

# 超声波无损检测技术在建筑钢结构焊缝检测中的应用

杨帅

保定市质安建筑工程检测有限公司

**摘要：**钢结构焊接缺陷的识别对于优化钢结构性能和延长结构使用寿命具有重要意义。本文结合实际工程案例，分析了钢结构焊接中的常见缺陷。本文论述了超声波无损检测技术对于在钢结构焊缝检测中的有哪些具体的应用，着重从制定焊接检测技术标准，细化检测设备的使用要点，强化检测技术的技术控制三个方面进行了论述。

**关键词：**建筑钢结构；焊缝；超声波检测

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2022.11.229

超声波的指向性好，探测深度大，能在非均匀界面上产生折射和反射现象。对缺陷界面处所产生的回波利用探头进行探测，并利用探测装置获取缺陷表面波的变化，从而判定金属结构中存在的裂纹、夹渣、气孔等缺陷。采用超声波无损技术对钢结构进行焊接缺陷检测，能够对建筑物的总体性能进行优化。

## 一、工程概述

针对实际工程，对钢结构在施工过程中出现的主要问题及安全隐患进行了分析。据最新统计，本工程共建成9栋钢结构厂房及厂房，共计32500平方米。本论文选择了三个跨径30米、檐高10米的单体建筑，共18500平方米。另外，钢结构选用轻钢结构，以钢结构为主，以钢结构、内嵌式基础为主。钢柱选择8毫米-50毫米的箱形结构，并在装配钢梁、柱等构件时，除需采用L型、箱形、T型等构件外，还需配合浸没电弧焊、气体保护焊等焊接工艺。必须要根据有关的技术和设计规范，制造出多种规格的焊接。

## 二、检测人员和检测设备的要求

### （一）聘请专业的检测人员

该测试员需要具备非破坏性测试和超声检测资质，对超声检测的基础理论有一定的了解，对一些基础的金属材料以及焊接方面的知识都有一定的认识，可以对超声无损检测仪器进行操作，对超声波形进行辨识与分析，对超声检测的相关技术要求非常熟悉，并且具备一定的检测经验。

### （二）使用符合标准的设备

超声波无损检测仪及试件的制作必须满足相关规范及规范；对设备和系统的性能进行测试，其测试结果要满足超声测试技术、测试等级及无损焊接检测评定标准。

### （三）选用合适的探针

超声检测钢结构焊缝的超声检测方法，主要包括检测频率、折射角、切屑大小等。检测频率一般在2~5兆赫之间，探测频率要尽量降低。如有特别需求，可适当提高；探针的折光角度为三十至七十度之间，声波光束要尽量与焊接熔接表面垂直。若采用双斜探头，则其夹角不能小于十五度；晶片的大小可依频率及声程而定。一般情况下，一个28-113平方毫米的等效面积探头可以用来探测薄钢板，而一个晶片等效面积探头可以用在113-452平方毫米的厚的钢板上。

### （四）选择适当的耦合剂

耦合设备被用来填满探头与工件间的空气间隙，以改善声波的传递，并使探头运动，降低摩擦。在超声测试中，可以选用具有良好流动性、传声能力强、价格低廉、对人体及工件无害的油状或膏状物料。

## 三、检测前的准备工作

### （一）检测之前必需的信息

检测工作开始前，检测人员应获得有关荷载特征，焊接类型，焊接质量等级，检验等级，基材种类和种类，坡口类型和大小，及其他参数资料。这些资料是关于如何选择超声检测判据，并决定探测灵敏度，扫描要求，以及探测比例（数目）。也包括了对缺陷进行定位和评价，所以在试验之前就应该得到它。

### （二）焊缝检测前的准备

在试验之前，焊缝必须被完全清洗干净，如有需要，打磨，以保证在焊缝两边的探针运动的宽度上，其表面的粗糙度不超过0.5毫米。在试验过程中，需要考虑试件与试件在声能量特性上的差别。一般假定表面补偿值增大4分贝，或按照“超声波探伤技术、探伤等级与评定”装置测定焊缝声能透射损失的差别。在试件上调节仪表时，其测量值与温度值相差不得大于15摄氏度，并采用同样的耦合方法。

### （三）焊缝内部缺陷的扫描

当焊缝的外观检验符合要求，并且在规定的时限内焊接完毕，就可以进行检测焊缝的扫查工作。扫查时，要遵循二级标准，用对角式探针对面焊接的两边进行扫描。在有限制的情况下，应该用两只斜探针对面焊缝进行扫描。扫描可以分为初步扫描，精细扫描，以及复核扫描。

