



中华人民共和国国家标准

GB/T 6396—1995

复合钢板力学及工艺性能试验方法

Clad plates—Mechanical and technological test

1995-04-11 发布

1995-12-01 实施

国家技术监督局 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
复合钢板力学及工艺性能试验方法
GB/T 6396--1995

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045
电 话:8522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 29 千字
1995年9月第一版 1995年9月第一次印刷
印数 1—2 500

*

书号: 155066·1-11841 定价 12.00 元

*

标 目 272 -33

复合钢板力学及工艺性能试验方法

代替 GB 6396—86

Clad plates—Mechanical and technological test

本标准非等效采用美国 ASTM A 264—90《铬镍不锈钢复合钢板、薄板和带材》、日本 JIS G 0601—1989《包层钢试验方法》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了复合钢板的拉伸、剪切、弯曲、结合度、冲击、粘结和硬度试验方法。

本标准适用于以钢材为基材,以不锈钢或有色金属为覆材,总厚度大于或等于 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(以下简称复合钢板)。对总厚度小于 8 mm 的复合钢板和其他金属复合板,也可参照执行。

本标准适用于压力容器、锅炉、核反应堆和贮槽及其他用途的复合钢板力学及工艺性能试验。

2 引用标准

- GB 228 金属拉伸试验方法
- GB/T 229 金属夏比缺口冲击试验方法
- GB 232 金属弯曲试验方法
- GB 2975 钢材力学及工艺性能试验取样规定
- GB 4340 金属维氏硬度试验方法
- GB 6397 金属拉伸试验试样
- GB 8170 数值修约规则
- GB 10623 金属力学性能试验术语
- JJG 139 拉力、压力和万能材料试验机检定规程
- JJG 157 小负荷材料试验机检定规程
- JJG 475 电子万能材料试验机检定规程

3 术语、符号

3.1 术语

- 3.1.1 复合钢板:以钢为基材的复合金属。
- 3.1.2 基材:复合金属中的基体材料,其厚度大于覆材。
- 3.1.3 覆材:复合金属中的包覆材料。
- 3.1.4 复合钢板的总厚度:复合钢板的基材与覆材厚度之和。
- 3.1.5 复合比:覆材厚度与复合钢板总厚度之比(百分数)。
- 3.1.6 轧制复合钢板:用轧制方法使基材与覆材产生冶金结合的钢板。
- 3.1.7 爆炸复合钢板:用爆炸焊接的方法使基材与覆材产生冶金结合的钢板。
- 3.1.8 堆焊复合钢板:在基材上用堆焊方法产生覆材的复合钢板。

- 3.1.9 铸造复合钢板:用铸造方法使基材与覆材产生冶金结合的钢板。
- 3.1.10 爆炸轧制复合钢板:轧制爆炸复合钢坯料所获得的复合钢板。
- 3.1.11 堆焊轧制复合钢板:轧制堆焊复合钢坯料所获得的复合钢板。
- 3.1.12 铸造轧制复合钢板:轧制铸造复合钢坯料所获得的复合钢板。
- 3.1.13 单面复合钢板:基材单面复合有覆材的复合钢板。
- 3.1.14 双面复合钢板:基材双面均复合有覆材的复合钢板。
- 3.1.15 剪切试验:在静压(拉)力作用下,通过相应的剪切装置使复合钢板剪切试样的结合面受剪切直至破断,以测定其抗剪强度的试验。
- 3.1.16 外弯曲试验:覆材位于弯曲受拉一侧的弯曲试验。
- 3.1.17 内弯曲试验:覆材位于弯曲受压一侧的弯曲试验。
- 3.1.18 侧弯曲试验:试样的基材和覆材均处于同一弯曲状态的弯曲试验。
- 3.1.19 结合度试验:以规定直径的弯心对试样进行内弯曲,弯曲到规定角度后卸除试验力,检查试样两侧结合面的分离程度。
- 3.1.20 粘结试验:用静压力通过相应的粘结试验装置使复合钢板结合面承受法向拉力,使基材与覆材分离,以测定其粘结强度的试验。
- 3.1.21 屈服点、抗拉强度、断后伸长率、抗剪强度、冲击韧性和维氏硬度等性能术语定义按照 GB 10623。

