

钢轨超声检测疑难问题的分析与解决方法

李智慧

(国能集团新朔铁路有限责任公司大准铁路分公司综合检修区段, 内蒙古自治区鄂尔多斯市准格尔旗 010300)

摘要: 超声检测作为一种非破坏性检测技术, 在钢轨检测中得到了广泛的应用。然而, 在实际操作过程中, 超声检测技术仍面临着一些疑难问题, 如信号衰减、噪声干扰、缺陷识别困难等。文章将对这些问题进行分析, 并提出相应的解决方法, 以期提高钢轨超声检测的准确性和效率。

关键词: 钢轨超声检测; 疑难问题; 解决方法

钢轨作为铁路运输系统的核心组成部分, 其质量直接关系到整个铁路网络的安全与效率。随着铁路运输的快速发展, 对钢轨的检测技术提出了更高的要求。超声检测技术因其能够无损地检测钢轨内部缺陷而备受青睐。然而, 在实际应用中, 超声检测技术仍存在诸多挑战, 如信号衰减、噪声干扰和缺陷识别等问题, 这些问题严重影响了检测的准确性和效率。本文将针对这些疑难问题进行深入分析, 并探讨相应的解决策略, 以期为钢轨超声检测技术的优化提供参考和借鉴。

一、焊缝探伤的问题

焊缝伤损是钢轨超声波探伤的难点, 尤其是铝热焊焊缝探伤难度最大, 主要原因是铝热焊焊筋几何形状特殊, 并受钢轨垂磨侧磨等影响, 焊筋回波、焊渣(补铁)回波、与焊缝伤损回波的识别比较困难。铝热焊焊缝, 轨头焊筋回波、焊渣回波、下颚伤损回波都在3.5~5.0格之间, 波形显示比较复杂, 常常是焊筋回波、焊渣回波等同时显示, 而且下颚有伤损时, 出波位置跟焊筋波、焊渣波都非常接近, 干扰了对出波的判断; 另外, 以前没有类似伤轨可借鉴, 多数作业人员没有这方面的经验积累, 也是不能准确判断该类伤损的一个主要原因。

二、案例分析

(一) 在识别焊筋波与伤损波时, 首先要从理论上掌握铝热焊缝的伤损类型、形成原因和产生部位、掌握正常情况下焊缝回波的显示情况(后附铝热焊常见缺陷分析)。焊缝轨头正常焊筋回波在一二次交替波范围内(一般在3.5~5.0格左右), 由于焊筋的不规则性, 产生的回波幅度和位移会略有不同, 但都是只有一支波显示起落的过程。

为准确识别焊筋波与伤损波, 还需要对类似的伤损轨折断检验, 进行经验积累。为此收集重点有轨头双波显示的铝热焊重伤轨进行了出波分析、折断检验。用来分析检验的双波显示铝热焊7根(包括2根轻伤轨), 气压焊焊缝双波显示1根, 共计8根轨。折断后, 下颚裂纹6根, 气压焊焊缝中心光斑1根, 1根未解刨出伤损。在折断前, 对其中的四根有代表性的铝热焊轨头下颚进行了打磨处理。

案例一: 双波定位在下颚补铁(阶梯)边缘偏里4mm, 打磨后双波显示仍然波幅强、位移大, 打磨光滑的亮面有细微的疑似裂纹痕迹, 折断后实际下颚裂纹宽度15mm, 深度5mm, 呈月牙状;

案例二: 双波定位在下颚补铁边缘偏里4mm, 打磨后前棱波减弱, 下颚表面正常, 折断后下颚核伤宽度16mm, 深度3mm, 呈月牙状;

案例三: 双波定位在下颚补铁边缘偏里3mm, 打磨后波形显示无明显变化, 下颚表面正常, 折断后下颚核伤宽度12mm, 深度3mm, 呈月牙状;

案例四: 轻伤轨打磨除净下颚焊渣, 甚至已磨亏至母材, 但前棱波显示依然很强, 折断后, 下颚核伤宽度9mm, 深度3mm, 呈月牙状。



(二) 根据折断前后分析可得出:

