

文章编号:1003-1995(2010)11-0132-03

钢轨探伤漏检螺孔裂纹的原因分析和应对措施

李 锦¹, 牟国义¹, 马铁雷²

(1. 沈阳铁路局 工务处, 沈阳 110001; 2. 沈阳工务机械段, 沈阳 110025)

摘要:在日常的钢轨探伤作业中螺孔裂纹易被发现, 按规定螺孔裂纹为重伤必须进行更换。但在实际养护维修中, 由于受维修天窗时间和周转钢轨等条件的限制, 存在无法及时更换的情况, 尤其个别胶结接头由于探伤工无法抽取伤损螺栓进行验证, 胶结接头较易形成安全隐患。结合现场探伤实际情况, 针对裂纹取向不佳时, 探伤检测困难, 提出针对性措施。

关键词:孔裂 大型钢轨探伤车 探伤小车 伤损图谱 超声波检测

中图分类号:U213.4*3 **文献标识码:**B

1 螺孔裂纹的形态及特点

2010年3月, 沈阳铁路局钢轨探伤车以60 km/h速度检测线路, 发现道岔后输入端胶结接头第一孔斜下裂(D4)50 mm。所在工务段对换下的伤损钢轨检查发现, 除探伤车发现的50 mm斜下裂外, 还有45 mm斜向水平裂纹(小角度), 其中一段裂纹长度为25 mm, 在纵向上与钢轨水平(垂直)面成15°夹角、距离轨面高度为82 mm; 剩余(小角度)长度为20 mm(单侧裂)的裂纹在纵向上与钢轨水平(垂直)面成7°夹角, 距离轨面高度为74 mm。此伤损同一点处的裂纹在钢轨两侧存在2 mm的高度差, 经计算得知, 在钢

轨横向上与水平面成7°夹角。复查探伤车图谱, 对长度为45 mm的伤损没有反应。伤损照片如图1, 探伤车图谱见图2。



图1 一个螺栓孔上的两个裂纹

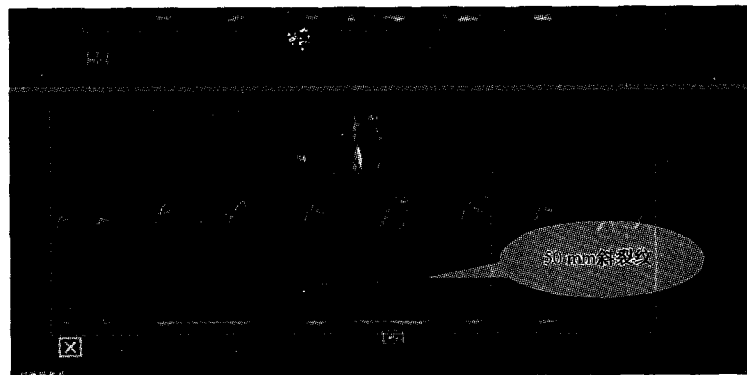


图2 探伤车图谱

2 漏检原因分析

2.1 大型探伤车漏检原因分析

大型钢轨探伤车是一台集电子、超声、机械等现代

收稿日期:2010-07-15;修回日期:2010-08-20

作者简介:李锦(1972—),男,山西灵丘人,高级工程师。

技术于一体的高科技检测设备。探伤车全长 33 m,由两节车厢组成,分别为检测车与机械车。最高检测时速为 60 km/h。探头部分由 4 个轮式探头组成,轮探头结构与汽车轮胎相似,内部装有组合晶片,并充装专用耦合液。每个轮探头结构均完全相同,都设有 3 个 70°晶片,1 个 45°(探伤车标称值,在钢轨中的实际折射角为 37.5°)晶片,1 个 0°晶片。每股钢轨设有 2 个轮探头,安装方向相反,这样就组成了每股钢轨 10 个晶片、两股钢轨 20 个晶片共同协同工作,从入射钢轨的不同方向、不同角度进行扫查,见图 3,基本完成钢轨绝大部分的区域覆盖检测任务。