3.2 符号

符号、名称和单位见表 1。

表 1

符 号	名 称	单 位
T_t	复合钢板总厚度	
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	试样总厚度	
h	试样宽度	
W	试样覆材受剪面宽度	mm
L	试样长度	
B	侧弯试样宽度	
l	分离全长	
L_0	结合度试样弯曲部分全长	
d	弯心直径	
r	弯心半径	
l_n	各分离段长度	
d_1	试样环形结合面内径	
d_2	试样环形结合面外径	

续表 1

符 号	名 称	单 位
S	试样受剪面面积	
S_0	试样环形结合面面积	mm^2
F	试验力	N
σ_{nb}	粘结强度	
τ_b	剪切强度	N/mm^2
α	弯曲角度	O
π	圆周率(3.1416)	
C	分离率	%

4 拉伸试验方法

4.1 试样

4.1.1 拉伸试样取样数量、方向及部位按基材标准、GB 2975 和 GB 6397 执行。

4.1.2 试样一般为矩形试样。

4.1.3 当复合钢板总厚度 T_t 不大于 40 mm 时,试样厚度 a 等于 T_t ,其余按 GB 6397 中 P7 试样执行。

4.1.4 当复合钢板总厚度 T_t 大于 40 mm 且试验机能力不足时,可从基材和覆材两面按比例机械加工厚度至 40 mm,但试样覆材厚度 a_c 不得小于 3 mm,当钢板覆材厚度 T_c 小于等于 3 mm 时,只减薄基材厚度 T_b ,其余按 GB 6397 中 P7 试样执行。

4.1.5 对于特殊要求,可采用全部去除覆材的矩形试样或圆形试样。

4.1.6 试样尺寸的测量应按 GB 228 中有关规定执行,必要时还应分别测量试样的基材厚度 a_b 和覆材厚度 a_c ,测量方法见附录 A(补充件)。

4.2 试验设备和试验条件

试验设备和试验条件应按 GB 228 有关规定执行。

4.3 性能测定

性能测定应根据复合钢板标准要求及有关技术条件规定测定所要求的项目,试验方法按 GB 228 规定进行。

4.4 试验结果处理

各种应力和强度计算应以其相应的试验力除以试样的原始总横截面积,其参数的计算和数值修约均按 GB 228 执行。如按组合强度要求时,复合钢板的标准值按公式(1)、(2)计算。

$$\sigma_s = \frac{a_c \cdot \sigma_{s1} + a_b \cdot \sigma_{s2}}{a_c + a_b} \dots\dots\dots(1)$$

$$\sigma_b = \frac{a_c \cdot \sigma_{b1} + a_b \cdot \sigma_{b2}}{a_c + a_b} \dots\dots\dots(2)$$

式中: σ_{s1} ——覆材屈服点或规定非比例伸长应力的标准值;

σ_{s2} ——基材屈服点或规定非比例伸长应力的标准值;

σ_{b1} ——覆材抗拉强度标准下限值;

σ_{b2} ——基材抗拉强度标准下限值。

4.5 试验报告

试验报告应包括如下内容:

- a. 标准号;

- b. 试样标记(如材料规格、材质、试样代号);
- c. 试验结果。

5 剪切试验方法

5.1 原理

试验系用静压(拉)力通过相应的试验装置,使平行于试验力方向的基材与覆材的结合面承受剪力直至断裂,以测定其剪切强度。

5.2 试样

5.2.1 样坯切取的部位、方向应按复合钢板标准或 GB 2975 执行。对于轧制复合钢板,试样长度方向应平行于轧制方向。

5.2.2 试样尺寸应符合图 1 的规定。如果结合面呈波纹状,覆材加工掉后,结合面处应呈两种金属混合的斑点状。

5.2.3 试样尺寸测量应在剪切面两端处测量覆材受剪面宽度 W ,测量时应靠近两种金属的结合面,取其算术平均值作为覆材剪切面宽度 W ,剪切面的长度尺寸也应靠近结合面处测量。

5.2.4 当复合钢板总厚度 T 小于等于 10 mm 时,可采用附录 B 的拉剪试样。

5.2.5 如有关标准规范未作具体规定,试样数量为二个,对于双面复合钢板,应分别在两面各取二个试样。

5.3 试验装置和试验机

5.3.1 试验装置

5.3.1.1 试验装置见图 2,除图 2 注明的技术条件外,试验装置还应保证试样与试验装置之间的间隙为 0.1~0.15 mm,试验装置的硬度不应低于 400 HV,其剪切刀刃 R 处硬度应大于 600 HV。