铝热焊焊缝下颚双波交替显示, 两波相距在1.4~1.6格, 此时, 通过定位发现, 如图1。后波是探头对侧的焊筋波, 前波定位在探头同侧的焊筋上(即前棱波)。校对前棱波, 显示3.5~5.0格左右的回波, 与焊筋波相似或出波略靠前, 定位在本侧焊筋位置。



图1

通过理论分析, 探头本侧的焊筋波正常情况下是不显示的, 这种情况多数是在溢流飞边交界的根部有细小裂纹, 或是轨头下颚应力集中点引发的疲劳核伤。

三、经验总结

(1) 双波显示的铝热焊缝, 如果其中有一条波定位在本侧焊筋上, 70°探头偏角不是过大, 波形位移比较明显, 可以认定为焊缝下颚有伤损形成, 要特别引起重视。

(2) 双波相距较近, 两波间隔在0.2~0.6格时, 如图2。前波定位是探头对侧的焊筋波, 后波即可能为补铁或焊渣引起的回波, 两波几乎同时移动、同时起落或后波位移短于前波且波幅不强。

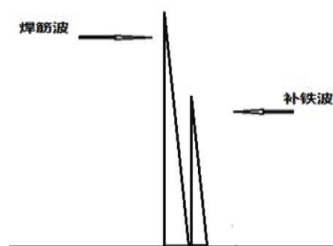


图2

如果两波都较强,而且起落不同时,(如图3)就要定位后波是否正好在补铁或焊渣上,并从另一侧进行校对,如果另一侧只有探头对侧的焊筋波,可以认为后波是补铁或焊渣回波,几乎排除伤损的可能,但要密切观察其发展。

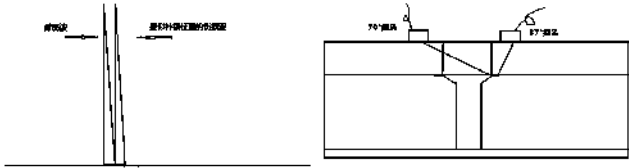


图3

如果从另一侧校对时,除对侧焊筋波外还有一条回波显示,且定位在同侧焊筋补铁上,可以判断就是伤损出波,案例4轻伤轨就是这种情况。如果用37度探头直校该处,在2.0左右有前棱波(本侧焊筋波)显示,此时伤损取向较好且伤损较大(利用角反射原理)则可以更加肯定伤损的存在。

(3) 双波相距在1格左右时,通过定位会发现其中后波是对侧焊筋波,前波在焊筋中心位置。此时,如果是采用纵向移动扫查法,可以判断为是直径小于声速宽度的缺陷;如果采用的是偏角纵向移动扫查法,要分析焊筋中心的回波是否是焊筋棱角引起的反射,可以通过定位和手摸的方法确认,防止误判。上述气压焊缝光斑回波显示情况与此相同。

(4) 当焊缝轨头有缺陷存在且缺陷较小,距轨颞较近时,仪器会显示缺陷波和焊筋轮廓波同时显示的现象,案例3双波显示就是这样;如缺陷距轨颞较远或较大时,缺陷波和焊筋波会交替显示,案例1下颞核伤较大,波形显示4.0-6.4/4.6-7.2就是交替显示的。

(5) 当缺陷直径大于声速宽度,完全阻挡超声波向前传播,荧光屏上只显示缺陷波,不显示焊筋轮廓波。这时,要防止将伤波误认为焊筋波而造成漏检。尤其是现场闪光焊(厂焊),一般回波很弱或者没有回波,一旦出现较大的回波,此时要认真对待,测量回波位置,判断是否为焊筋轮廓波,是则观察焊筋外观推瘤及打磨是否平整,轮廓较大且明显一般为焊筋轮廓波,但应引起重视结合上述(1)、(2)、(3)、(4),否则为伤损。

四、解决措施

有关资料表明,铝热焊接头下颞裂纹是焊接过程中轨头与轨底收缩不均匀而产生的不均匀应力差,并不是由于焊缝缺陷。因此,解决这一问题应该从以下几个方面入手:

