



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 6396—2008  
代替 GB/T 6396—1995

## 复合钢板力学及工艺性能试验方法

Clad steel plates—Mechanical and technological test

2008-05-13 发布

2008-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

本标准与日本标准 JIS G 0601-2002《复合钢板试验方法》的一致性程度为非等效。

本标准代替 GB/T 6396—1995《复合钢板力学及工艺性能试验方法》，本标准与 GB/T 6396—1995 相比主要变化如下：

- 删除了对复合钢板厚度的限制；
- 对一些术语和定义进行了重新修订：增加了复合的定义，删除了轧制复合钢板、爆炸复合钢板、堆焊复合钢板、铸造复合钢板、爆炸轧制复合钢板、堆焊轧制复合钢板、铸造轧制复合钢板、剪切试验的定义，对基材、外弯曲试验、内弯曲试验、侧弯取试验的定义进行了修正；
- 取消了拉伸试验组合强度标准值的计算公式；
- 取消了对剪切试验、结合度试验和粘结试验中对取样量的规定；
- 增加了试验报告的内容，并把试验报告统一放置在附录 B 中；
- 对粘结试验装置进行了改进，在凹模中心增加了一个直径 6 mm 通孔；

本标准的附录 A、附录 B 为规范性附录。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：大连船舶重工集团有限公司、大连爆炸加工研究所、首钢总公司、武昌造船厂、武汉钢铁公司、济南试金集团公司。

本标准主要起草人：常青、王勇、刘卫平、杨小敏、李荣锋、耿秀英、曹凤、王萍、张丽艳。

本标准所代替标准的历次版本的发布情况为：

- GB/T 6396—1986、GB/T 6396—1995。

## 复合钢板力学及工艺性能试验方法

### 1 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。

本标准适用于以钢板为基材,以不锈钢或有色金属及合金为复材的轧制、爆炸、堆焊、扩散、铸造、爆炸轧制、堆焊轧制、扩散轧制及铸造轧制等加工方法制造的单面和双面复合钢板(以下简称为复合钢板)的力学及工艺性能试验。

对其他金属复合板,也可参照执行。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法(GB/T 228—2002,eqv ISO 6892:1998)

GB/T 229 金属夏比缺口冲击试验方法(GB/T 229—2007,ISO 148-1:2006,MOD)

GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法(GB/T 232—1999,eqv ISO 7438:1985)

GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备(GB/T 2975—1998,eqv ISO 377:1997)

GB/T 4340.1 金属维氏硬度试验 第1部分:试验方法(GB/T 4340.1—1999,eqv ISO 6507-1:1997)