5.3.1.2 试验装置的设计应确保试验力 F 作用在试样基材的中心线上。

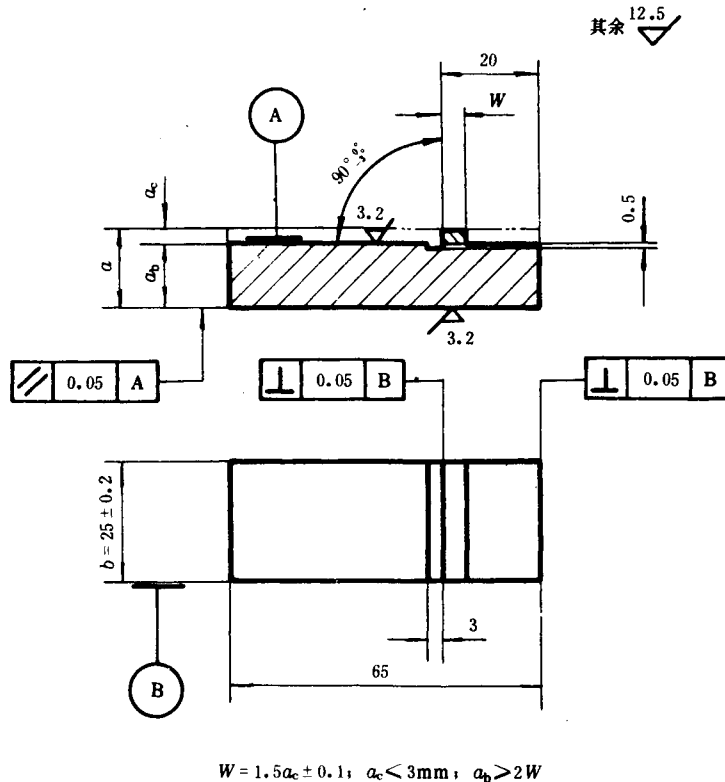


图 1 剪切试验试样

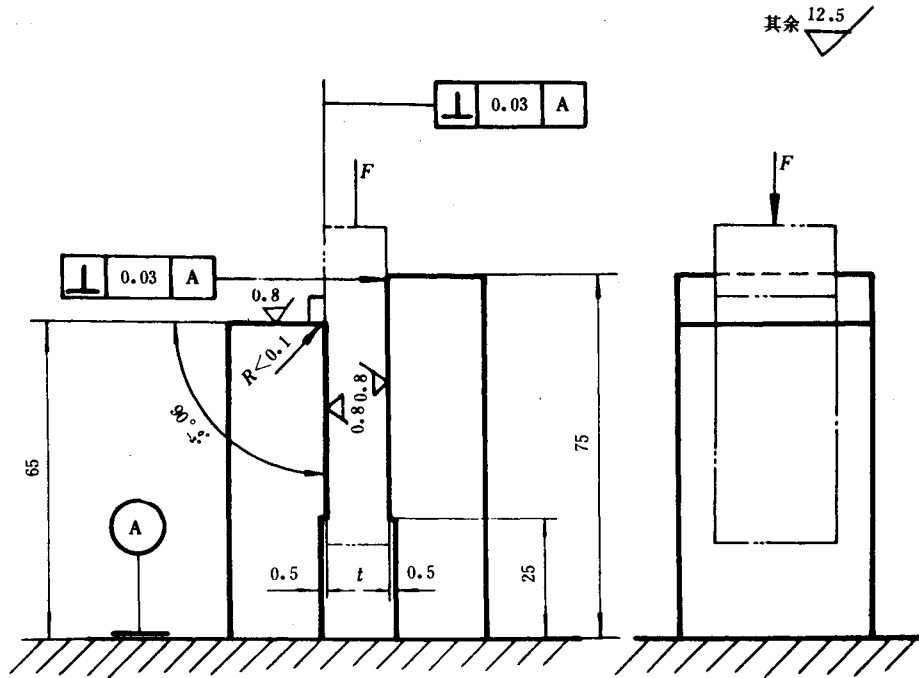


图 2 剪切试验装置

5.3.2 试验机

- 5.3.2.1 各种类型试验机均可使用,试验机误差应符合 JJG 139、JJG 157 或 JJG 475 的 1 级试验机要求。
- 5.3.2.2 试验机应具备调速指示装置,并能在规定的速度范围内灵敏调节。
- 5.3.2.3 试验机应具备记录或显示装置,以满足本标准剪切强度测定的要求。
- 5.3.2.4 试验机应由计量部门定期检定,并在允许使用范围内使用。