(1) 尽量减小焊接过程中轨头和轨底的温度应力差;增加轨头与轨底收缩一致性。

(2) 提高焊接工艺,克服轨头下颞溢流飞边,避免轨头下颞形成应力集中点。

(3) 必须保证焊缝两侧轨头和轨脚打磨除锈,轨头要打磨平整,轨脚、轨腰下连接圆弧处要打磨干净,尽量达到轨头下颞的光滑平顺。

(4) 在探测时应加强波形分析,了解出波的规律、波形特点,必须要精确定位,结合眼看、手摸、镜照的办法,确定回波信号的真伪,要对焊缝处的波形显示仔细分析,有异常波形时,一定要认真分析,仔细定位,多人多机复核,确保不漏检、不错判,及时发现伤损。

(5) 探伤时必须严格按照探头扫查要求进行扫查,并根据出波位置、波幅强弱、波移量的大小,结合焊缝状态进行判伤。

五、70° 探头探伤注意事项

70° 探测伤损时,仪器主要显示分为一次波和二次波,一次波探测时,在钢轨表面状态良好的情况下,一次波反应的深度位置比较直观、准确,所以波形在1~4.5格,仪器显示有波形并有一定的位移量可定位核伤。二次波由于内部补偿电路补偿能量不确定,使得可疑波形显示反射能量很大,并不能正确地反应伤损状态,大小尺寸等。加之伤损取向的不确定影响因素,要做到不误判漏探并不容易,主要依据是根据钢轨外部状态结合伤损位置、深度以及上、下行车对伤损取向的影响等条件进行综合判伤。因为伤损取向的影响,有些伤损有较大的位移量但波形能量不强,说明伤损取向与波束不垂直。鱼鳞地段探伤时,紧盯仪器显示屏出现较大的鱼鳞时要认真分析结合钢轨实际状态进行伤损判别。直70° 探头不仅可以检测轨颞三角区的核伤还具有校对斜探头探测的伤损,主要方法是通过调节探头的横向位置使得主声束可扫查伤损,多用于铝热焊缝双波时的校验,如有回波为伤损,如无回波一般为焊筋非缺陷回波。

案例:大准线 K259+42# 铁厂焊焊筋轮廓波出波位置定位在1-2格出波,波的大小和正常焊筋波一样,若看不仔细误认为正常焊筋波,由于钢轨磨耗和打磨等因素影响,一般正常波在4格左右出波。此案例为焊缝核伤,由于钢轨出厂时制造缺陷或因列车的重复荷载作用下逐步发展为疲劳伤损,为避免此伤损的漏检,探伤人员不仅要盯波仔细,还要有足够的辨别能力。把焊筋波的出波位置牢记,出现不同波形时要仔细测量校对。

六、37° 探头探测特殊伤损

一般的螺孔裂纹伤损的显示作为探伤技术的基本技能这里不作过多说明。以下为37° 探头探伤时特殊情况,轨底横向裂纹一般为八字波,确定方法为测量前后37° 探头探测的八字波的水平位置,若不在同一位置则定位轻伤观察,若为同一位置则为轨底横向裂纹。探测垂直与轨面的螺孔裂纹、轨端水平裂纹、小于15° 的螺孔裂纹时显示回波为直角反射,波形强而大且回波并不随伤损大小变化而变化,此时需拆开接头夹板采用眼看等手工检查方法进行确认。

在通过道岔尖轨时,37° 探头在轨头部位有明显回波,但70° 探头反而由于位置与偏角的影响而探测不到,但利用手持70° 探头探测时有明显伤损回波,并且调整小车70° 探头位置再次检查各探头均有伤损回波,最后通过钢轨实际状态与理论、实践经验相结合确定伤损,说明37° 探头对轨头核伤也有一定的检出率。

案例:龙王渠 35# 道岔尖轨,位置在宽度为40mm左右的部位,直、斜70° 无回波,前37° 在轨头部位回波显示为2格左右,此处为尖轨核伤,用单 K2.5 探头探测回波较为明显;具体发展原因是由于钢轨出厂时制造缺陷或因列车的重复荷载作用下逐步发展为疲劳伤损,解决办法是在通过道岔时扶稳仪器并向内侧调节探头位置并注意37° 的一次回波。并且配合技术攻关小组研究成果可以比较理想的解决这类伤损。

参考文献:

- [1] 尹段泉.基于超声检测的主动式钢轨伤损智能识别方法[J].无损检测,2024,46(06):49-53.
- [2] 张海山,杨雄伟,马红斌,等.双轨式钢轨超声检测系统的设计与应用[J].无损检测,2024,46(06):77-83.