GB/T 8170 数值修约规则

GB/T 10623 金属力学性能试验术语

### 3 术语和定义

GB/T 10623 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

**复合 clad**

一种金属被另一种金属完全复盖,并使其在界面上实现冶金结合(镀层金属除外)。

#### 3.2

**复合钢板 clad steel plate**

以钢板为基材的复合板。

#### 3.3

**基材 base metal**

复合钢板中主要承受结构强度的材料。

#### 3.4

**复材 cladding metal**

复合钢板中的包复材料。

#### 3.5

**复合钢板的总厚度 total thickness of clad steel plate**

复合钢板的基材与复材厚度之和。

3.6

**复合比 clad ratio**

复材厚度占复合钢板总厚度之比。

3.7

**单面复合钢板 single side clad steel plate**

基材单面复合有复材的复合钢板。

3.8

**双面复合钢板 both sides clad steel plate**

基材双面均复合有复材的复合钢板。

3.9

**外弯曲试验 external bend test**

试样受拉面为复材的弯曲试验。

3.10

**内弯曲试验 internal bend test**

试样受拉面为基材的弯曲试验。

3.11

**侧弯曲试验 side bend test**

试样受拉面为复合钢板横截面的弯曲试验。

3.12

**结合度试验 bond test**

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。

3.13

**粘结试验 combine test**

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,使基材与复材分离,以测定其粘结强度的试验。

4 符号及说明

本标准适用的符号及说明见表1。

表 1 符号及说明

符 号	说 明	单 位
<i>a</i>	试样总厚度	mm
<i>a<sub>b</sub></i>	试样的基材厚度	mm
<i>a<sub>c</sub></i>	试样的复材厚度	mm
<i>B</i>	试样宽度	mm
<i>C</i>	分离率	%
<i>d</i>	弯心直径	mm
<i>d<sub>1</sub></i>	试样环形结合面内径	mm
<i>d<sub>2</sub></i>	试样环形结合面外径	mm
<i>F</i>	试验力	N
<i>l</i>	支辊间距离	mm

表 1(续)

符 号	说 明	单 位
$l_0$	分离全长: $l_0 = \sum_{n=1}^k l_n$	mm
$l_n$	各分离段长度	mm
$L$	试样长度	mm
$L_0$	结合度试样弯曲部分全长: $L_0 = \pi(r + a_c)$	mm
$r$	弯心半径	mm
$R_{ab}$	粘结强度	N/mm <sup>2</sup>
$S$	试样受剪面面积: $S = W \times B$	mm <sup>2</sup>
$S_0$	试样环形结合面面积: $S_0 = (d_2^2 - d_1^2) \pi / 4$	mm <sup>2</sup>
$T$	复合钢板总厚度	mm
$T_b$	复合钢板基材厚度	mm
$T_c$	复合钢板复材厚度	mm
$W$	试样复材受剪面宽度	mm
$\alpha$	弯曲角度	(°)
$\pi$	圆周率(至少取 4 位有效数字)	—
$\tau$	抗剪强度	N/mm <sup>2</sup>

## 5 拉伸试验

### 5.1 原理

同 GB/T 228 中原理。

### 5.2 试样

5.2.1 样坯取样数量、方向及部位按复合钢板或基材的相关产品标准或 GB/T 2975 中有关规定执行。

5.2.2 试样一般为矩形试样。拉伸试样的宽度、形状、尺寸等,按 GB/T 228 中有关规定执行。

5.2.3 当复合钢板总厚度  $T$  不大于 40 mm 时,采用全厚度试样试验。

5.2.4 当复合钢板总厚度  $T$  大于 40 mm 且试验机能力不足时,可从基材和复材两面按比例将厚度加工至 40 mm,但试样复材厚度  $a_c$  不得小于 3 mm,当钢板复材厚度  $T_c$  小于等于 3mm 时,只减薄基材厚度  $T_b$ 。

5.2.5 对于特殊用途的复合钢板,可采用全部去除复材的矩形试样或圆形试样。

5.2.6 试样尺寸的测量应按 GB/T 228 中有关规定执行,必要时还应分别测量试样的基材厚度  $a_b$  和复材厚度  $a_c$ ,测量方法应符合附录 A。

### 5.3 试验设备、试验要求及试验方法

试验设备、试验要求及试验方法应按 GB/T 228 中有关规定执行。

### 5.4 试验结果处理

各种强度的计算和数值修约均按 GB/T 228 中有关规定执行。

### 5.5 试验报告

试验报告见附录 B。

## 6 剪切试验

### 6.1 原理

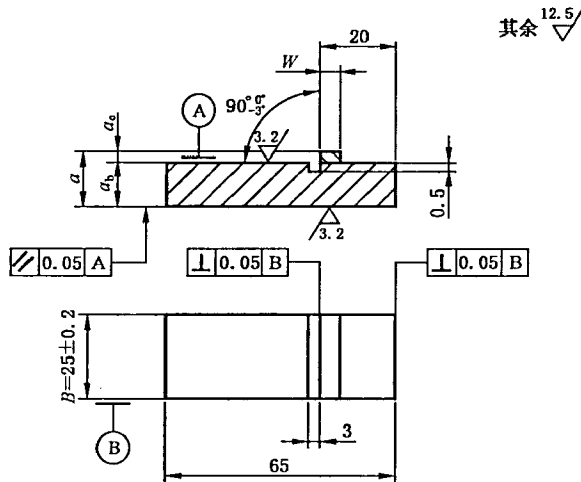
试验系用静压缩力或静拉伸力,通过相应的试验装置,使平行于试验力方向的基材与复材的结合面

