂纹有延迟产生的特点,焊缝表面温度通常要求在 $0^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 之间。

3.2 仪器调试

3.2.1 选择探头

常用单探头的探伤角度有以下几种: K1.0, K1.5, K2.0, K2.5 和 K3.0。结合被检材料的厚度,选择合适角度的探头。超声波探头频率应在 $2 \sim 5\text{MHz}$ 范围内,同时应遵照验收等级要求选择合适的频率。当检测到的物体的衰减系数超过材料的平均衰减系数时,检测频率约为 1.1MHz 。

3.2.2 仪器校准

设备调试应准确无误,特别是那些关键指标,如垂直度、测距及角度等,必须严格保证其准确性。使用 CSK-IA 或 CSK-IB 测试块校准仪器并调整角度。零点校准,由于超声波经过保护膜、耦合剂进入被测材料,在缺陷定位时,需将这局部声程移去,才能得到超声波在材料中实践声程。零点通常是经过已知声程的试块进行调理,如 CSK-IA 试块中的 R100 圆弧面(斜探头)或深 100mm 的大平底(直探头)。K 值校正,由于斜探头探伤时不只要知道缺陷的声程,更要得出缺陷的垂直和水平方位,因而斜探头还要精确测定其 K 值(折射角)才能精确地对缺点进行定位。K 值通常是经过对具有已知深度孔的试块来调理,如用 CSK-IA 试块 50 或 1.5 的孔。定量校正,定量校正通常选用 AVG 曲线(直探头)或 DAC 曲线(斜探头)。

3.2.3 表面补偿

仪器调试完成后需进行适当的表面补偿,由于实际工作中被检测面比较粗糙,耦合状况不如超声波标准试块上面平整光滑,声波会有损耗,做完曲线后就要补偿一下,所以

需要提高几个 dB 值作为补偿。在钢结构桥梁检测中,一般增加 4dB 值。

4 钢结构桥梁焊缝超声波检测技术应用

4.1 在钢结构焊缝裂纹问题中的运用

焊接的最严重缺陷之一是焊接裂纹。主要是因为焊接材料中高含量的碳、硫和磷,焊接顺序和焊接过程中的环境会导致裂纹。在正常情况下,如果在钢结构的焊缝中发现裂纹,则应选择斜探头进行检测,这种装置发射的超声波以角度斜向射入钢结构焊缝之中,根据接收到的反射波以及其往返的时间。当出现裂纹时,它是相对恒定的,波高相对较大,并且存在一定程度的位移量。根据反射回来的波形来进行仔细观测,准确分析钢结构中的焊接裂纹。如果焊接裂纹出现在桥梁钢结构出现焊接裂纹,则可能取决探头在试件上的位置。结合始波、底波、缺欠波之间的距离可以准确地确定目标长度和焊缝深度。请注意,在焊接裂纹时,必须首先在检测处进行粗分析,然后在钢结构的焊接区域进行细扫查以检查是否存在裂纹。一旦在粗扫查中检测出存在缺欠波,就需要通过精探来准确找出其具体位置、缺欠的大小以及类型,还需要进行复探,有效检测出存在的所有问题,然后与前两次的检测结果进行复核,细致对比,不能敷衍了事。

4.2 在钢结构焊缝未熔合问题中的运用

对于钢结构焊缝中未熔合缺陷,条形的缺陷反射波与裂纹缺陷比较类似,波形比较明显,回波高峰较大,并且波幅也比较宽,有的时候还会出现多峰的现象,当探头处于水平移动的时候,显示屏上会出现稳定的波形,转动探头的时候,波峰会呈现上下的错动。当焊缝中存在未熔合缺陷时,有的时候只能从一侧检测到,有的时候又可以从两侧检测到,但是从两侧检测到时反射的波幅是不一样的。

4.3 在钢结构焊缝圆形缺陷问题中的运用

如果钢结构焊缝中存在气孔等圆形缺陷,气孔的回波就会比较低,因此生成的波幅将几乎相同,但是随着探头移动,反射波将会消失。在检测显示屏上,当显示出一簇反射波的时候就说明在这个检测的部位存在密集的气孔,同时不同大小或者数量的气孔都会影响波形的高度,如果移动探头反射波就会彼此起落。钢结构焊缝中出现气孔主要是因为焊条药皮的脱落以及焊芯的腐蚀等。另外,在使用焊条的药皮变质后,没有除锈都会引起气孔问题。除了焊材问题之外,不正确的焊接技术还会导致产生气孔的发生。例如,在焊接过程中错误选择焊接电流,错误选择电弧电压以及错误控制焊接速度都可能导致气孔。因此,在焊接时,必须选择高质量的焊接材料并控制焊接电流,电压和施焊速度。

5 结语

本文首先从钢结构桥梁的缺陷以及钢结构探伤技术的原理等方面对桥梁钢结构的缺陷及其钢结构超声波检测技术的原理进行了分析,然后对超声波设备的构成进行了介绍,最后从超声波检测技术在检测钢结构桥梁焊缝时对裂缝问题中的运用、在钢结构焊缝未熔合问题中的运用、在钢结

构焊缝未焊透问题中的运用以及在钢结构焊缝圆形缺陷问题中的运用等方面对钢结构桥梁焊缝超声波检测技术应用进行了分析。焊缝超声波检测技术是科学技术不断发展的产物,通过对钢结构桥梁焊缝的超声波检测可以及时发现并解决结构中焊接接头的问题,这有助于提高桥梁结构的整体质量并延长支座的功能和寿命,提高结构的安全性。

参考文献:

- [1] 蒋凯晨.钢结构桥梁焊缝超声波检测技术应用研究[A].中国建材科技杂志社.国检集团第一届检验检测人员岗位能力提升论文集[C].中国建材科技杂志社,2020:2.
- [2] 陈森,薛春领,刘来根.钢结构桥梁焊缝无损检测技术应用研究[A].中国钢结构协会钢结构质量安全检测鉴定专业委员会.绿色建筑与钢结构技术论坛暨中国钢结构协会钢结构质量安全检测鉴定专业委员会第五届全国学术研讨会论文集[C].中国钢结构协会钢结构质量安全检测鉴定专业委员会:工业建筑杂志社,2017:3.
- [3] 黄荣攀.钢结构桥梁焊缝超声波检测技术应用探讨[J].福建建材,2015(12):24-25.
- [4] 许云山.钢结构桥梁焊缝无损检测技术应用研究.河北省,石家庄市张石高速公路筹建处,2012-08-28.