

试样支座垫片对小尺寸试样冲击试验结果的影响

宋丽荣, 卢美娇, 历妍

(宝钢湛江钢铁有限公司 制造管理部, 湛江 524072)

摘要: 在室温下对Q235B钢板进行了3种不同厚度试样的冲击试验, 研究了增加垫片对小尺寸试样冲击试验结果的影响。结果表明: 对于冲击吸收能量大于60 J, 且厚度为7.5, 5.0 mm的小尺寸试样, 是否增加垫片对试样的冲击试验结果影响不大; 对于厚度为2.5 mm的小尺寸试样, 增加垫片可以使试样位于摆锤中心位置, 以避免额外的能量吸收; 是否增加垫片对不同厚度小尺寸试样的侧膨胀值、断口显微组织以及宏观形貌影响不大。

关键词: 小尺寸试样; 冲击吸收能量; 垫片; 侧膨胀值; 厚度

中图分类号: TB31; TG115.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-4012(2024)09-0001-04

Effect of specimen support gasket on impact test results of small size specimens

SONG Lirong, LU Meijiao, LI Yan

(Products & Technique Management Department, Baosteel Zhanjiang Iron and Steel Co., Ltd., Zhanjiang 524072, China)

Abstract: Three different thickness specimens of Q235B steel plate were subjected to impact tests at room temperature, and the effect of adding shims on the impact test results of small size specimens was studied. The results show that for small size specimens with an impact absorption energy greater than 60 J and a thickness of 7.5 and 5.0 mm, the addition of shims had little effect on the impact test results of the specimens. For small size specimens with a thickness of 2.5 mm, adding shims could position the specimen at the center of the pendulum to avoid additional energy absorption. Whether to add gaskets had little effect on the lateral expansion value, fracture microstructure, and macroscopic morphology of small size specimens with different thicknesses.

Keywords: small size sample; impact absorption energy; shim; lateral expansion value; thickness

夏比冲击试样加工流程繁琐, 其性能反映了材料的组织结构、冶金缺陷等特点。夏比冲击试验是金属材料最基础、最重要的力学性能试验之一。在实际试样加工过程中, 由于某些薄板的厚度不够, 无法制取尺寸(长度×宽度×高度, 下同)为10 mm×10 mm×55 mm的标准夏比冲击试样, 不得不采用尺寸为10 mm×7.5 mm×55 mm、10 mm×5.0 mm×55 mm、10 mm×2.5 mm×55 mm等小尺寸试样来进行冲击试验。GB/T 229—2020《金属材料 夏比摆锤冲击试验方法》、ISO 148-1:2016(E)《金属材料 夏比摆锤冲击试验 第1部分: 试验方法》、JIS Z 2242: 2018《金属材料的摆式冲击

试验方法》等标准中提出: 对于低能量的冲击试验, 用垫片使小尺寸试样位于摆锤中心位置, 以避免额外的能量吸收; 对于高能量的冲击试验, 采用垫片的重要性不大。小尺寸试样的冲击试验结果对保证材料质量具有重要意义。在进行小尺寸冲击试验时, 根据不同厚度试样, 需更换不同垫片, 在操作上带来不便。为分析冲击垫片对不同厚度试样冲击试验结果的影响规律, 笔者分别采用使用垫片和不使用垫片的方式对高、中、低能量级V形缺口标准冲击试样进行了一系列研究, 结果可为提高小尺寸试样冲击试验结果的准确性提供支持。

1 试样制备与试验方法

1.1 试样制备

试验材料采用厚度为11.75 mm的Q235B低碳钢板, 其屈服强度为305 MPa, 抗拉强度为

收稿日期: 2023-11-02

作者简介: 宋丽荣(1994—)女, 本科, 助理工程师, 主要从事金属材料力学性能检测工作, 192898@baosteel.com

448 MPa, 断后伸长率为27.0%, 尺寸为10 mm×10 mm×55 mm试样的冲击吸收能量平均值为150 J。该批试样均取样于钢板宽度1/4位置处, 按照GB/T 229—2020的要求, 制备了尺寸分别为10 mm×7.5 mm×55 mm、10 mm×5 mm×55 mm、10 mm×2.5 mm×55 mm的夏比V型缺口冲击试样。