承受剪切力直至分离,以测定其抗剪强度。

6.2 试样

6.2.1 样坯切取的部位、方向和数量应按复合钢板相关产品标准进行。对于轧制复合钢板,试样长度方向应平行于轧制方向。

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



$$W = 1.5a_c \pm 0.1a_c \leq 3 \text{ mm}; a_t \geq 2W$$

图 1 剪切试验试样

6.2.3 应在剪切面两端处测量复材受剪面宽度 W,测量时应靠近两种金属的结合面,取其算术平均值。剪切面的长度尺寸也应靠近结合面处测量。

6.2.4 当复合钢板总厚度 T 小于等于 10 mm 时,可用拉剪试样进行剪切试验,见图 2。

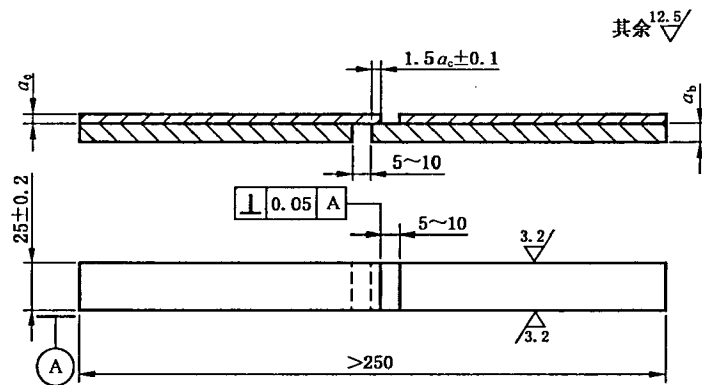


图 2 拉剪试样

6.3 试验设备

6.3.1 剪切试验装置

6.3.1.1 剪切试验装置见图 3,除图 3 注明的技术条件外,剪切试验装置还应保证试样间隙可调,其硬度应不低于 400 HV,剪切刀刃处硬度应不低于 600 HV。

6.3.1.2 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。



6.6.3 试验出现下列情况之一其试验结果无效,应重做同样数量试样的试验。

- 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。

6.7 试验报告

试验报告见附录 B。

7 弯曲试验

7.1 原理

7.1.1 弯曲试验原理同 GB/T 232 中原理。

7.1.2 弯曲试验包括外弯曲、内弯曲和侧弯曲试验。

7.2 试样

7.2.1 外弯曲和内弯曲试样的形状和尺寸、样坯的切取和试样的制备等应按照复合钢板或基材的相关产品标准或 GB/T 232、GB/T 2975 中有关规定执行。

7.2.2 当复合钢板总厚度  $T$  不大于 25 mm 时,采用全厚度试样试验。

7.2.3 当复合钢板总厚度  $T$  大于 25 mm,且试验机能力不足时,对内弯曲试样,可从复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。

7.2.4 对于双面复合钢板,当  $T$  大于 25 mm,且试验机能力不足时,可从双面复材处分别机械加工减薄至 25 mm;其中一个试样保留一面复材,另一个试样保留另一面复材。试验机能力允许时,可采用全厚度试样试验。

7.2.5 侧弯曲样坯的切取和试样的制备等应参照 GB/T 232 中有关规定执行。试样形状和尺寸如图 4 所示。当复合钢板总厚度  $T$  不大于 40 mm 时,试样宽度  $B$  等于  $T$ ;当复合钢板总厚度  $T$  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,应取两个试样,一个从一面的复材机械加工减薄,另一个从另一面复材机械加工减薄至 40 mm。

