

加工方法对 BT620QL6 试验钢焊接样板 冲击稳定性的影响

王 敏¹, 刘洪霞¹, 张吉忠¹, 苏建华², 董 晨¹, 杨 静¹, 常 慧³

- (1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心, 内蒙古 包头 014010;
2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司稀土钢板材厂, 内蒙古 包头 014010;
3. 内蒙古包钢钢联股份有限公司稀土钢冷轧板材厂, 内蒙古 包头 014010)

摘 要: BT620QL6 低温止裂钢板焊接实验要求进行系列低温冲击试验, 需要对焊接试板进行多组冲击试样的加工制备。采用传统的冲击试样加工方法, 不能保证焊接试样的开槽位置精准位于焊接的热影响区, 因此对焊接冲击试验结果造成影响, 使焊接试样系列低温冲击吸收功波动较大。文章结合焊接板检测试样的标准要求, 通过改进焊接板试样加工方法, 确定了焊接板冲击试样缺口开槽位置, 保证同组试样加工尺寸精度的一致性及连续性, 克服了焊接冲击试样对取样位置的敏感性, 同时提高焊接板试样的制备效率。检测结果表明, 改进后的冲击试样加工方法提升了 BT620QL6 焊接板冲击性能数据的稳定性。

关键词: 焊接; 冲击试样; 低温冲击; 试样加工

中图分类号: TG406

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2026)03-0055-03

Effects of Processing Methods on Impact Stability of Welded Sample Plate for BT620QL6 Test Steel

Wang Min¹, Liu Hongxia¹, Zhang Jizhong¹, Su Jianhua²,
Dong Chen¹, Yang Jing¹, Chang Hui³

- (1. Technical Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China;
2. Rare Earth Steel Plate Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China;
3. Cold Rolled Rare Earth Steel Plate Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: A series of low temperature impact tests are required for the welding experiment of BT620QL6 low temperature crack arrest steel plate so that multiple times of preparation and processing for impact samples of test piece for welding are needed. The slotting positions of welded samples cannot be ensured to be precise in welding heat affected zone so that the welding impact test results could be influenced and fluctuations of series of low temperature impact absorbing energy are greater with traditional processing method of impact sample. In the paper, the slotting positions of impact sample notch of

收稿日期: 2025-11-12

作者简介: 王 敏(1980-), 女, 内蒙古包头市人, 高级工程师, 现从事金属材料机械加工制样流转工作。

welded plate are determined, uniformity and continuity of machining dimension precision for samples in the same group are ensured, sensitivity of welded impact samples on sampling positions is eliminated as well as preparation efficiency of sample for welded plate is improved through improving the processing method of sample for welded plate combining with the standard requirements of test sample for welded plate. The test results showed that the stability of data for impact property of BT620QL6 welded plates was improved with the improved processing method of impact sample.

Key words: welding; impact sample; low temperature impact; sample processing

BT620QL6 低温止裂钢板主要用于制造矿用车辆结构件及车架,要求在高载荷的服役环境下具有良好的止裂特性^[1,2]。除此以外,材料焊接热影响区还应该具有良好的低温冲击性能的稳定性^[3]。在 BT620QL6 低温止裂钢板试制、工业生产及用户使用过程中,需要频繁检测其焊接样板焊缝及热影响区的系列低温冲击性能,判断其是否合格,这样导致焊接冲击试样加工数量增多,样板焊接、试样加工及检测周期变长,严重影响 BT620QL6 低温止裂钢新产品的开发进度。

同时科研及试样加工人员发现,在排除母材、焊接工艺、焊材等因素外,BT620QL6 试验钢的同一块焊接样板,系列低温冲击吸收功波动性较大。针对试样加工周期长、焊缝热影响区低温冲击吸收功波动大的问题,本文全面优化 BT620QL6 低温止裂钢焊接样板冲击试样加工流程和方法,提高试样加工效率,缩短试样检验周期,保证热影响区系列低温冲击吸收功的稳定性,为顺利推进 BT620QL6 产品的研发提供了有力保障。

1 存在问题

根据 BT620QL6 低温止裂钢研发及检测要求,需要从同一块焊接试验板的焊缝热影响区连续取三组低温冲击试样,在同一台低温冲击试验机分别进行 -40℃、-60℃和 -80℃低温冲击试验。根据国标 GB/T 2650—2022《焊接接头冲击实验方法》要求加工相应冲击试样,由于每个焊接冲击试样锯切后的堆焊突起位于试样中间,导致冲击试样铣削加工基准尺寸存在差异,不能保证一组(共 3 件)试样加工的连续性、尺寸一致性,多组单件冲击试样加工尺寸公差、加工精度等差异性较大,加工耗时也较长,最大的问题是焊接冲击数据完全无规律可循,无任何连续性、方向性可言,直接影响 BT620QL6 低温止裂钢板产品的研发进度。