5.4 试验条件

5.4.1 试验速度

试验速度按表 2 规定执行。

表 2

覆材的弹性模量, N/mm ²	应力速度, N/mm ² · s ⁻¹	
	最小	最大
< 150 000	1	5
≥ 150 000	3	15

5.4.2 试验温度

试验应在室温(10~35℃)下进行。

5.5 性能测定

将图 1 所示的剪切试样放入试验装置,如图 2 所示,调整试验装置放置试样的间隙,使试样在试验装置中可上下自由滑动且又保证不超过标准的规定。用试验机对试样平稳施加试验力,把覆材从基材上沿结合面平行剪切下来,抗剪强度按公式(3)、(4)计算。

$$\tau_b = F/S \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$S = Wh \quad \dots\dots\dots (4)$$

5.6 试验结果处理

5.6.1 抗剪强度值按表 3 规定的要求修约,修约方法按 GB 8170 执行。

表 3

N/mm²

测试项目	强度范围	修约到
τ_b	≤ 200	1
	> 200	5

5.6.2 试验出现下列之一者,试验无效。

- a. 操作不当;
- b. 试验记录有误或设备发生故障影响试验结果;
- c. 因试样机械加工不当或试验装置使用不当而造成非结合面断裂。

5.6.3 遇有试验结果作废时,应补做同样数量试样试验。

5.7 试验报告

试验报告应包括如下内容:

- a. 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。

6 弯曲试验方法

弯曲试验包括外弯曲、内弯曲和侧弯曲试验。

试验装置如图 3 和图 4 所示。

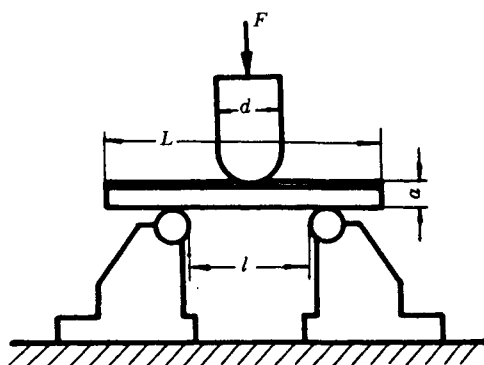


图 3

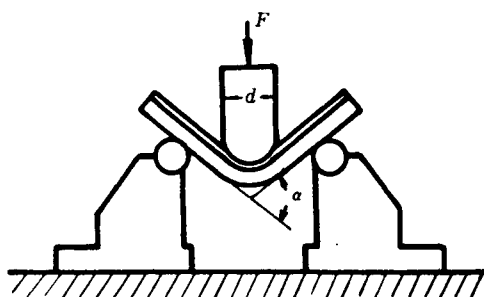


图 4

6.1 试样

6.1.1 外弯曲和内弯曲试样的形状和尺寸、样坯切取和试样的制备等应根据复合钢板或基材的标准要求参照 GB 232 有关规定执行。

6.1.2 当复合钢板总厚度 T_1 大于 25 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 25 mm; 对外弯曲试样, 可从基材一侧机械加工减薄至 25 mm, 当试验机能力允许时, 可采用全厚度试样试验。

6.1.3 对于双面复合钢板, 当 T_1 大于 25 mm 且试验机能力不足时, 可从双面覆材处分别机械加工减薄至 25 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。试验机能力允许时, 可采用全厚度试样试验。

6.1.4 侧弯曲样坯的切取和试样的制备等应参照 GB 232 执行。试样形状和尺寸如图 5 所示。对试样宽度 B , 当复合钢板总厚度 T_1 不大于 40 mm 时, B 等于 T_1 ; 当复合钢板总厚度 T_1 大于 40 mm 时, 可将复合钢板从基材减薄至 40 mm, 对双面复合钢板, 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。