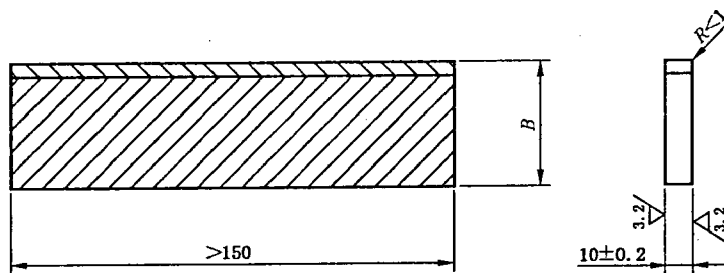


图 4 侧弯曲试样

7.3 试验设备

7.3.1 试验装置如图 5 和图 6 所示。

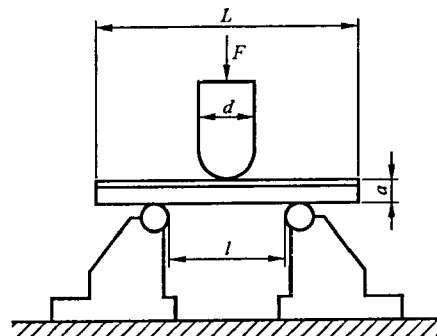


图 5 弯曲试验装置(弯曲前)

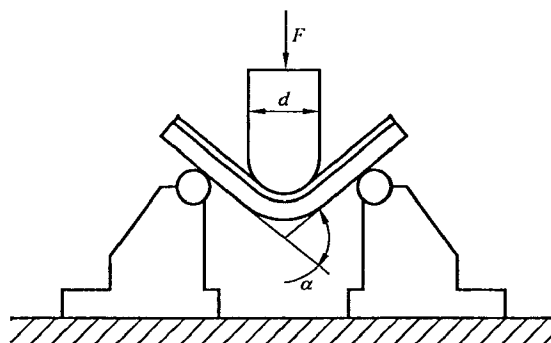


图6 弯曲试验装置(弯曲后)

7.3.2 弯曲试验可在压力机或万能试验机上进行。

7.3.3 试验机的弯曲装置应按 GB/T 232 中有关规定执行。

#### 7.4 试验要求

按 GB/T 232 中有关规定执行。

#### 7.5 试验方法

7.5.1 外弯曲和内弯曲试验方法均按 GB/T 232 的有关规定进行。弯心直径应根据其复合钢板或基材的相关产品标准确定。

7.5.2 对双面复合钢板的两个试样均进行外弯曲试验。

7.5.3 如相关产品标准未作具体规定,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是否开裂。

#### 7.6 试验结果处理

7.6.1 按相关产品标准或 GB/T 232 中有关规定评定弯曲试验结果。

7.6.2 试验出现下列情况之一其试验结果无效,应重做同样数量试样的试验。

- a) 操作不当;
- b) 因弯心选错或设备故障等影响试验结果。

#### 7.7 试验报告

试验报告见附录 B。

### 8 结合度试验

#### 8.1 原理

将一定形状尺寸的试样放置在弯曲试验装置上,以规定直径的弯心和弯曲角度进行内弯曲后,卸除试验力,用肉眼检查试样两侧结合面处是否分离并计算分离率。该试验可作为剪切试验的一种替代试验。

#### 8.2 试样

8.2.1 样坯切取的部位、方向等应按照复合钢板或基材相关产品标准或 GB/T 232 或 GB/T 2975 中有关规定执行。

8.2.2 试样尺寸按复合钢板相关产品标准或 GB/T 232 中有关规定执行。

8.2.3 当复合钢板总厚度  $T$  不大于 40 mm 时,试样宽度  $B$  等于  $T$ 。

8.2.4 当复合钢板总厚度  $T$  大于 40 mm 且试验机能力不足时,可从基材和复材两面按比例减薄至 40 mm,但试样复材厚度  $a_c$  不得小于 3 mm,当钢板复材厚度  $T_c$  小于等于 3 mm 时,只减薄基材厚度  $T_b$ 。