2 焊接冲击试样制备

2.1 传统加工方法

在化学成分和生产工艺不变的情况下,BT620QL6 焊接板的弯曲、冲击试样的取样位置和试样加工方法至关重要。根据 BT620QL6 低温止裂钢板材料性能和加工特性,焊接母材的截取位置执行 BT620QL6 母材产品制造技术条件的规定,试样板长度结合样坯尺寸、试样数量、切口宽度、加工余量及两端不可利用的区段等情况进行确定。采用气体保护焊的方式对 14 mm 厚的 BT620QL6 低温止裂钢进行焊接,50% 的焊接试样采用传统的试样加工工序,50% 的焊接试样采用改进后的试样加工工序,其中采用传统的试样加工工序为锯床(单件冲击焊缝居中)→铣床→磨床→拉床,按照 GB/T 229—2020《金属材料 夏比摆锤冲击试验方法》要求,加工成 10 mm×10 mm×55 mm 的 V 型缺口冲击试样,采用 NI750 冲击试验机进行 -40℃、-60℃和 -80℃低温冲击试验。

表 1 为采用传统的试样加工工序,BT620QL6 低温止裂钢焊接热影响区的系列低温冲击吸收功,如表 1 所示,当试验温度为 -40℃、-60℃时,焊缝热影响区的低温冲击吸收功呈现两高一低,试验温度为 -40℃时,一组数据中冲击吸收功的最高值为 201 J,最低值为 109 J,最高值比最低值高 84%,当试验温度为 -60℃时,冲击吸收功最高值为 213 J,而最低值仅为 32 J,最高值比最低值高 566%。当试验温度降低至 -80℃时,试验数据呈现一高两低的现象,最高值比最低值高 109%,可以看出,系列低温冲击吸收功试验数据差异大,同组试样试验数据极不稳定,没有一致性和规律性。

采用传统方法加工单件焊接冲击试样时,粗加工环节的锯切工序耗时长,铣削时加工基准不一致,不能保证冲击试样在厚度方位相同性,影响加工质量和加工效率,其低温系列冲击试验数据没有方向性、规律性。为此,改进试样加工方法已迫在眉睫,需通过优化加工工序改善检测数据的一致性和规律性,保证检测数据稳定性,为科研工作提供可靠依据。

表 1 传统试样加工工序试验钢焊接热影响区的
低温冲击吸收功

编号	试验温度/℃	冲击吸收功/J
1	-40	167、201、109
2	-60	213、32、150
3	-80	159、98、76

2.2 原因分析及改进措施

传统加工方法不仅工序流程长,且同一组试样,试验数据离散度很大,数据失真,经分析检测数据偏差大的主要原因为不能精准定位冲击试样缺口开槽位置。改进措施为:根据钢板焊缝的冲击取样位置,预留工序间加工余量后,精确计算多组焊接冲击试样锯床锯切的宽度与长度。焊接接头试样加工先经铣床整体去除焊缝余高,与钢板表面取平齐,切好的试样按顺序编号,标识清楚。通过上述措施,制备的多组试样具有厚度方位同一性、宽度方向连续性、尺寸精度同一性,多组焊接冲击试样尺寸的连续性、一致性获得保证,进而确保了焊接冲击性能数据的稳定性、方向性和规律性,满足了研发对于试样制备方法 & 实验数据的需求。

2.3 改进后加工方法

采用相同工艺 BT620QL6 焊接试样板,按照 GB/T 2650—2020《焊接接头冲击实验方法》的要求,根据试样项目与数量、规划取样位置,焊接钢板冲击试样取样及加工。如图 1 所示,在焊接板上用记号笔画出垂直于焊缝的直线,两直线间的距离为冲击试样的数量的宽度加切换厚度,粗加工长度为 80 mm,焊缝保证在试样长度方向居中。



图 1 BT620QL6 焊接板的取样位置

冲击坯料)→铣床(多组冲击坯料)→磨床→拉床,在带锯床上按画线切取试样坯料,根据焊接板的材质与厚度铣床按标准要求进行整板铣削加工、切断、连续性标识编号,保证多组冲击加工精度的一致性、多个冲击试样的连续性与递进性。用 5% 的硝酸酒精溶液腐蚀冲击焊缝横截面处,待焊缝横截面形貌显现后,确定冲击焊缝与熔合线的缺口位置并开槽,如图 2 所示。

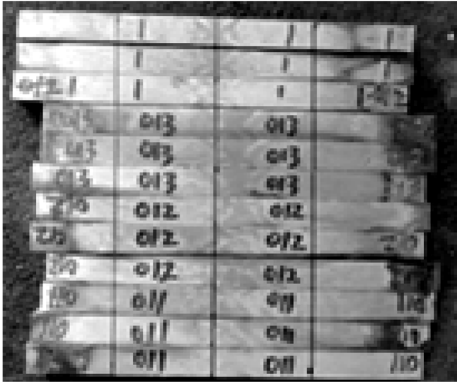


图 2 焊缝居中位于冲击试样长度方向

将加工好的冲击试样,按照 GB/T 229—229《金属材料 夏比摆锤冲击试验方法》要求,在同一台冲击试验机开展系列低温冲击实验,结果如表 2 所示。每组数据离散度小,数据稳定,当实验温度为 -40 ℃ 时,冲击吸收功的数值为 219 J、218 J、220 J,最高值和最低值仅仅相差 2 J,最高值比最低值高 0.9%,即使是实验温度降低至 -80 ℃,同一组数据中最高值和最低值的差相差 6 J,最高值比最低值高 6%,实验数据相对稳定。