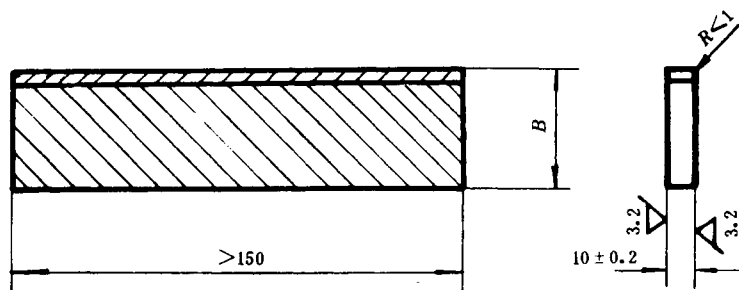


图 5 侧弯曲试样

6.2 试验设备

6.2.1 弯曲试验可在压力机或万能材料试验机上进行。

6.2.2 试验机支辊间的距离可以调节。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。

6.2.3 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。

6.3 试验方法和条件

6.3.1 外弯曲和内弯曲试验方法和条件均按 GB 232 的有关规定进行。弯心直径应根据其相应的复合钢板或基材标准确定。

6.3.2 对双面复合钢板的两个试样均进行外弯曲试验。

6.3.3 侧弯曲可选用 40 mm 直径的弯心弯曲 180° 后, 检查试样受拉表面两种金属结合面的开裂程度。

6.4 试样结果评定

6.4.1 外弯曲和内弯曲试验结果按 GB 232 评定。

6.4.2 侧弯曲试验结果应按有关标准评定。

6.4.3 试验出现下列情况之一者, 试验无效。

- a. 操作不当;
- b. 因弯心选错或设备故障等影响试验结果。

6.4.4 遇有试验结果作废时, 应补做同样数量试样试验。

6.5 试验报告

试验报告应包括如下内容:

- a. 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(侧弯曲应注明结合面开裂的长度与数量)

7 结合度试验方法

7.1 试验原理

将一定形状尺寸的试样放置在弯曲试验装置上,以规定直径的弯心进行内弯曲,将试样弯曲到180°后,卸除试验力,用肉眼检查试样两侧结合面处的分离程度。

该试验可作为剪切试验的一种替代试验。

7.2 试样

7.2.1 样坯切取的部位、方向等应根据复合钢板或基材标准的要求,按 GB 2975 和 GB 232 执行。

7.2.2 试样尺寸按 GB 232 执行。对需要减薄的试样,应按基材与覆材比例两面同时减薄,但试样覆材厚度 a_c 不得小于 3 mm。当钢板覆材厚度 T_c 小于等于 3 mm 时,只减薄基材厚度 T_b ,如试验机的能力允许,应尽量采用全厚度试样进行试验。

7.2.3 如果有标准未作具体规定,试样数量为三个。对双面复合钢板,应分别对两面各取三个试样。

7.3 试验设备

试验设备与弯曲试验设备相同。

7.4 试验方法

7.4.1 试验方法同内弯曲试验

7.4.2 弯心直径应按有关标准规定执行。如有关标准未作具体规定时,则取弯心直径 $d=2a_c$ 。

7.5 试验条件

试验条件按 GB 232 执行。

7.6 试验结果评定

7.6.1 用肉眼检查结合度试样的结合程度,若有分离,按图 6 所示测量并计算分离率 C ,见公式(5)、(6)、(7):

$$C = \frac{l}{L_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$l = \sum_{n=1}^k l_n \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$L_0 = \pi(r + a_c) \quad \dots\dots\dots(7)$$