#### 1. 初步扫描

在满足扫描灵敏度要求的情况下，将倾斜探针置于焊缝侧面，沿焊缝方向作“之”字形横向扫查，并对焊缝进行单、双侧首扫，扫宽不低于1.25P，以保证超声波波束可覆盖全区域。在扫描过程中观察荧光显示器。若检测到的回波信号在评定线上，就可对其进行定位，为进一步的精扫检测打下基础。如需检查横向缺陷，则可作平行或斜对齐。

#### 2. 精细扫描

在精扫焊缝时，采用拐角、边界、前后、左右四种扫描方式，对第一次扫孔的定位进行了细致的检查。通过对所选图像中所显示的位置和焊缝结构特征的对应关系进行了分析，并对其进行了验证。在剔除伪信号后，确定最大回波丢失，记录回波幅值及精确位置，采用端点峰值方法测定丢失信号的长度，并将其记录下来。当以上的工作做完之后，就是下一步的定位。

#### 3. 复核扫描

一般情况下，初步扫描和精细扫描之后就得到较精确的检测结果。检测与扫描可采用增大扫描角度、更换检测者或是增设直测头、改变扫描范围等方法，以便对检测结果做进一步检查，并判断其误差。如果还是不能肯定或者怀疑的话，应该用X光来确认。

### 四、加强检测工艺技术把控

#### （一）焊接检测面的选取

质检员必须先选定要检查的表面。依据待测基底的宽、厚，选取焊缝两边10毫米的面作为检验面。在探测过程中，利用直射法和一次反射法来实现探测条件的有效控制。比方说，箱形立柱内壁的焊接，应该用直针来检测。要判断电渣焊内壁的完整性，必须用倾斜的探针来检查。

#### （二）检测曲线的灵敏度试验

在确定了测试面及无损超声波检测方法之后，按照不同的焊接方式，分别画出了焊缝的间距—振幅曲线。利用标样测得的资料，画出报废线，定量线，评定线，

并测定其敏感性。同时，对于无损超声波检测的敏感性，及其的应用，也要考虑无损超声波检测到敏感性。在运动时，需记录各探针间的运动速度、间距，并对其进行叠加，通过直接接触法、耦合、衰减补偿相结合的方式，实现对测距幅值曲线的灵敏度及误差的量化。

#### （三）两类焊缝超声波无损检测方法

针对焊接接头的缺陷，提出了从初步探索和精细探索两个层次的方法。在此基础上，本文提出了一种新的测振方法，即测距振幅曲线及补偿增益，其灵敏度应该在6分贝左右。音量为4分贝示波器荧光屏上的测高线应该被控制在约五分之一。为了实现焊接过程中的快速检测，必须选用斜探头和斜平行扫描法。在此过程中，要注意观察回波信号在示波器荧光屏上的表现，并将检测到的不正常长度的焊缝位置进行记录。从检测精度入手，重点是对检测时发生异常的焊缝进行精确检测。利用定域方法，在距离幅值曲线上确定回波的位置。可忽略第一个范围内的错误，而集中于在第二及第三范围内对回声长度进行定位与记录。尤其要注意的是，为了在监控区内找到被测物体的具体位置，必须要通过观测示波器荧光屏才能确定其横向和纵向的最大回波值。若在内部，说明焊接的缺陷位于焊缝内部。若在第二区、第三区中只有一个波峰，则测得其特定长度为6分贝；当缺陷的回波出现多个波峰时，在检测过程中，必须选取两个波峰的最大值，然后用6分贝的断裂点来测定其具体长度。例如，在对T型焊缝进行检验时，一般按其坡口形状将其划分为单V型和双侧V型。首先，利用斜探头对窗户外焊缝进行超声无损探伤，然后利用斜探头及主轴及副轴等方法对窗户外表面进行无损检测。二是在非破坏试验前，要对测量方案进行修正，并对测量结果进行敏感性分析。焊接点的定位要依据缺陷波、地波以及外界回波的特点来进行。非破坏性测试试件选择5兆赫，准14毫米的双晶探针进行匹配。拟4毫米平面钻孔需采用多种探测间距进行探测，利用衰减器对探测范围进行测量，得到探测距离的幅值曲线和参考值。通常，为了保证测试结果的准确性，必须将测量范围控制在平面孔2毫米的当量直径之内。同时，通过对焊接结构、工艺、原材料等因素的综合分析，实现对典型缺陷回波特征的精确定位，从而提升对缺陷检测的精度与效率。