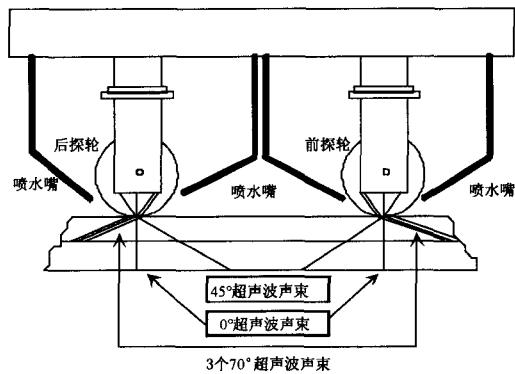


图 3 大型钢轨探伤车声束传播示意

45°晶片发射的超声波在轨头至轨底间作反射式探伤,主要探测钢轨螺孔裂纹,同时也能探测轨腰裂纹和特殊部位水平裂纹。0°晶片主要功能为检测轨头至轨底间的水平裂纹和纵向裂纹,监控其他伤损引起的底波消失,并对其他晶片的检测数据起到辅助分析与加强确认的作用。

在钢轨上滚动的轮探头负责将采集来的超声数据送到车上,经由信号放大、模数转换、数据过滤、空间转换、伤损识别等流程,最终显示在副操作员的计算机显示器上。而具体的检测参数与工作方式,则由主操作员通过主控制计算机调整。

探测系统发射超声波的最大密度为车辆每移动 1/16 英寸(1.6 mm)发射 1 次,并对接收到的数据进行分析,这样就形成了对钢轨在纵向上和水平方向上进行切分(与医学中的 CT 照影相同),使钢轨在系统中从侧面观察就是网格状划分,当探测系统发出的超声波得到回波并对回波进行采样后,就会在相应的网格处作出标识,显示到图形上就是 1 个点。当采样点组成的图形在设定的位置达到了一定的大小,识别系统就会与标准的钢轨图形数据库比较,如超出图库范围,系统就会将超出部分识别成伤损。

2.1.1 45°晶片漏检原因

在伤损图谱中,两组轮探头中的 45°晶片(标称值,实为 37.5°)对所有螺栓孔及导线孔壁的反射完整而清晰,证明检测系统是处于良好的状态,但对该处伤损没有作任何反应,分析漏检原因有以下几方面。

1) 前轮探头情况分析:前轮探头 45°晶片声束入射方向与裂纹方向相对,与 18°的裂纹形成 52.5°的入射角,与 15°的裂纹形成 55.5°的入射角,伤损还有 7°的横向倾斜,反射的声束既不在钢轨纵轴上也不在横轴上,而是偏向轨腰壁。

2) 后轮探头情况分析:后轮探头 45°晶片声束入射方向与裂纹发展方向相同,与 18°的裂纹形成 19.5°的入射角。在不考虑裂纹横向倾斜 7°的情况下,反射声束偏离入射点 59.5 mm,已不在晶片的接收范围之内。而实际情况是反射声束未在钢轨纵向轴上,而是偏向轨腰壁。

3) 由于伤损处是钢/空气界面,超声波全反射,因此在超声波入射到伤损界面时,检测系统是得不到界面回波的。

由于以上原因,两个 45°晶片未能正常检测到伤损。图 4 仅以入射条件较好的后轮探头 45°来反应超声波声束反射的偏离情况(未考虑横向倾斜 7°)。

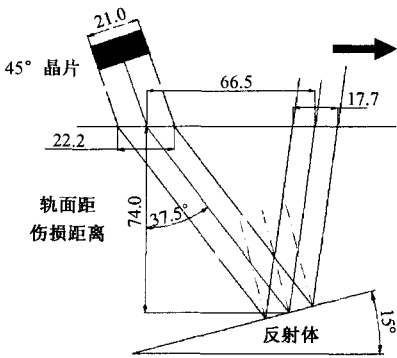


图 4 45°晶片反射图(单位:mm)

2.1.2 0°晶片漏检原因

1) 探头中 0°晶片检测。两个 0°晶片对于螺栓孔顶部的反应完整而清晰,同时在伤损的投影处伴有底波消失,可以说明检测系统在此时的工作状态是正常的。

2) 漏检原因分析。① 0°晶片的情况与 45°晶片的情况相似,声束偏离,致使晶片不能接收到裂纹的回波。图 5 是未考虑横向倾斜情况下 0°的声束反射偏离情况。② 按照 0°穿透式探伤的原理来讲,45°与 0°在伤损处未能提供信息的情况下,对于此伤损,0°会出现底波消失报警,但此处伤损的下面还存在着一处 50

mm 的伤损。探伤车操作员按照图谱会判断为底波消失是由于 50 mm 伤损引起的,而漏掉 50 mm 伤损上面的 45 mm 伤损。

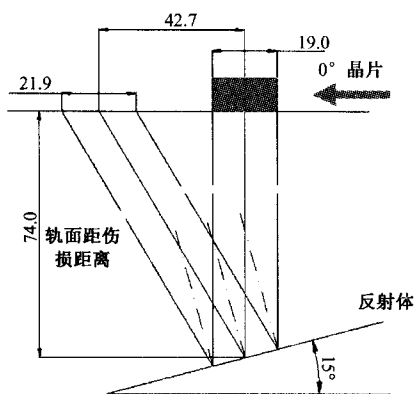


图 5 0°晶片反射图(单位:mm)