表 2 加工工序改进后试验钢焊接热影响区的
低温冲击吸收功

编号	实验温度/℃	冲击吸收功/J
1	-40	219、218、220
2	-60	196、202、198
3	-80	102、99、105

3 检测结果及分析

通过焊接板冲击性能实验结果表 1 和表 2 中的冲击值对比可知,在 BT620QL6 焊接钢焊接区域及热影响区取样方法改进后,冲击检测数据稳定,具有 (下转第 65 页)

改进后焊接板冲击试样加工工序为锯床(多组

(3)系统配备磨头水平与垂直方向角度调节功能,以保证磨削位置精度。

(4)合理规划磨削装置在磨床测量区间的安装布局,在满足生产节奏的前提下,将自动修磨机布置于测量工位,完成磨削作业。

表 1 自动修磨机投入使用前、后指标对比

指标	磨削作业方式	耗时/min	磨削面成型质量	使用周期
应用前	人工手动	480	2~3 mm 宽度及深度不均	一个换辊周期
应用后	修磨机自动	60	10 mm 光滑均匀	两个换辊周期

5 研究结论

本研究研发的支撑辊倒角自动修磨机,经现场应用,实现了作业模式由人工向自动化的转变,核心成效如下:

- (1)作业效率显著提升
- 该自动修磨机安装便捷、操作简单,实现了支撑辊倒角由人工磨削向自动化磨削的模式升级。对于辊径为 1 300~1 400 mm 的支撑辊,单支倒角加工时间由人工 480 分钟大幅缩短至 60 分钟,有效压缩了单辊工序周期,降低了人员连续作业强度,提升了支撑辊倒角工序整体流转效率,为轧线辊系快速周转、保障产线的稳定运行提供了有力支撑。
- (2)加工质量与生产稳定性改善
- 有效解决了人工倒角存在的宽度不均、深度偏差和成型精度不足等问题。通过自动化磨削使支撑辊边部倒角均匀光滑、尺寸精准,完全满足现场使用

4.5 应用成效分析

经现场应用表明,所研制的自动修磨机可显著提升支撑辊倒角磨削效率与加工质量,实现倒角作业的安全、高效与便捷化运行,各项指标对比结果如表 1 所示。

要求,降低了倒角质量缺陷引发的轧制事故风险。

(3)作业安全与环境优化

以机械化作业替代人工近距离高危操作,从源头上消除了人员在旋转辊体旁作业的安全隐患,作业过程符合现场安全管理规范,同时改善了岗位作业环境,实现了安全、高效、清洁化生产。

参 考 文 献

[1] 陈伟,王辉,谢晶,等. HC 六辊轧机中间辊辊身端部倒角磨削方法 [P]. 中国: CN109551306B,2020-12-11.

[2] 周明,赵阳. 轧辊磨床主轴回转误差建模与磨削精度控制[J]. 组合机床与自动化加工技术,2020(7):123-126.

[3] 董磊,王健,李刚. 轧机辊系接触应力与轴承疲劳寿命分析[J]. 冶金设备,2022(3):45-49.

(上接第 57 页)

较好的一致性与规律性。通过改进后的试样加工方法,在取样检验的数量增加了 5 倍的情况下,试样加工效率较之前提高了 3 倍多。经过多轮次加工焊接冲击试验,尤其适合多组冲击试样的系列温度的检测,制样加工周期显著缩短,检测数据精准、稳定,满足了科研研发进度和焊接性能评价指标。

4 结论

- (1)焊接板试样通过精准取样位置、优化试样加工工艺、调整工序来提高试样加工质量和加工效率,提升冲击性能的检测数据的稳定性。
- (2)本加工方法更适合多组冲击试样的系列温

度的检测,能够保证焊接冲击试样位置、尺寸精度的一致性,使冲击性能检测数据更好地表现出与试验温度相关的规律性。

参 考 文 献

[1] 黄正,姚枚. 低碳钢冷脆特征温度的研究[J]. 金属学报,1990,26(2):A107-A112.

[2] 黄乐庆,狄国标,杨永达,等. 调质工艺对 620 MPa 级高强度钢组织及性能的影响[J]. 材料热处理学报,2017,38(9):128-136.

[3] 杨才福,张永权,秦森. 3.5%Ni 低温钢裂纹止裂特性的研究[J]. 钢铁研究学报,1991(S1):45-53.