

前 言

复合钢板作为一种新材料现已逐渐用于压力容器、核反应堆、储槽及舰船制造等许多领域。在复合钢板使用过程中,必不可少地要进行焊接。

本标准规定了复合钢板焊接接头的拉伸、弯曲、冲击和硬度四种力学性能试验方法。这个试验方法既可用于复合钢板焊接工艺评定,也可用于产品的焊接试板试验,同时还可以用于焊工考试试验等。

本标准由中国船舶工业总公司提出。

本标准由哈尔滨焊接研究所归口。

本标准起草单位:大连造船厂、中国船舶工业总公司综合技术经济研究院。

本标准主要起草人:殷建军、武晶、安丽君、都元松、王爱军。

复合钢板焊接接头力学性能
试验方法

GB/T 16957—1997

Mechanical tests on welded joints in clad plates

1 范围

本标准规定了复合钢板焊接接头的拉伸、弯曲、冲击和硬度试验方法。

本标准适用于压力容器、核反应堆、储槽和舰船及其他用途的以钢材为基材,以不锈钢或有色金属为覆材,总厚度大于等于 8 mm 的轧制、爆炸、堆焊、铸造、爆炸轧制、堆焊轧制及铸造轧制的单面和双面复合钢板焊接接头(以下简称焊接接头)力学性能试验。对总厚度小于 8 mm 的复合钢板和其他金属复合板焊接接头力学性能试验,也可参照使用。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 150—89 钢制压力容器

