

超声波无损检测技术在建筑钢结构焊缝检测中的应用

王云峰

宁夏慧源建设工程研究院(有限公司) 宁夏银川 750021

摘要: 钢结构工程焊缝无损检测技术在我国建筑工程中被广泛应用和实施,并且收获了良好的检测效果,能够有效避免钢结构工程质量检测对原有结构和构件造成影响。超声波探伤是一种无损检测技术,检测结果精准、对钢结构影响较小,因此被广泛应用于钢结构焊缝质量检测中。超声波探伤主要有水浸探伤及脉冲反射两种方式,均能检测钢结构构件焊缝内外部的质量缺陷,可帮助检测人员对缺陷进行精准定位、了解缺陷类型。超声波探伤技术在钢结构无损检测中具有广泛的应用前景,其具有精度高、操作简单、对钢结构影响较小的优势。

关键词: 建筑钢结构;超声波;无损检测;焊缝检测

引言:

超声检测是建筑钢结构焊缝检测中应用最广泛也是最重要的检测方法,具有操作便捷、定位精确、能够及时有效检测出焊缝内部各种常见缺陷等优势,有利于工程技术人员有针对性地采取措施处理隐患,从而提高建筑钢结构整体安全性和稳定性。为确保超声波检测技术在钢结构焊缝检验中可以良好运用,建议技术操作人员严格按照超声波检测技术规范要求,对钢结构焊缝检验工作进行统筹规划与合理部署,并按照质量优先、安全治理的原则要求,对钢结构内部存在的缺陷问题进行及时修复与处理,避免对钢结构的安全性造成不良影响。

一、超声波检测技术原理

超声波检测技术作为无损检测技术的重要表现形式,在技术应用方面,检测人员主要利用激励探头产生超声波,利用超声波的传播优势使其进入到被检测构件内部。根据材料及其缺陷的声学性能差异表现,对超声波传播波形反射情况以及穿透时间能量变化进行研究分析。根据分析反馈结果实现材料内部缺陷的动态掌握,完成无损检测过程。举例而言,检测人员在采用脉冲反射法进行检测分析时,对于垂直探伤可利用纵波进行处理,对于斜射探伤可利用横波进行处理。其中,在超声波仪器显波屏上,横坐标可以表示声波具体传播时间、纵坐标可以表示回波信号幅度。如果被检测钢结构构件存在异常问题,如存在明显的气孔或者夹渣等问题时,照射在缺陷部位的超声波会立即被反射回来,借此,检测人员可以判断该钢结构构件内部存在缺陷问题。在缺陷问题以及具体位置的判断上,检测人员可通过对超声波传播情况的收集以及借助放大入视波屏方式,快速定位缺陷波具体位置,精准判断钢结构内部质量表现情况。

二、建筑钢结构工程验收标准及焊缝超声检测依据

钢结构工程中所应用的焊缝无损检测能够有效避免钢结构检测材料受到检测的损伤,也能全面检测与排查钢结构材料表面和内部所出现的缺陷,并对材料的性能状态等进行全面的检测。近年来,我国城市化建设进程不断加快,对于建筑的需求和标准也在逐渐提升,在一定程度上推动了我国建筑领域的发展和进步。

当前建筑钢结构工程的国家现行验收标准为《钢结构工程施工质量验收标准》(GB50205-2020),根据该标准第5.2.5条的规定,不同的焊接结构形式所采用的超声检测标准及评定依据也不同,本文以建筑钢结构中最常见的承受静荷载结构形式的8mm及以上板厚的平板对接焊缝、T型焊缝和L型焊缝为例,其内部缺陷的超声检测标准及评定依据为《钢结构焊接规范》(GB50661-2011),超声检测设备及工艺要求为《焊缝无损检测超声检测技术、检测等级和评定》(GB/T11345-2013)。

三、超声波无损检测技术在建筑钢结构焊缝检测中的应用

1. 焊缝检测前的准备。

在我国建筑领域中钢结构工程的建设数量逐渐增多,为了进一步保障钢结构工程的安全性和高质量水平,需要用焊缝无损检测技术。焊缝在检测前需要清理干净,必要时应进行打磨,确保焊缝两侧探头移动区宽度 $1.25P$ ($P=2 \cdot \tan \theta \cdot T$, θ 为斜探头折射角, T 为母材厚度)范围内的表面粗糙度不大于0.5mm,同时还应考虑被检焊缝与试块的声能性能差异,通常采取提高4dB的方式进行表面补偿,或按《焊缝无损检测超声检测技术、检测等级和评定》(GB/T11345-2013)附录F测定声能传输损失差值。需要注意的是,焊缝检测时的温度与在试块上的调节仪器时的温度差值应不大于15℃,且应使用相同

的耦合剂^[1]。

2. 超声波无损检测技术。

超声波无损检测目前是钢结构焊缝检测中应用最广泛的探伤方法之一, 超声波的波长很短、穿透力强, 常用于钢材缺陷探伤检测和焊缝探伤检测, 可根据被测构件缺陷反射回波声压的高低来评价缺陷的大小, 能够快速便捷、无损伤、精确地对钢结构工件内部多种缺陷(焊缝、裂纹、夹杂、折叠、气孔、砂眼等)进行检测、定位。