2.2 探伤小车漏检情况分析

目前工务系统钢轨探伤一般使用超声波探伤仪,其原理主要是利用超声波在物体中传播的一些物理特性来发现钢轨内部缺陷,配置晶片主要有若干 70°晶片,2 个 37°晶片和 1 个 0°晶片。其中 37°晶片发射的超声波在轨头至轨底间作反射式探伤,主要探测钢轨螺孔裂纹,同时也能探测轨腰裂纹和特殊部位水平裂纹以及轨底横向裂纹。0°晶片主要用来检测螺孔裂纹、轨头至轨底间的水平裂纹和纵向裂纹等。

该区段为探伤加密检查地段,并安排每半月 1 遍,第一次检查无伤损;第二次检查只发现螺孔有斜下裂纹约 5 mm 左右。随即通知线路工区监控,探伤工区作为下一周期检查的重点部位,但也不排除漏掉另一处伤损的可能性。根据相关规定:“复线地段检查,探伤小车应面迎列车运行方向推行”。当仪器推行时,前 37°探头首先扫描到螺孔斜下裂纹反射回波,然后是正常螺孔反射波,经探伤工认定存在伤损后,探伤工就有可能停止对螺孔等其它部位的检测,尤其漏掉了 0°探头报警,但 12 d 后被探伤车及时发现。

3 防范措施

胶结接头处理比较困难,更换伤轨时费时费力,个别工务段对探伤发现 5 mm 以下的孔裂持加强检查监视的态度,如不发展就不更换。从此案例中不难发现,超声波探伤检查必须要有良好的裂纹取向才能准确判定伤损的实际大小,否则即使伤损再大也无法准确定

量;另外对胶结接头探伤检查时由于无法拆检也很难确定伤损的大小。

3.1 提高大型钢轨探伤车的伤损识别能力

1) 制订探伤车试验方案。用经人工缺陷标定的探伤车,在已知实际伤损的钢轨上进行检测。通过对探伤车检测结果与实际钢轨伤损进行对比分析,从中了解探伤车对各类钢轨伤损的检测能力和无法检测出的缺陷类型,以便掌握钢轨探伤车的检测性能。

2) 使用不同的探伤灵敏度进行检测,了解钢轨探伤车在不同灵敏度下对各类钢轨伤损的检出率。合理调节探伤车灵敏度,提高伤损检出率。克服计算机对伤损判别上的不足,提高伤损判定的准确性。

3) 应加强探伤车操作员的管理及培训工作,为防止出现“漏判”、“误判”提供技术支持。

3.2 探伤小车严格执行接头检查制度

1) 普通接头。当螺孔出现疑问或轨端出现掉块、擦伤、焊补等影响探测时,应进行抽取螺栓或解体检查进行确认。

2) 胶接接头。当波型显示裂纹长度 < 5 mm 时,每周安排进行一次复检;当波型显示裂纹长度 5 ~ 8 mm 之间时,探伤下达重伤钢轨通知单,线路工区将胶接接头烤开与探伤人员共同确认。

3) 当螺孔有疑问难以判断时,可使用通用仪器的纵波小角度探头进行确认。

4 结论

采用现有的设备按正常的检测方法对某些不利于超声波探测角度的伤损,存在相应的探伤困难。采用上述探伤方法进行检查,可避免钢轨漏检“甩头”的发生。工务段对探伤检查发现伤损应及时更换,不能留安全隐患。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国铁道部 铁运[2006]146 号 铁路线路修理规则[S]. 北京:中国铁道出版社,2006.
- [2] 周清跃. 钢轨的材质性能及相关工艺[M]. 北京:中国铁道出版社,2005.
- [3] 中国机械工程学会无损检测分会. 超声波检测[M]. 第 2 版. 北京:机械工业出版社,2000.
- [4] 李锦,刘景利. 钢轨铝热焊缝边缘伤损的超声波检测技术[J]. 铁道建筑,2009(9):104-106.

(责任编辑 王 红)