GB 228—87 金属拉伸试验方法

GB/T 229—94 金属夏比缺口冲击试验方法

GB 232—88 金属弯曲试验方法

GB 2649~2655—89 焊接接头机械性能试验方法

GB 4340—84 金属维氏硬度试验方法

GB/T 6396—1995 复合钢板力学及工艺性能试验方法

GB 6397—87 金属拉伸试验试样

GB/T 13147—91 铜及铜合金复合钢板焊接技术条件

GB/T 13148—91 不锈钢复合钢板焊接技术条件

GB/T 13149—91 钛及钛合金复合钢板焊接技术条件

JJG 139—95 拉力、压力和万能材料试验机检定规程

JJG 145—82 摆锤式冲击试验机检定规程

JJG 151—91 维氏硬度计检定规程

JJG 157—83 小负荷材料试验机检定规程

JJG 475—86 电子万能材料试验机检定规程

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 复合钢板 clad plates

以钢为基材的复合金属板。

3.2 基材 base metal

国家技术监督局 1997-08-27 批准

1998-06-01 实施

复合金属中的基体材料,其厚度大于覆材。

3.3 覆材 cladding metal

复合金属中的包覆材料。

3.4 复合比例 clad ratio

复合钢板的覆材厚度与基材厚度之比。

3.5 复合钢板的总厚度 total thickness of clad plates

复合钢板的基材与覆材厚度之和。

3.6 轧制复合钢板 roll clad plates

用轧制方法使基材与覆材产生冶金结合的复合钢板。

3.7 爆炸复合钢板 explosive clad plates

用爆炸焊接的方法使基材与覆材产生冶金结合的复合钢板。

3.8 堆焊复合钢板 overlaying clad plates

在基材上用堆焊方法产生覆材的复合钢板。

3.9 铸造复合钢板 cast clad plates

用铸造方法使基材与覆材产生冶金结合的复合钢板。

3.10 爆炸轧制复合钢板 explosive roll clad plates

轧制爆炸复合钢坯所获得复合钢板。

3.11 堆焊轧制复合钢板 overlaying roll clad plates

轧制堆焊复合钢坯所获得复合钢板。

3.12 铸造轧制复合钢板 cast roll clad plates

轧制铸造复合钢坯所获得复合钢板。

3.13 单面复合钢板 clad plates on one side

基材单面有覆材的复合钢板。

3.14 双面复合钢板 clad plates on both sides

基材双面有覆材的复合钢板。

3.15 外弯曲试验 face bend test

覆材位于弯曲受拉面的弯曲试验。

3.16 内弯曲试验 root bend test

覆材位于弯曲受压面的弯曲试验。

3.17 侧弯曲试验 side bend test

试样的覆材和基材均处于同一弯曲状态的弯曲试验。

4 符号

符号、名称见表 1。

表 1 符号、名称

符号	名 称	单位
T_t	复合钢板总厚度	mm
T_b	复合钢板基材厚度	
T_c	复合钢板覆材厚度	
a_b	试样的基材厚度	
a_c	试样的覆材厚度	
a	试样厚度	

表 1(完)

符号	名 称	单位
b d_0 L l_1 B d h_k	试样宽度 试样直径 试样长度 拉伸试样夹持部分长度 侧弯曲试样宽度 弯心直径 焊缝宽度	mm
α	弯曲角度	(°)

5 试板

5.1 试板的尺寸和试样的截取如图 1 所示。

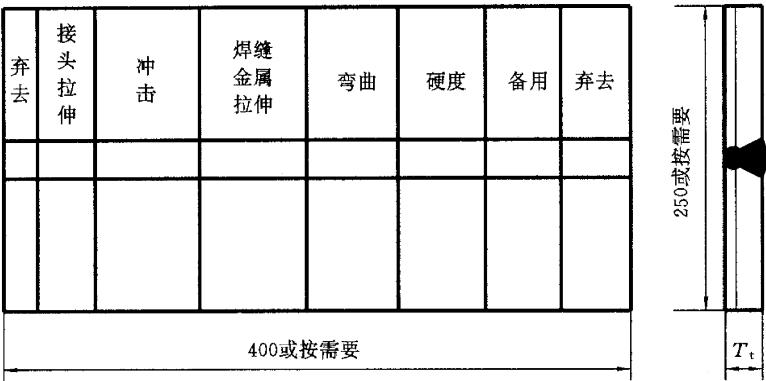


图 1 焊接试板尺寸与取样部位

- 5.2 试板焊缝应进行外观检查 and 无损探伤检验，然后在检验合格的部位上截取试样。
- 5.3 试板两端弃去部分的长度，手工焊不小于 30 mm，自动焊不小于 40 mm。对于有引弧板和引出板的试板，两端弃去部分可少弃或不弃。
- 5.4 试样从试板上的截取应采用机械加工方法，如果采用等离子切割等热加工方法，则必须除去热影响区。

6 拉伸试验

6.1 试样

- 6.1.1 拉伸试样分为接头拉伸试样和焊缝金属拉伸试样两种，其取样数量等应按 GB/T 13147、GB/T 13148、GB/T 13149 和 GB 150 附录 G 或有关技术条件规定。
- 6.1.2 接头拉伸试样分为两种，一是去除覆材和过渡层的纯基材试样，试样厚度 $a=T_b$ ；另一种是包括覆材的试样，试样厚度 $a=T_t$ 。
- 6.1.3 接头拉伸试样一般为矩形截面试样，加工要求可按 GB 2651 执行，具体尺寸如图 2 所示。试样宽度 $b \geq 25$ mm，试样长度 L 与夹头部分长度 l_1 应根据需要确定， l_1 一般应超过 2/3 夹钳钳口高度。试样焊缝处的余高部分应机械加工到与母材平齐，加工方向应平行于试样长度方向。

