

# 钢垫板对接焊缝超声波检测的结构回波波形

张 菊

(中车株洲电力机车有限公司, 株洲 412001)

**摘 要:** 钢垫板焊接后一般会与焊缝熔合在一起, 在超声波检测时, 来自焊缝根部缺陷的回波与垫板位置出现的结构回波混杂在一起, 给现场检测作业时波形的判断带来一定难度, 通过总结现场检测经验和试验验证, 梳理出一套能有效区分垫板结构回波的方法。

**关键词:** 焊缝; 钢垫板; 超声波检测; 回波

**中图分类号:** TG115.28      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-6656(2020)05-0072-03

## The structural echo waveform of ultrasonic testing of steel plate butt weld

ZHANG Ju

(CRRC Zhuzhou Locomotive Co., Ltd., Zhuzhou 412001, China)

**Abstract:** After welding the steel plate is generally fused together with the weld seam. On ultrasonic testing of the weld defect, echoes from the weld root were normally mixed together with the structural echoes from the back plate position, which should bring certain difficulty for the correct judgment of the defect echoes for on-site testing. By summing up the test experience and test verification, an effective echo identification method was deduced, which could effectively distinguish between the above-mentioned echoes.

**Key words:** weld; steel plate; ultrasonic testing; echo

各类型机车及地铁构架产品在焊接时, 梁体对接焊缝的根部是封闭的, 多采用钢垫板, 根部外露的焊缝则采用可移动陶瓷垫块。带钢垫板的对接焊缝在焊接后, 垫板一般会与焊缝熔合在一起, 由于结构的原因, 这种焊缝在超声波检测时只能采用单面双侧检测和全波程扫查, 角度适宜时, 焊角及垫板端部会产生结构回波, 这些来自焊缝根部及垫板位置出现的结构回波和缺陷回波混杂在一起, 现场检测经验不足的人员很难区分。由于焊缝根部不可见, 不能像根部外露的焊缝一样采用手指沾耦合剂拍打的方法来区分结构反射回波, 且根部回波更为复杂, 检测结果的判定往往耗费时间且准确率不高。

### 1 钢垫板对接焊缝的几种常见装配情况

以地铁构架侧梁对接焊缝为例, 对接焊缝为手工

二氧化碳气体保护焊 V 坡口, 板厚度为 12~16 mm, 坡口角度为 30°~50°, 垫板厚度为 3~4 mm。实际工作中, 由于梁体装配会存在一些尺寸偏差, 有时存在焊缝间隙超宽、垫板与母材间隙较大及焊缝两侧高低差等情况, 这些偏差的出现都会给超声波检测时的根部结构回波判断造成影响。

### 2 模拟试板的制作

根据实际检测情况的特点, 制作了以下几种试板, 具体结构尺寸如表 1 所示。

### 3 结构回波的识别方法

#### 3.1 垫板端部产生的反射回波识别

##### 3.1.1 垫板正常装配时

当焊缝根部与垫板熔合在一起后, 声波入射至垫板的底面, 在垫板上会产生多次反射, 垫板端部的回波反射路径示意如图 1 所示, 声波被多次反射后, 在垫板的端部(图 1 中的 D、E 处)将产生反射回波, 垫板端部的反射回波波形如图 2 所示, 实际工作

收稿日期: 2019-07-19  
作者简介: 张 菊(1990—), 女, 主要从事轨道交通行业机车车辆无损检测工作  
通信作者: 张 菊, 273368040@qq.com

表 1 模拟试板结构尺寸

mm

试板序号	试板结构示意图	母材厚度	垫板厚度	垫板宽度	装配情况
1		12	4	25	正常装配垫板母材并紧密贴合
2		14	3	30	垫板与母材间隙2
3		14	4	25	两侧母材高低差3
4		14	3	30	垫板偏向一侧10
5		12	4	25	焊缝间隙4

中由于入射角度、焊缝厚度、垫板厚度和宽度、根部熔合情况等的不同,有时也会存在焊角回波、垫板一次、二次反射回波混合出现的现象。

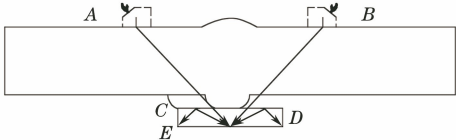


图 1 垫板端部的回波反射路径示意

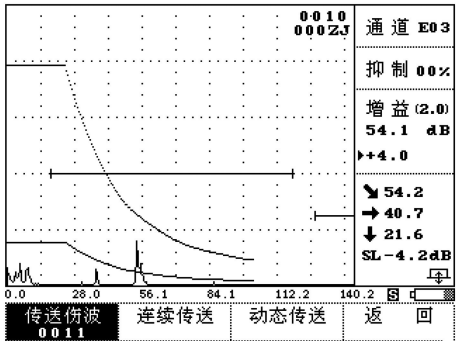


图 2 垫板端部的反射回波波形

波形特征:探头沿焊缝方向平行移动时,波形连续出现位置固定;在 A 侧探测时,波形水平位置靠 B 侧上表面熔合线;在 B 侧探测时,波形水平位置靠 A 侧上表面熔合线,深度显示约为  $T+2b$  的厚度,两个波水平位置之间的距离刚好等于垫板宽度,可判断该波形为垫板端角反射波。用手沾耦合剂拍打试板上垫板的端角部位,仪器屏幕上反射波形跳动,验证该波形为垫板端角的反射波。