### 五、焊缝中常见缺陷类型及超声无损检测

#### （一）气孔

焊接时，因为焊缝温度较高，在焊缝凝固前不能及

时排出,易形成气孔。采用超声波检测孔隙结构时,各孔隙结构表现出较好的稳定性。

#### (二) 夹渣

焊接后,若存在熔渣或其他夹杂的杂质,将在焊缝中生成熔渣夹杂物,且呈不规则的点状、带状分布。点状夹渣对焊接接头的强度影响不是很大,超声波无损检测仪得到的信号幅度比较小、比较平稳。条带状约束会极大地影响熔渣的总体强度,并使回波信号呈现出锯齿状。当检测仪运动时,波的幅度立刻改变。

#### (三) 未焊透

在焊接时,如果金属未充分融化,就是不完整的焊接。焊接缺陷多出现于焊缝中心线,且长度较长。结果表明,在非焊透区,探针沿焊缝中线运动,其回波幅度较小,而在完整区,其幅度有较大变化。

#### (四) 未融合

焊接时,后续填充所用的材料不能与原料充分融合,这就出现了未融合的现象。在不融合的情况下,探头在不融合区内的移动一般比较稳定。

#### (五) 裂缝

如果在焊接时或之后,在加热作用下,在焊缝和原始材料的接触面上产生了一种局部开裂的现象,把这一现象称之为“裂缝”。随着检测器往返于该地区,其反射波会一直重复地起伏。

### 六、焊缝检测中超声波无损检测技术的应用

#### (一) 事先了解焊缝检测技术的标准

##### 1. 分析钢结构设计与焊接工艺

在检测建筑物钢结构的焊接过程中,负责人员要事先对钢结构焊接检测的具体要求进行分析,同时要将每个施工阶段的需求都要了解清楚,这样才能保证接下来的工作能够正常进行,不会有任何的失误,从而影响到实际的工作。同时,要使超声波无损检测技术在建筑工程中的应用价值,需要对钢材的种类及焊接工艺进行科学的分析,以保证全流程与方法达到建筑钢材建筑规范的要求。比如,在将该工艺应用于工程实践时,需要事先对立柱和横梁等相关部件进行连接,并采用合适的气体保护焊接工艺,以全面确保焊缝检验工作的顺利进行,从而改善建筑物的总体质量,防止因焊接工艺不完善而影响到整个结构。针对目前焊接工艺中存在的共性问题,提出了解决方案,确定了各个节点的焊接工艺参数,并对所需要的设备及材料进行了严格的控制与验证,以改善整个钢结构的设计与焊接工艺。

#### 2. 焊缝实际检测要求

在实际工作中,需要对每一个节点及施工规范进行详细的分析,找出其中的内在缺陷及影响因素,并制订相应的施工方案,以规避钢材的焊接检测工作。所以,在超声检测中,利用超声波无损检测仪建立了一条距离一幅值焊接曲线,并对其进行了标定。另外,为了保证试验的正常进行,也要做好探针的清洗与保养工作。如,在焊接过程中,需采用2.5兆赫、45度~60度角的标准探头,或采用2.5兆赫、20度角的直探头,对箱形截面的焊缝进行电渣焊扫,实现对焊缝缺陷的精确定位。

#### (二) 建筑钢结构焊缝检测设备的使用要点

##### 1. 超声波无损检测仪与探头

在检测钢结构的过程中,要用到多种探头,有斜探头、小口径探头和。在超声波无损检测中,直头和斜头是最常用的一种。为了保证焊接质量,有关检验人员应对钢结构的型式进行分析,选用适当的探头及缺陷探测器。

##### 2. 试块和耦合剂

为更好地检验产品,应优先选用具有较强传声性和流动性的耦合剂,以达到对被检对象的高效传递,从而提高检测效果。

##### 3. 焊缝清理

采用超声无损检测方法对焊缝进行检测时,必须对焊缝进行清洗,保证探头运动顺畅,同时对焊缝进行打磨,以改善声接触效应。探伤工作要在钢材焊接温度降到常温后,对钢材进行探伤,并选择合适的检测时机,使焊缝检测的质量达到最优。

#### 结语

因此,超声波无损检测是一种最常用和最重要的检测手段。该方法操作简单,定位准确,能对焊接中各类常见缺陷进行及时、有效的检测。这将有助于设计人员有针对性地进行治理,以确保其整体安全稳定。

#### 参考文献

- [1] 刘磊. 超声波无损检测技术在建筑钢结构焊缝检测中的应用[J]. 门窗, 2019, (21): 60+63.
- [2] 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.
- [3] 刘生虎. 超声波探伤技术在建筑钢结构焊缝检测中的应用[J]. 住宅与房地产, 2018, (16): 197.

作者简介: 杨帅(1989.10-),男,河北保定人,汉族,本科学历,工程师,研究方向(主要从事的工作): 建筑工程检验检测。