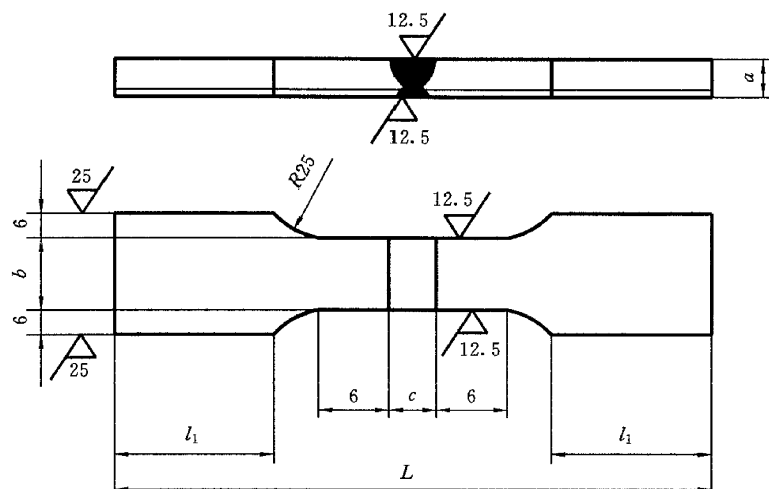


图 2 焊接接头拉伸试样

6.1.4 对于含有覆材的试样,一般应采用全厚度试样。当复合钢板总厚度 $T_t > 40 \text{ mm}$, 且试验机能力不足时,可从基材和覆材两面按复合比例机械加工,使其厚度 $a \leq 40 \text{ mm}$,但应保证试样覆材厚度 $T_c \geq 3 \text{ mm}$; 当 $T_c \leq 3 \text{ mm}$ 时,只加工减薄基材厚度 T_b 。

6.1.5 对于纯基材的试样,一般采用全基材厚度试样。当复合钢板基材厚度 $T_b > 40 \text{ mm}$, 且试验机能力不足时,可按 GB 2649 和 GB 2651 取样。

6.1.6 焊缝金属拉伸样坯应取自复合钢板基材的焊缝上,其样坯截取方位和方法按 GB 2649,其试样按 GB 6397 中试样号为 R1~R3 的要求取样,试样直径 d 。应尽可能大。

6.2 试验设备和试验条件

试验设备应定期按 JJG 139、JJG 157 和 JJG 475 检定,试验条件应按 GB 228 有关规定。

6.3 试验方法

试验方法按 GB 228、GB 2651 和 GB 2652 规定进行。测试项目按有关标准和技术条件确定。

6.4 试验结果处理

各种应力、强度计算应以其相应的试验力除以试样原始总横截面积,其参数的计算按 GB 228 规定。

6.5 试验报告

试验报告一般应包括如下内容:

- a) 本标准号;
- b) 试样标记(如材料规格,材质,试样代号);
- c) 试验结果;
- d) 断裂位置和缺陷。

7 弯曲试验

弯曲试验包括外弯曲、内弯曲和侧弯曲试验。

7.1 试样

7.1.1 外弯曲和内弯曲试样的形状和尺寸如图 3 所示,加工要求按 GB 2653 规定,其数量按有关标准和技术条件要求规定。

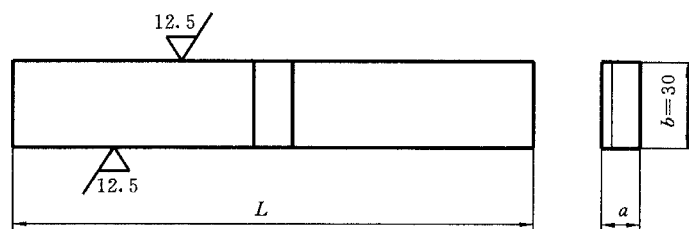


图3 外弯曲和内弯曲试样

7.1.2 当复合钢板总厚度 $T_t > 20 \text{ mm}$, 且试验机能力不足时, 对内弯曲试样, 可从覆材一侧机械加工减薄至 $a = 20 \text{ mm}$; 对外弯曲试样, 可从基材一侧机械加工减薄至 $a = 20 \text{ mm}$; 当试验机能力允许时, 可采用全厚度试样试验。试样焊缝处的余高部分应机械加工到与母材平齐, 其表面粗糙度为 $R_a 12.5 \mu\text{m}$, 加工方向应平行于试样长度方向。