3. 精细扫查。

在焊缝精细扫查时, 对在初步扫查过程中标记的位置分别进行仔细探测, 结合前后、左右、转角、环绕等方式扫查, 根据显示的位置与焊缝结构尺寸的关系分析是否为伪显示。排除所有的伪显示后, 找出缺欠最高反射回波, 记录该回波的幅度与详细位置, 采用6dB法或端点峰值法测量缺欠指示长度并记录^[2]。完成上述工作后, 对下一处标记位置进行精细扫查。在焊接方面的应用超声波探伤技术应用于焊接施工中, 是为了检测焊接施工的质量, 并将钢结构的焊缝等级进行分类。国家已经制订了焊缝等级的分类标准及检测的方法, 施工单位需依国家制订的标准完成检测, 对焊接质量进行评估, 然后以此为依据做好焊接的质控管理工作。

4. 仪器设备的调节与设定。

在焊缝检测开始前, 需要对仪器设备进行调节与设定。首先在CSK-IA试块上获取R50mm和R100mm弧面的最高反射回波进行时基线调节, 测定声速、零偏和探头前沿; 其次在CSK-IA试块上获取 $\phi 50\text{mm}$ 圆孔的最高反射回波, 测定探头折射角度; 最后在RB试块上获取至少3个深度的 $\phi 3\text{mm} \times 40\text{mm}$ 横孔反射体的最高反射回波制作距离-波幅曲线(DAC曲线), 且最深反射体的深度不小于两倍母材厚度^[3]。曲线制作完成后, 还需要根据检测标准中规定的检测灵敏度要求在仪器中分别设定评定线(-14dB)、定量线(-6dB)和判废线(0dB)。

5. 复核扫查。

一般情况下, 通过实施初步扫查和精细扫查两个步骤, 可以获得较为准确的检测结果, 但对于一些异常或疑难反射回波, 则应再进行复核扫查。复核扫查可以通过更换检测人员、增加探头角度、改变扫查面、增加直探头扫查等方式进行, 对缺陷做进一步验证和确定^[4], 如果还是无法确定或对结果有疑义, 则应采用射线检测进行验证。

6. 选择合理的探头型号。

建筑钢结构焊缝超声检测主要使用横波斜探头, 其重要的参数有检测频率、折射角度和晶片尺寸。检测频

率应在2MHz~5MHz范围内选择较低的检测频率, 有特殊需要时可适当提高; 探头的折射角度在35°至70°之间, 且尽可能使声束垂直于焊缝熔合面, 使用2个斜探头时角度之差应大于15°; 晶片尺寸的选择与频率和声程相关, 一般情况下, 薄板和中厚板检测可使用晶片等效面积为 $28\text{mm}^2 \sim 113\text{mm}^2$ 探头, 厚板检测可使用晶片等效面积为 $113\text{mm}^2 \sim 452\text{mm}^2$ 探头^[5]。

7. 超声波探伤检测缺陷的分析。

超声波探伤是利用材料及其缺陷的声学性能差异对超声波传播波形反射情况和穿透时间的能量变化来检测材料内部缺陷, 通过多次反射底波的次数与波幅的下降规律, 底波高度的损失情况, 以及根据缺陷在被检工件中的位置, 分布状况, 缺陷的当量大小, 延伸情况, 结合具体的材料特点、工艺及超声波的基础理论知识作出综合判断^[6], 从而达到较准确地评估缺陷的性质或种类。

四、结束语

综上所述, 钢结构作为一种新兴建筑结构, 在近几年的建筑领域中被广泛应用。为了提升钢结构工程施工建设水平, 同样也需要应用焊缝无损检测技术确保工程项目的安全性。焊缝质量控制是钢结构质量控制中的主要内容, 准确、有效地检测焊缝是实现焊缝质量控制的关键。超声波检测技术基本上可以视为实现钢结构安全检验的重要技术内容, 属于无损检测技术的一种表现形式。在应用过程中, 要求检测人员应该严格按照超声波技术规范要求, 针对钢结构焊缝检验工作进行统筹规划与合理部署。结合当前技术检验情况来看, 检测人员通过科学运用超声波检测技术, 基本上可以实现对钢结构焊缝质量的检测分析, 对当前钢结构焊缝结构质量缺陷问题进行动态把握, 并采取针对性措施加以调整优化, 以确保钢结构主体结构安全。

参考文献:

- [1] 郭娟. 超声波探伤在建筑钢结构检测中的应用[J]. 工程技术: 引文版, 2016, 000(004): 00280-00280.
- [2] 艾维. 超声波探伤技术在建筑钢结构检测中的应用[J]. 江西建材, 2020(05): 15-17.
- [3] 艾维. 超声波探伤技术在建筑钢结构检测中的应用[J]. 江西建材, 2020, No.256(05): 34-36.
- [4] 褚俊. 钢结构无损检测中超声波探伤技术的应用[J]. 建筑工程技术与设计, 2019, 21(32): 116.
- [5] 郭欢. 超声波探伤技术在钢结构检测中的应用[J]. 住宅与房地产, 2020(06): 207.
- [6] 朱琪挺. 焊接部位的超声波无损质量检测研究[D]. 浙江: 浙江大学 2016. GB50661-2011, 181-182.