1.2 试验方法

试验设备为实验室配备的摆锤式冲击试验机, 摆锤能量为750 J, 能量损失为0.18%, 摆锤锤刃半径为2 mm。对3种小尺寸试样分别增加2.5, 5.0, 7.5 mm厚度的垫片(见图1), 在室温下对3种试样进行冲击试验。

2 试验结果与讨论

2.1 冲击垫片对冲击吸收能量的影响

厚度为7.5 mm小尺寸试样的冲击吸收能量测试结果如表1所示, 试样冲击吸收能量*F*检验和*t*检验的统计结果如表2所示。由表2可知: 厚度为7.5 mm

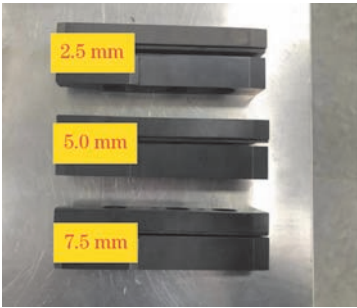


图1 不同厚度的试样支座垫片

小尺寸试样增加垫片前后的冲击吸收能量平均值分别为118.9, 118.7 J; *F*检验的结果为1.01, 当显著水平为0.05, *F*分布的两个自由度均为14时, 查表可知分布值*F*_表为2.48, *F* < *F*_表, 说明两组数据的精密度无显著性差异; *t*检验的结果为0.09, 当显著水平为0.05, *t*分布的自由度为14时, 查表可知分布值*t*_表为1.76, *t* < *t*_表, 说明两组数据一致, 不存在显著性差异。综上所述, 当厚度为7.5 mm时, 增加垫片对试样冲击吸收能量的结果没有影响。

表1 厚度为7.5 mm小尺寸试样的冲击吸收能量测试结果 J

试样状态	冲击吸收能量														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
加垫片	127	116	119	112	126	119	109	114	124	116	111	124	123	113	127
不加垫片	127	111	123	116	121	116	111	120	121	117	111	121	130	112	126

表2 厚度为7.5 mm小尺寸试样的冲击吸收能量*F*检验和*t*检验统计结果

试样状态	冲击吸收能量平均值/J	相对误差/%	标准偏差/J	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>F</i> _表	<i>t</i> _表
加垫片	118.7	0.22	6.17	1.01	0.09	2.48	1.76
不加垫片	118.9	0.22	6.13				

厚度为5.0 mm小尺寸试样的冲击吸收能量测试结果如表3所示, 试样冲击吸收能量*F*检验和*t*检验的统计结果如表4所示。由表4可知: 厚度为5.0 mm小尺寸试样增加垫片前后的冲击吸收能量平均值分别为70.5, 68.9 J; *F*检验的结果为0.89, *F*_表为2.48, *F* < *F*_表, 说明两组数据的精密度无显著性差异; *t*检

验的结果为1.75, *t*_表为1.76, *t* < *t*_表, 说明两组数据一致, 不存在显著性差异。综上所述, 当厚度为5.0 mm时, 增加垫片对试样冲击吸收能量的结果没有影响。

厚度为2.5 mm小尺寸试样的冲击吸收能量测试结果如表5所示, 试样冲击吸收能量*F*检验和*t*检验的统计结果如表6所示。由表6可知: 厚度为2.5 mm

表3 厚度为5.0 mm小尺寸试样的冲击吸收能量测试结果 J

试样状态	冲击吸收能量														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
加垫片	71.8	66.2	71.8	69.6	65.3	69.3	69.3	68.6	72.0	69.0	71.9	67.4	69.5	64.8	67.6
不加垫片	67.8	69.4	70.0	73.4	68.8	73.2	72.5	71.4	73.0	67.5	75.2	69.7	68.9	66.8	69.8

表4 厚度为5.0 mm小尺寸试样的冲击吸收能量*F*检验和*t*检验统计结果

试样状态	冲击吸收能量平均值/J	相对误差/%	标准偏差/J	<i>F</i>	<i>t</i>	<i>F</i> _表	<i>t</i> _表
加垫片	68.9	2.31	2.36	0.89	1.75	2.48	1.76
不加垫片	70.5	2.31	2.49				