#### 8.3 试验设备

试验设备按 7.3 的规定执行。

8.4 试验要求

试验要求按 GB/T 232 中有关规定执行。

8.5 试验方法

8.5.1 试验方法同内弯曲试验

8.5.2 弯心直径应按相关产品标准的规定执行。如相关产品标准未作具体规定时,则取弯心直径  $d=2a$ ,弯曲角度为  $180^\circ$ 。

8.6 试验结果处理

8.6.1 用肉眼检查试验后的试样是否分离,若有分离,按图 7 所示测量,分离率  $C$  按公式(2)计算:

$$C = \frac{l_0}{L_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

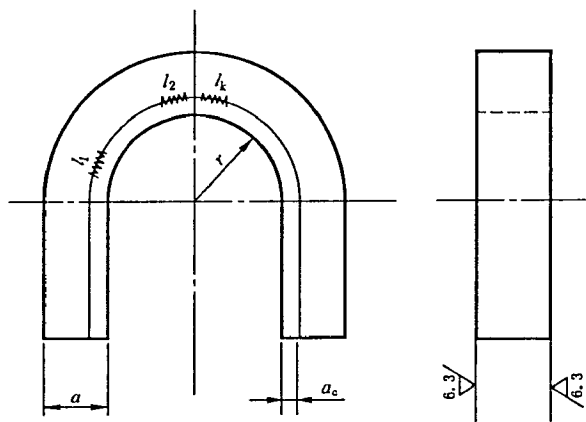


图 7 结合度试样

8.6.2 试验结果无效的判定按照 7.6.2 的规定执行。

8.6.3 试验测定的分离率,应按照相关产品标准的要求进行修约。如相关产品标准未规定具体要求,应按照修约间隔为 0.5%进行修约,修约的方法按 GB/T 8170 中有关规定执行。

8.7 试验报告

试验报告见附录 B。

9 粘结试验

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复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 样坯切取部位应按相关产品标准的规定执行。

9.2.2 试样的形状与尺寸如图 8 所示。

9.3 试验设备

9.3.1 试验装置

9.3.1.1 试验装置见图 9。

9.3.1.2 试验装置的维氏硬度应不低于 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。

9.3.1.4 试验装置凹模中心加工直径 6 mm 通孔,便于取出断裂复材。

9.3.2 试验机

试验机按 6.3.2 的规定执行。



9.6 试验结果处理

9.6.1 粘结强度按公式(3)计算:

$$R_{nb} = \frac{F}{S_0} \dots\dots\dots(3)$$

9.6.2 粘结强度值应按照相关产品标准的要求进行修约。如相关产品标准未规定具体要求,应按照表5的要求进行修约,修约的方法按 GB/T 8170 中有关规定执行。

表 5 粘结强度的修约间隔

粘结强度范围/ (N/mm <sup>2</sup> )	修约间隔/ (N/mm <sup>2</sup> )
≤200	1
>200	5

9.6.3 试验出现下列情况之一其试验结果无效,应重做同样数量试样的试验。

- 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

试验报告见附录 B。

10 冲击试验

10.1 原理

同 GB/T 229 中原理。

10.2 试样

10.2.1 样坯的切取和试样的制备等应按照复合钢板或基材的相关产品标准或 GB/T 2975 中有关规定执行。

10.2.2 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。

10.2.3 试样缺口形状及尺寸等应按照复合钢板或基材的相关产品标准或 GB/T 229 中有关规定执行。

10.3 试验设备、试验要求、试验方法及试验结果处理

试验设备、试验要求、试验方法及试验结果处理按 GB/T 229 中有关规定执行。

10.4 试验报告

试验报告见附录 B。

11 维氏硬度试验

11.1 原理

维氏硬度试验原理同 GB/T 4340.1 中原理。

11.2 试样

11.2.1 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。

11.2.2 试样被测表面必须平滑,经抛光后,其粗糙度参数 Ra 应不大于 0.4 μm。

11.2.3 经抛光加工后的试样表面须用相应的腐蚀液腐蚀,以显示出复材与基材的分界线,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。

