

层状撕裂缺陷的超声波检测

张丕龙

(上海宝冶建设有限公司, 上海 201900)

Ultrasonic Testing for Lamination Crack

ZHANG Pi-long

(Shanghai Baoye Construction Co. Ltd, Shanghai 201900, China)

中图分类号: TG115.28

文献标识码: B

文章编号: 1000-6656(2007)06-0360-02

超声检测是目前应用最广泛的无损检测方法之一, 具有成本低、效率高和灵敏度高等优点, 但也有检测结果不直观、追溯性差、定性困难和定量精度不高等缺点。超声波检测质量受设备(仪器、探头和试块)、被检对象(工件的规格、几何形状和材质)以及人为因素(检测人员的责任心和工作水平)等影响。

1 问题的由来

某重点工程钢结构件的对接接头需进行超声波检测, 执行 GB 11345—1989《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》标准, B类 II级合格。对接接头坡口形式见图 1。焊缝共 3 层, 采用全自动不清根焊接(图 2)。第 1 层为 CO₂ 气体保护焊, 第 2 和 3 层采用埋弧自动焊。根据委托条件, 使用 CTS-3000 型数字超声波探伤仪和 2.5P10×10K2 的斜探头, 从焊缝的两侧对整条焊缝进行 100% 扫查。在批量检测过程中, 发现部分对接接头熔合区始终存在一个微弱的回波信号, 最大当量高出定量线 14.2 dB, 波幅较宽, 见图 3。探头转角时波幅有

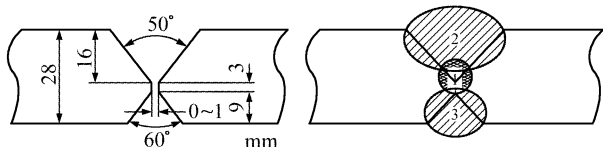


图 1 对接坡口形式

图 2 对接接头的焊缝形式

收稿日期: 2006-01-16

作者简介: 张丕龙(1977—), 男, 全国注册质量工程师, 从事无损检测及质量管理工作。

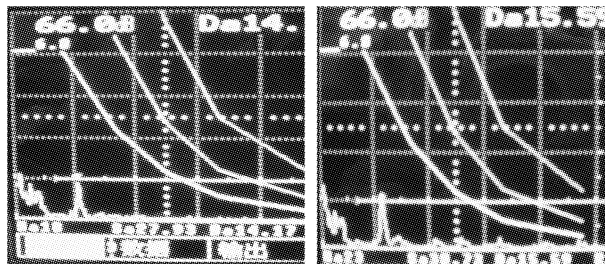


图 3 缺陷回波信号

明显的变化, 探头稍微平移, 回波立即消失, 再平移, 回波又出现。回波位于深度方向 13.6~15.59 mm 和水平位置靠近焊缝边缘处(图 4)。由于回波幅度远低于 II 区, 当时未能引起足够重视, 然而整条焊缝全长 8 650 mm, 连续间断发现类似反射回波信号。为慎重起见, 采用了三种不同规格的斜探头和一种直探头进行了复检, 结果见表 1。

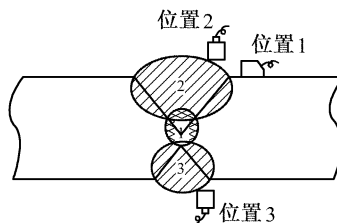


图 4 缺陷位置模拟图

表 1 不同探头对可疑处的检测结果

探头型号	波束扫查方法	探头扫查部位	最大回波当量/dB
2.5P10×10K2.5	直射法	焊缝两侧	高出定量线 12.2
2.5P10×10K2.0	直射法	焊缝两侧	高出定量线 14.2
2.5P10×10K1.0	直射法	焊缝两侧	未发现回波
2.5P14Z(单直)	直射法	焊缝两侧	未发现回波