7.1.3 对于双面复合钢板, 当 $T_t > 20 \text{ mm}$, 且试验机能力不足时, 可分别机械加工减薄至 $a = 20 \text{ mm}$, 其中一个试样保留一面覆材, 另一个试样保留另一面覆材; 当试验机能力允许时, 可采用全厚度试样试验。试样焊缝处的余高部分应机械加工到与母材平齐, 其表面粗糙度为 $R_a 12.5 \mu\text{m}$, 加工方向应平行于试样长度方向。

7.1.4 侧弯曲试样的数量按有关标准和技术条件规定, 试样形状和尺寸如图4所示, 加工要求应按 GB 2653 规定。试样宽度 $B = T_t$ 。当复合钢板总厚度 $T_t > 40 \text{ mm}$ 时, 可采用多片组合试样代替全厚度试样; 对双面复合钢板, 每组取两个试样, 一个从一面的覆材机械加工减薄, 另一个从另一面覆材机械加工减薄至 40 mm 。

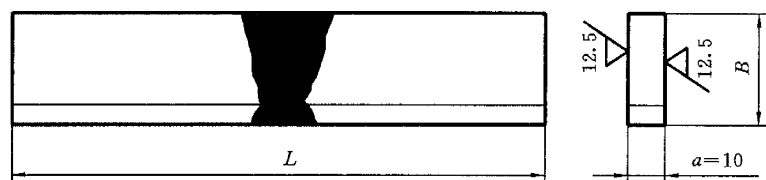


图4 侧弯曲试样

7.2 试验设备和试验条件

7.2.1 弯曲试验可在压力机或万能材料试验机上进行。

7.2.2 试验机支辊间的距离应可以调节, 支辊应具有足够的硬度, 其长度应大于试样的宽度, 两支辊应平行。

7.2.3 试验机应具有不同直径的弯心, 弯心应具有足够的长度、宽度和硬度。

7.3 试验方法

7.3.1 外弯曲、内弯曲和侧弯曲试验方法按 GB 232、GB 2653 和 GB/T 6396 规定, 弯心直径和弯曲角度按有关标准和技术条件的规定, 其确定原则为: 外弯曲按覆材焊接接头的要求, 内弯曲按基材焊接接头的要求, 侧弯曲按基材和覆材中要求低的选择弯心直径和弯曲角度。

7.3.2 对双面复合钢板的两组试样均进行外弯曲试验。

7.3.3 当复合钢板总厚度 $T_t \geq 10 \text{ mm}$ 时, 可采用侧弯曲取代外弯曲和内弯曲试验。

7.4 试验结果评定

7.4.1 外弯曲、内弯曲和侧弯曲试验结果及复验要求, 按有关标准和技术条件要求判断, 一般检查受拉表面焊缝处的开裂程度。

7.4.2 试验出现下列情况之一者, 试验结果作废。

- a) 操作不当;
- b) 因弯心选错或设备故障等影响试验结果。

7.4.3 遇有试验结果作废时, 应补做同样数量试样试验。

7.5 试验报告

试验报告一般包括如下内容：

- a) 本标准号；
- b) 试样标记(如材料规格、材质、试样代号等)；
- c) 试验类别(外弯曲、内弯曲和侧弯曲)；
- d) 试验结果(应注明开裂的方向、长度、数量及部位)。