11.2.4 对试样的其他要求按 GB/T 4340.1 中有关规定执行。

11.3 试验设备和试验要求

试验设备和试验要求按 GB/T 4340.1 中有关规定执行。

#### 11.4 试验方法

11.4.1 按 GB/T 4340.1 中有关规定进行试验。

11.4.2 试验应根据相关产品标准进行,如相关产品标准未作具体规定,可参照图 10 所示虚线部位任选一种图形进行试验,测定复材、基材、结合区和堆焊过渡层的硬度。

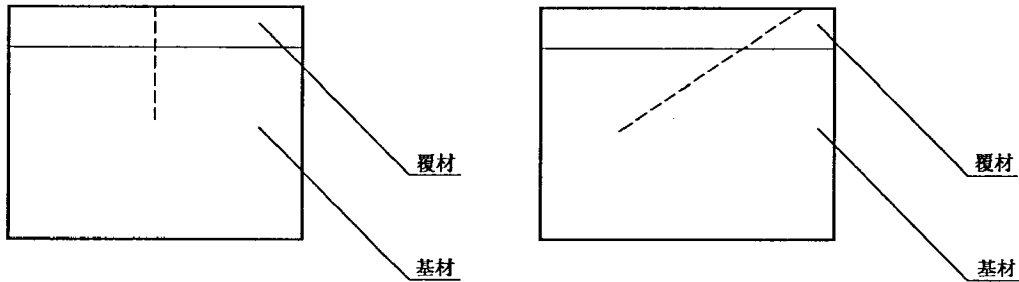


图 10 维氏硬度试验部位示意图

11.4.3 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。

#### 11.5 试验结果处理

按 GB/T 4340.1 中有关规定执行。

#### 11.6 试验报告

试验报告见附录 B。

**附 录 A**  
**(规范性附录)**  
**复材厚度测量**

**A.1 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复材的厚度,对爆炸复合钢板的复材厚度测量,取结合面处波峰波谷各五点的算术平均值。

**A.2 从复材一侧测量的方法**

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。

**A.2.1** 用磁性测厚装置从复材一侧测量厚度的方法不适用于磁性复材。

**A.2.2** 当复材为奥氏体不锈钢时,其铁素体含量应与已知厚度的标准试块的铁素体含量一致。

**A.2.3** 超声脉冲装置仅适用于复材与基材声阻抗差别大的复合钢板,先测出基材厚度,再测量出复合钢板的总厚度,两者之差即是复材的厚度。

**附 录 B**  
**(规范性附录)**  
**试 验 报 告**

试验报告一般应包括下列内容：

- a) 本国家标准编号；
  - b) 试样标识；
  - c) 材料名称、牌号；
  - d) 试样类型：
    - 1) 弯曲试验应注明外弯曲、内弯曲和侧弯曲；
    - 2) 冲击试验应明确表示出试样尺寸及缺口形状。
  - e) 试样的取样方向和位置；
  - f) 试验结果：
    - 1) 弯曲试验结果，应注明弯心直径和弯曲角度；侧弯曲的试验结果应注明结合面开裂的长度与数量；
    - 2) 结合度试验结果，应注明每个试样每一侧分离段的数量、长度及总长；
    - 3) 粘结试验结果，应包括断裂部位及其在结合面所占的百分比；
    - 4) 冲击试验结果，应明确表示出试验温度；
    - 5) 硬度试验结果，应包括硬度试验符号，不同区域硬度值等。
-

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—2008

\*

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

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 25 千字  
2008年8月第一版 2008年8月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-32404

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68533533



GB/T 6396-2008