表5 厚度为2.5 mm小尺寸试样的冲击吸收能量测试结果

J

试样状态	冲击吸收能量														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
加垫片	26.6	27.2	27.3	26.6	27.4	26.5	27.0	27.2	27.2	27.7	26.3	27.9	26.9	27.3	28.1
不加垫片	27.7	28.8	28.1	28.8	29.1	28.8	28.2	29.1	28.7	29.4	27.9	29.7	29.0	29.0	30.8

表6 厚度为2.5 mm小尺寸试样的冲击吸收能量 F 检验和 t 检验统计结果

试样状态	冲击吸收能量平均值/J	相对误差/%	标准偏差/J	F	t	$F_{表}$	$t_{表}$
加垫片	27.1	6.36	0.52	0.45	7.24	2.48	1.76
不加垫片	28.9	6.36	0.77				

小尺寸试样增加垫片前后的冲击吸收能量平均值分别为28.9, 27.1 J; F 检验的结果为0.45, $F_{表}$ 为2.48, $F < F_{表}$,说明两组数据的精密性无显著性差异; t 检验的结果为7.24, $t_{表}$ 为1.76, $t > t_{表}$,说明两组存在显著性差异。综上所述,当厚度为2.5 mm时,增加垫片对试样冲击吸收能量的结果有影响。

该试验所用的同一厚度试样均是从同一张钢板上切取的,材料性能不均匀性的影响基本可以忽略。综合比较表2, 4, 6,可见厚度为7.5, 5, 2.5 mm小尺寸试样增加垫片前后的相对误差分别为0.22%, 2.31%, 6.36%,实验室对标准试样冲击试验结果的允许误差为不大于6%,即厚度为7.5, 5.0 mm试样的性能比较稳定,这两种小尺寸试样的冲击吸收能量均未达到低能量冲击范围(13~20 J)^[1],因而增加垫片对整个试验结果影响不大^[2]。对于厚度为

2.5 mm的试样,增加垫片前后冲击试验结果的误差超过6%。对于低能量的冲击试验,用垫片使小尺寸试样位于摆锤中心位置,可以避免额外的能量吸收。

2.2 冲击垫片对断样侧膨胀值的影响

不同厚度小尺寸试样增加垫片前后的侧膨胀值曲线如图2所示。由图2可知:厚度为7.5, 5.0 mm试样的侧膨胀值相差很小,厚度为2.5 mm试样的侧膨胀值明显减小;增加垫片前后,试样的侧膨胀值变化不大。侧膨胀产生的原因是材料在冲击过程中受到平面应力并产生裂纹,裂纹扩展向外挤压^[3],对于7.5, 5 mm厚度的小尺寸冲击试样,裂纹扩展能量几乎是相同的,侧膨胀值变化不大。对于2.5 mm厚度的小尺寸试样,冲击吸收能量为20~30 J,属于低能量,裂纹扩展能量较小,导致侧膨胀值与7.5, 5 mm厚度的小尺寸试样相比减小。是否增加垫片对试样的侧膨胀值影响不大。