由于生产单位焊接工艺成熟,在焊缝中产生连续间断性缺陷的可能性不大,于是请生产单位对焊缝指定的位置进行了气刨,结果在对接接头的熔合区发现了连续性间断裂纹(图5)。

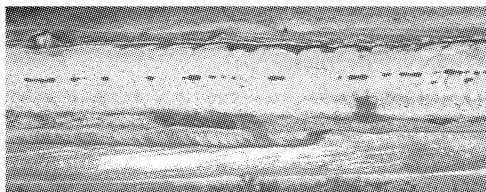


图5 母材的层状撕裂

2 检测分析

发现裂纹后,根据生产单位的委托要求,对同批母材进行了超声波检测,结果仅发现了极少数点状缺陷,均符合 GB/T 2970—1991《中厚钢板超声波探伤方法》标准 I 级验收要求。同时对存在裂纹的构件焊缝热影响区进行了超声波测厚,均未发现分层类面状缺陷。

3 原因分析

3.1 裂纹难以发现的原因

此类裂纹产生的位置有其特殊性。如图4,发现缺陷是在位置1用斜探头进行扫查,由于裂纹的平面宽度约2 mm,开口宽度约0.2 mm,而且不与超声波声束方向垂直,所以回波信号的幅度很低。如果扫查灵敏度较低,扫查速度过快,很可能会被误

认为是杂波信号而被忽视;如果扫查灵敏度过高,回波信号可能会消失在草状波中。而且焊缝相对较宽,在母材部位用直探头进行扫查根本发现不了缺陷,在位置2和3用直探头又无法扫查。

3.2 裂纹产生的原因

对发现缺陷构件的母材经超声波检测未发现分层类面状缺陷,随后对其破坏性取样进行理化实验。其化学成分和力学性能指标均符合 GB/T 1591—1994《低合金高强度结构钢》标准。但金相检验发现,在母材的中间层碳、硫、磷、锰等元素明显偏高,存在严重的偏析。正是因为母材存在严重的偏析,在高温和焊接应力的作用下,最终开裂形成了层状撕裂。

4 结语

层状撕裂的危害性极大,如行车梁的翼缘板和柱子的柱体母材在拉应力和剪切应力的作用下,层状撕裂会沿母材的中间层扩展。在一些工程上,层状撕裂并不少见,主要产生在 T 型焊缝的翼缘板上,在对接焊缝中发现层状撕裂现象并不多。由于对接焊缝中的层状撕裂不在焊缝中,而且其平面宽度及开口宽度都非常小,导致反射回波信号微弱,极易被忽视而漏检,为此应注意:① 超声波检测中,当量是相对的,反射回波低的信号并不代表缺陷的实际尺寸和危害性小。② 对连续性间断缺陷回波,无论其波幅高低,均应引起重视。③ 产生层状撕裂的母材一般存在严重偏析。

(上接第314页)

的磁场变化。模型的仿真结果同实际检测结果基本一致,表明可用磁记忆方法检测铁磁构件由应力集中造成的早期损伤。

参考文献:

- [1] Martin J Sablik. Coupled magnetoelastic theory of magnetic and magnetostrictive hysteresis[J]. IEEE Transactions on Magnetics, 1993, 29, (3): 2113—2123.
- [2] LU Li. Modified law of approach for the magnetomechanical model; application of the rayleigh law to stress[J]. IEEE Transactions on Magnetics, 2003, 39(5): 3037.
- [3] Dubov A A. A study of metal properties using the method of magnetic memory[J]. Metal Science and Heat Treatment, 1997, 39(9/10): 401—402.
- [4] 任吉林. 金属的磁记忆检测技术[J]. 无损检测, 2001,

23(4): 154—156.

- [5] 仲维畅. 金属磁记忆诊断的理论基础[J]. 无损检测, 2001, 23(10): 424—426.
- [6] 周俊华, 雷银照. 正磁致伸缩铁磁材料磁记忆现象的理论探讨[J]. 郑州大学学报, 2003, 24(3): 101—105.
- [7] 宛德福. 磁性物理学[M]. 北京: 电子工业出版社, 1999.
- [8] 赵建生. 断裂力学及断裂物理[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2003. 2.
- [9] Ken-ichi Yamamoto. Magnetization change due to stress change in a constant magnetic field on amorphous ribbons[J]. Journal of Applied Physics, 1997, 15(8): 5796—5798.
- [10] Atsushi notoji. Strain magnetization properties and domain structure change of silicon steel sheets due to plastic stress[J]. IEEE Transactions on Magnetics, 2000, 36(5): 3074—3077.