7.6.2 如有关技术条件对结合度未作具体判定,一般要求三个结合度试验试样中的二个,在两侧结合处均不能产生 50%以上的分离。

7.6.3 试验无效和补做的规定同 6.4.3 和 6.4.4。

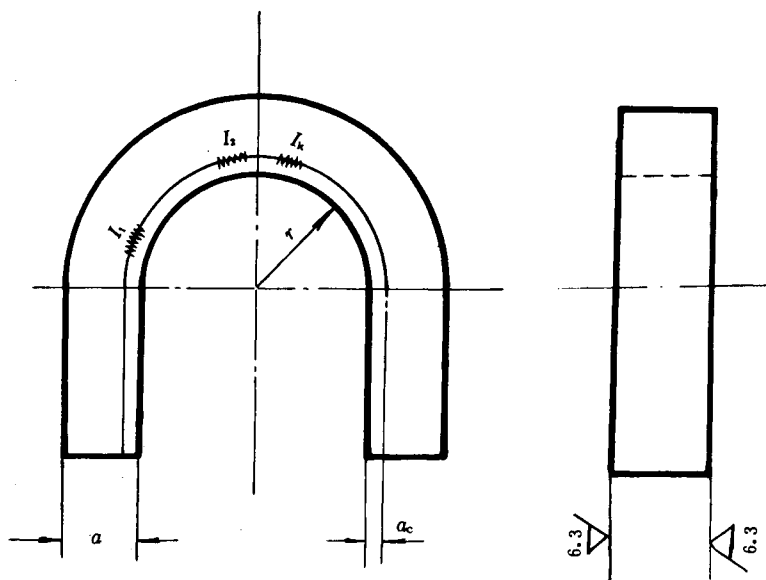


图6 结合度试样

7.7 试验报告

试验报告应包括如下内容：

- a. 标准号；
- b. 试样标记(如材料规格、材质、试样代号等)；
- c. 试样数量；
- d. 试验结果需要时注明每个试样每一侧分离段的数量、长度及总长。

8 冲击试验方法

8.1 试样

- 8.1.1 取样的数量,方法及部位应根据复合钢板标准或基材标准和 GB 2975 执行。
- 8.1.2 试样应在靠近基材表面处切取,如果需要,可在靠近结合面处的基材上取样。
- 8.1.3 试样缺口形状及尺寸等应根据复合钢板标准或基材标准,按 GB/T 229 执行。

8.2 试验设备、条件、方法和结果处理

试验设备、条件、方法和结果处理均应按 GB/T 229 的有关规定执行。

8.3 试验报告

试验报告应包括如下内容：

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

9 粘结试验方法

9.1 试验原理

试验采用静压力通过相应的粘结试验装置,使垂直于作用力方向的基材和覆材在结合面上受一法向拉力,直至断裂,以测定其粘结强度。

9.2 试样

9.2.1 样坯切取部位应按复合钢板标准和 GB 2975 执行。

9.2.2 试样的形状与尺寸如图 7 所示。

9.2.3 如有关标准未作具体规定,试样数量为二个,对于双面复合钢板,应对每一侧各取二个试样。

9.2.4 试样尺寸测量

应分别测量试样结合面处内孔直径 d_1 和结合面处外圆直径 d_2 ,测量时应在两个相互垂直方向上各测一次,取其算术平均值,量具的最小刻度值应不大于 0.05 mm。