8 硬度试验

8.1 试样

8.1.1 试样应取自复合钢板焊接接头的横截面,具体尺寸视需要和试验条件而定。

8.1.2 试样被测表面应平滑,经抛光后,其粗糙度应不大于 $R_a 0.4 \mu m$ 。

8.1.3 经抛光加工后的试样表面须用相应的腐蚀液腐蚀,以显示覆材、过渡层(如果有的话)和基材各自的焊缝金属、热影响区等的分界线。

8.1.4 对试样的其他要求按 GB 4340 规定。

8.2 试验设备和试验条件

试验设备应定期按 JJG 151 标准检定,试验条件应按 GB 4340 有关规定。

8.3 试验方法

8.3.1 试验方法按 GB 4340 和 GB/T 6396 规定。

8.3.2 试验应根据有关标准要求进行。测定覆材、过渡层和基材不同区域的硬度,每一区域测试不应少于 3 点。

8.3.3 如对试验力无具体要求时,可选用试验力为 98.07 N。

8.4 试验结果处理

试验结果按 GB 4340 处理。

8.5 试验报告

试验报告一般应包括如下内容：

- a) 本标准号；
- b) 试样标记(如材料规格、材质、试样代号等)；
- c) 试验结果(包括硬度试验符号、不同区域硬度值及示意图等)。

9 冲击试验

9.1 试样

9.1.1 冲击试样缺口在焊缝上的部位应按 GB/T 13147、GB/T 13148、GB/T 13149、GB 150—89 附录 G 和有关技术条件要求,取自焊缝中心、熔合线、热影响区和母材等部位,如图 5 所示。冲击试样加工要求按 GB/T 229 规定。

9.1.2 每一部位的取样数量一般为三个一组。

9.1.3 冲击试样在试板厚度方向应在靠近复合钢板基材表面的一侧上取样,试样上表面应距基材表面约 2 mm。对于取自焊缝中心的试样,不允许带有过渡层,当无法截取标准试样时,可截取辅助小尺寸试样。如有特殊要求,冲击试样可取自厚度方向的其他部位。

9.1.4 冲击试样轴线应垂直于焊接方向,试样缺口的轴线应垂直于试板表面。

9.1.5 冲击试样缺口型式应按有关标准确定,一般与基材冲击试验缺口型式一致。

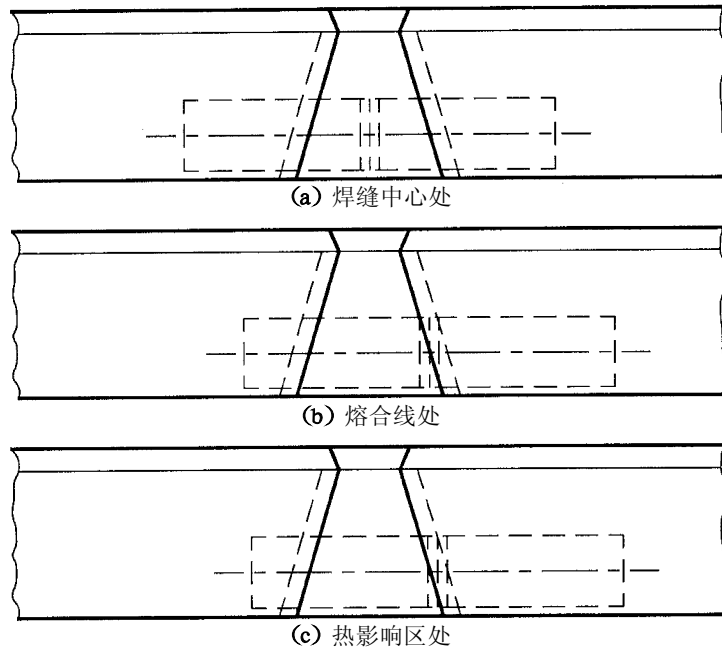


图5 冲击试样缺口在焊缝上的部位

9.2 试验设备和试验条件

试验设备应定期按 JJG 145 标准检定,试验条件应按 GB/T 229 有关规定。

9.3 试验方法

9.3.1 试验应按 GB/T 229 规定,对于高、低温冲击试验,其测温仪器除满足 GB/T 229 要求外,还应具有检定合格证。

9.3.2 试验温度应按有关标准要求或按基材标准要求确定。

9.4 试验结果处理

试验结果按 GB/T 229 有关规定处理。

9.5 试验报告

试验报告一般应包括如下内容:

- a) 本标准号;
- b) 试样标记(如材料规格、材质、试样代号、试样部位等);
- c) 试样尺寸及缺口形式;
- d) 试验结果;
- e) 如需要,注明试样在厚度方向截取的位置。