3.1.2 垫板装配偏向一侧时

当出现垫板装配偏向 A 侧,在 A 侧探测时,C 位置反射波形水平位置在焊缝中心偏 B 侧,有时会

误以为是根部未熔合(见图 3)。判断方法:A 侧扫描时 C 位置反射波深度为  $(T+b)$ ,理论上应是二次波的深度,但水平位置是焊缝中心偏 B 侧,而二次波与 B 侧熔合线是平行的,不会有未熔合缺陷反射波,可以排除 A 侧二次波反射的可能。在 B 侧用二次波验证时,同一水平位置也没有缺陷波反射,可判断该波形为垫板端角的反射波。用手沾耦合剂拍打试板上垫板 C 处端角部位,仪器屏幕上反射波跳动,验证该波形为垫板端角的反射回波,波形如图 4 所示。

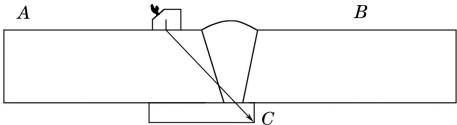


图 3 垫板偏向一侧时端部的反射原理示意

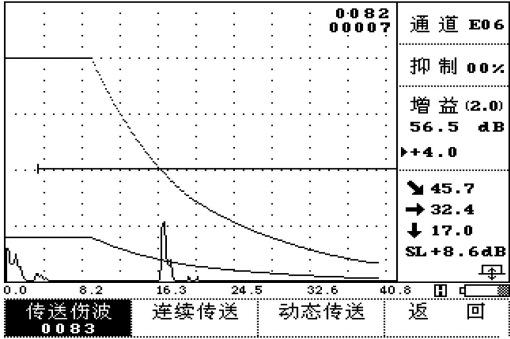


图 4 垫板偏向一侧时端部的反射回波

3.1.3 焊缝间隙超宽时

当焊缝间隙超宽时,探头入射声束到达垫板的上端角,产生反射回波。

波形特征:与正常装配时的垫板回波类似,只是回波水平位置更靠近焊缝,容易误判,检测时应

注意焊缝宽度。用手沾耦合剂拍打试板上垫板的端角部位，屏幕反射波跳动，验证该波形为垫板端角的反射波。

3.2 根部焊角反射回波识别

3.2.1 母材与垫板间隙较大时

当母材与垫板之间有一定的间隙时，焊接后根部焊角成圆弧面，当入射声束到达 C 处的焊角时产生反射，入射至该处的超声声束汇聚并反射。反射回波较高，当探头沿焊缝方向平行移动时，该波连续出现位置固定；在探头垂直焊缝前后移动时，反射波会移动小段距离，在探头转动时，波幅迅速下降(见图 5)。

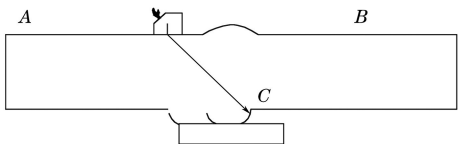


图 5 焊角回波反射位置示意

判断方法：A 侧扫查时，C 位置反射波深度略大于试板厚度，水平位置是焊缝中心偏 B 侧，B 侧扫查时 A 侧根部焊角也有同样反射，两个波水平位置之间的距离恰好为焊缝根部两个焊角之间的宽度。在两侧分别用二次波验证，同一水平位置也没有缺陷波反射。射线检测发现该试板无缺陷，验证该波形为焊角反射回波。焊角回波反射波形如图 6 所示。

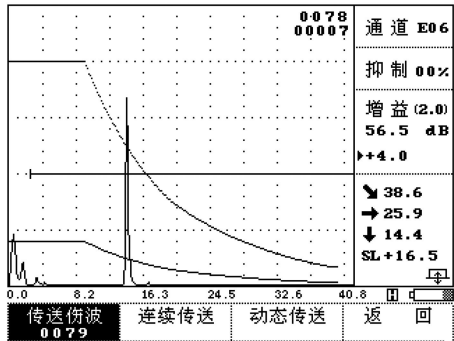


图 6 焊角回波反射波形

3.2.2 两侧母材存在高低差时

当焊缝装配上下错边时，焊角波易干扰对根部未焊透的判断。A 侧探测时，其深度应为 t，但实际深度小于试板的厚度；在 B 侧探测时，其深度远大于试板的厚度。错边时的焊角回波反射原理示意如图 7 所示。

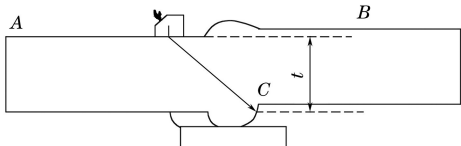


图 7 错边时的焊角回波反射原理示意

判断方法：检测未焊透两侧时，水平位置显示应在同一位置，但错边两侧回波水平位置不在同一位置，且一侧深度会大于板厚，一侧深度会小于板厚，焊缝目视检测也发现有明显高低差，波形如图 8 所示。

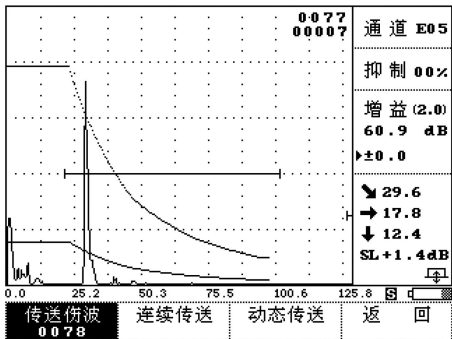


图 8 错边时的焊角反射波形

4 结语

焊角回波、垫板回波是否出现，以及波幅的大小与探头的入射角有关，当入射角适宜时就会出现这些回波，正确的识别这些结构回波有利于对焊缝根部缺陷的判别。通过对不同装配情况下钢垫板对接焊缝根部结构回波的分析与验证，掌握了钢垫板对接焊缝结构回波的特点，梳理出能识别钢垫板对接焊缝结构回波的方法。