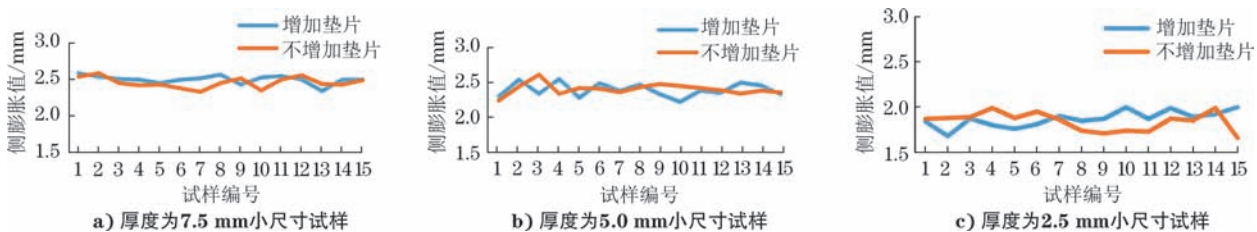


图2 不同厚度小尺寸试样增加垫片前后的侧膨胀值曲线

2.3 冲击断口的显微组织

图3为增加垫片前后冲击试样断口附近的显微组

织形貌。由图3可知:增加垫片前后冲击试样断口附近都有少量的珠光体和铁素体,晶粒度为9.0级,晶粒比

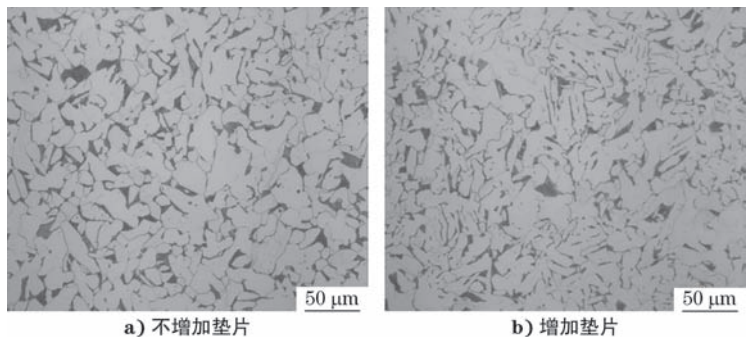


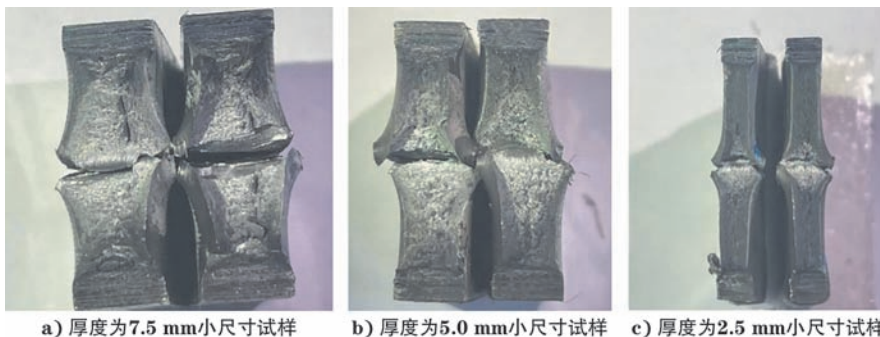
图3 增加垫片前后冲击试样断口附近的显微组织形貌

较细,组织分布均匀,两者在显微组织上无明显差异。

2.4 冲击断口的宏观形貌

图4是不同厚度试样增加垫片前后的冲击断口

宏观形貌,左边为未增加垫片,右边为增加垫片。由图4可知:增加垫片前后冲击断口的宏观形貌基本相同,均为韧性断裂,断口为韧窝形貌。



a) 厚度为7.5 mm小尺寸试样 b) 厚度为5.0 mm小尺寸试样 c) 厚度为2.5 mm小尺寸试样

图4 不同厚度试样增加垫片前后的冲击断口宏观形貌

3 结论

(1)厚度为7.5, 5.0 mm小尺寸试样在常温下的冲击吸收能量达到60 J以上,不属于低能量的冲击试样,因而是否增加垫片对冲击试验结果影响不大;厚度为2.5 mm小尺寸试样属于低能量冲击试样,增加垫片对冲击试验结果的影响较大。根据Q235B钢产品标准对冲击吸收能量的规定,厚度为10 mm标准试样的冲击吸收能量不小于27 J,厚度不大于5 mm小尺寸冲击试样的冲击吸收能量不小于规定值的50%,即不小于13.5 J。厚度为2.5 mm小尺寸试样在常温下的冲击吸收能量达到13.5 J以上,远大于产品标准的规定,试验时可以选择性地增加垫片。

(2)厚度为7.5, 5.0 mm小尺寸试样的侧膨胀值相差很小,厚度为2.5 mm小尺寸试样的裂纹扩展起

始力小,导致其冲击吸收能量减小,相应的侧膨胀值也减小。对于不同厚度的小尺寸试样,是否增加冲击垫片对其侧膨胀值影响不大。

(3)是否增加垫片对小尺寸试样冲击断口的显微组织形貌和宏观形貌无明显影响。

参考文献:

- [1] 马志青,常静,祁慧玲. 摆锤式冲击试验机的ASTM鉴定方法[J]. 理化检验(物理分册), 2008, 44(9): 491-493.
- [2] 黎智辉. 夏比冲击试样尺寸对试验结果的影响[J]. 理化检验(物理分册), 2013, 49(10): 664-667.
- [3] 丁阳. 试样厚度对夏比冲击试验结果的影响[J]. 理化检验(物理分册), 2021, 57(3): 46-49.