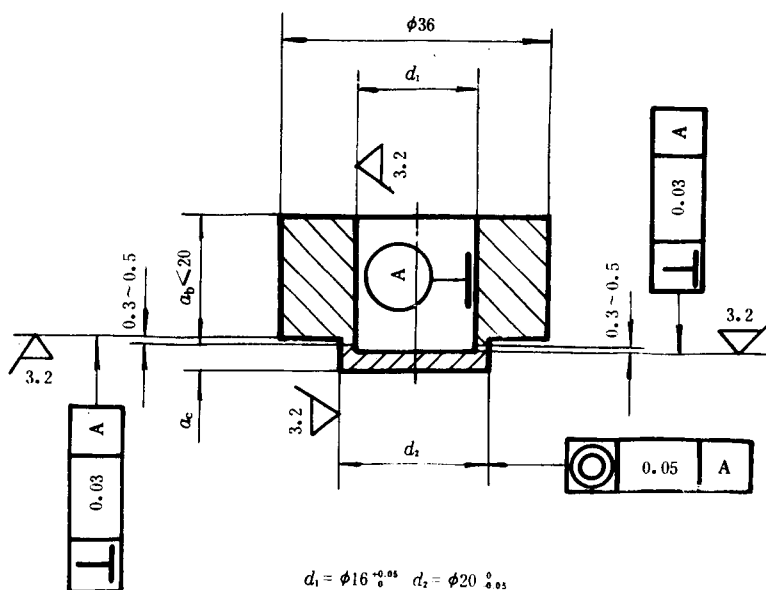


图 7 粘结试验试样

9.3 试验装置与试验机

9.3.1 试验装置

9.3.1.1 试验装置应满足图 8 注明的技术条件。

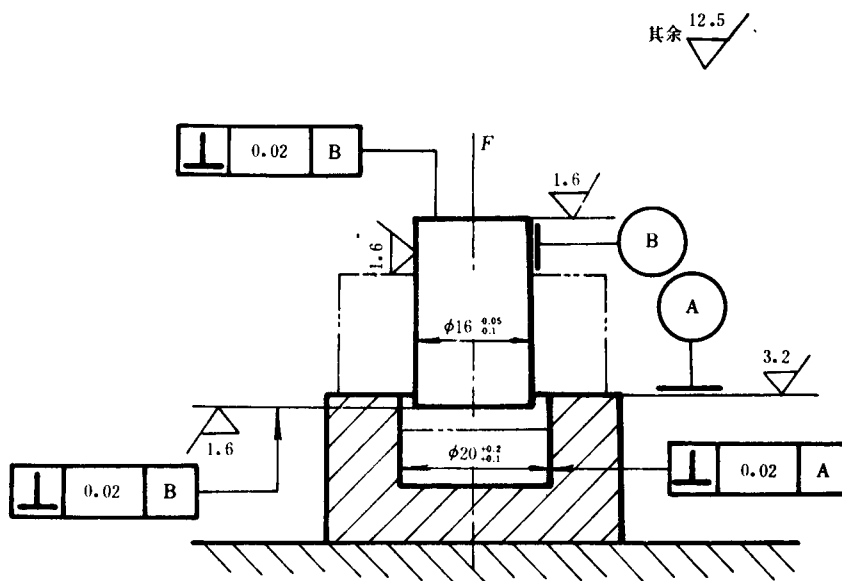


图 8 粘结试验装置

9.3.1.2 试验装置的维氏硬度应大于 600 HV。

9.3.1.3 试验装置应保证试验力 F 作用在环形结合面的中心上,使其均匀受力。

9.3.2 试验机

试验机同拉伸试验要求。

9.4 试验条件

9.4.1 试验速度

除有关标准另行规定外,粘结试验速度应符合表 4 规定。

表 4

覆材弹性模量, N/mm ²	应力速度, N/mm ² · s ⁻¹	
	最小	最大
<150 000	1	5
≥150 000	3	15

9.4.2 试样在试验装置上的放置与试验力的施加,应保证试验力的作用方向垂直于试样的结合面。

9.4.3 试验温度

试验温度为室温(10~35℃)。

9.5 性能测定

将图 7 所示的试样放入试验装置里,如图 8 所示,用试验机对试样平稳施加试验力,使覆材与基材在结合面处受一法向力,直至断裂,粘结强度按公式(8)、(9)计算。

$$\sigma_{nb} = F/S_0 \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$S_0 = (d_2^2 - d_1^2)\pi/4 \quad \dots\dots\dots(9)$$

9.6 试验结果处理

9.6.1 粘结强度值按表 5 的规定要求修约,修约方法按照 GB 8170 执行。

表 5

N/mm²

测试项目	强度范围	修约到
σ_{nb}	≤ 200	1
	>200	5

9.6.2 试验出现下列情况之一者,试验无效。

- a. 操作不当;
- b. 试验记录有误或设备发生故障影响试验结果;
- c. 因试样机械加工不当或试验装置使用不当而影响试验结果;

9.7 试验报告

试验报告应包括如下内容:

- a. 标准号;
- b. 试样标记(如材料规格、材质、试样代号等);
- c. 断裂部位及其结合面所占的百分比;
- d. 试验结果。

10 硬度试验方法

试验系对复合钢板横截面的不同区域进行维氏硬度测量。

10.1 试样

10.1.1 试样应取自复合钢板的横截面,具体尺寸视需要和试验条件而定。

10.1.2 试样被测表面必须平滑,经抛光后,其粗糙度应不大于 $R_a 0.4 \mu\text{m}$ 。

10.1.3 经抛光加工后的试样表面须用相应的腐蚀液腐蚀,以显示出覆材与基材的分界线,对于具有过渡层和热影响区的复合钢板,还应显示出各区域的分界线。

10.1.4 对试样的其他要求按 GB 4340 执行。

10.2 试验设备与试验条件

试验设备与试验条件应按 GB 4340 有关规定执行。

10.3 试验方法

10.3.1 试验方法按 GB 4340 执行。

10.3.2 试验应根据有关材料标准进行,如有关材料标准未作具体规定时,可根据需要参照图 9 执行,测定覆材、基材、结合区和堆焊过渡区的硬度。

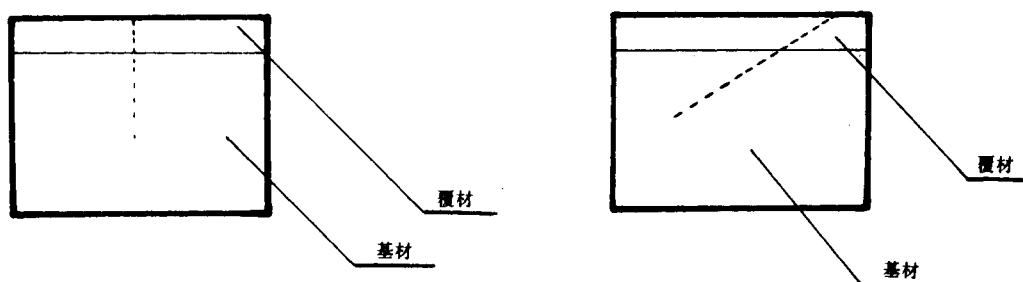


图 9 硬度试验位置图

10.3.3 如对试验力无具体要求时,一般可选用试验力为 98.07 N 进行试验。

10.4 试验结果处理

试验结果按 GB 4340 要求处理。

10.5 试验报告

试验报告包括如下内容:

- a. 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,不同区域硬度值等)。

附录 A
覆材厚度测量
(补充件)

A1 横截面测量方法

用游标卡尺或测量显微镜等在垂直于复合钢板表面的横截面上测量覆材的厚度,对爆炸复合钢板的覆材厚度测量,取结合面处波峰波谷各五点的算术平均值。

A2 从覆材一侧测量的方法

必要时,可用磁性测厚仪或超声脉冲装置将试件与被测材料的材质、工艺一致的标准试块进行对比测量。

A2.1 用磁性测厚装置从覆材一侧测量厚度的方法不适用于磁性覆材。

A2.2 当覆材为奥氏体不锈钢时,其铁素体含量应与标准试块的铁素体含量一致。

A2.3 超声脉冲装置仅适用于覆材与基材声阻抗差别大的复合钢板 Q35 由复合钢板总厚度求得覆材厚度的方法。

用超声波测厚仪等,先测出基材厚度,再测量出复合钢板的总厚度,两者之差即是覆材的厚度。

附录 B
拉剪试样
(补充件)

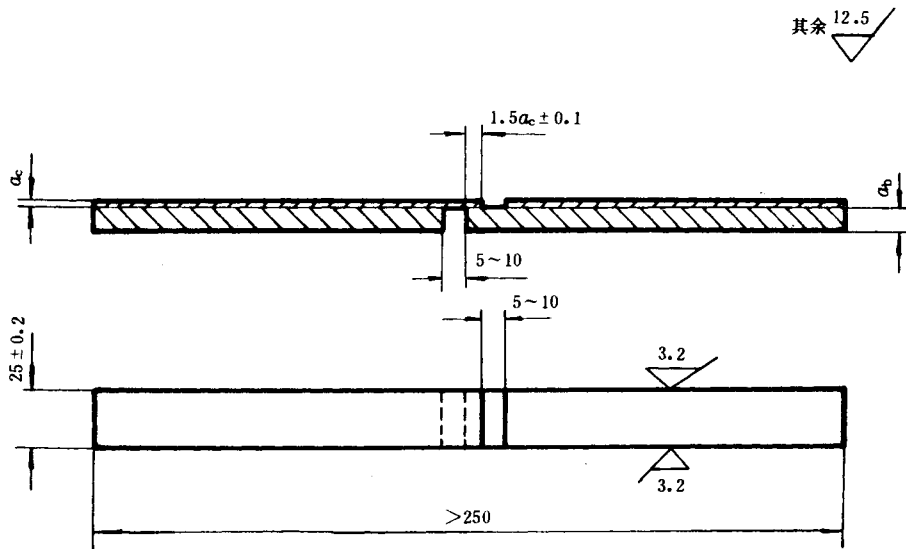


图 B1

附加说明：

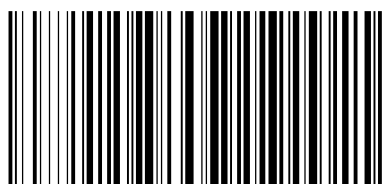
本标准由中华人民共和国冶金工业部提出。

本标准由冶金工业部信息标准研究院归口。

本标准由大连造船厂、营口中板厂负责起草。

本标准主要起草人殷建军、马健军、高振英、霍满泰、赵海敏。

本标准水平等级标记 GB/T 6396—93 Y



GB/T 6396-1995

版权专有 不得翻印

*

书号：155066·1-11841

定价： 12.00 元

*

标目 272—33