



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 16957—1997

---

## 复合钢板焊接接头力学性能 试验方法

Mechanical tests on welded joints in clad plates

1997-08-27 发布

1998-06-01 实施

---

国家技术监督局 发布

## 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。

# 中华人民共和国国家标准

## 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
$T_c$	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
$b$	试样宽度	mm
$d_0$	试样直径	
$L$	试样长度	
$l_1$	拉伸试样夹持部分长度	
$B$	侧弯曲试样宽度	
$d$	弯心直径	
$h_k$	焊缝宽度	
$\alpha$	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。

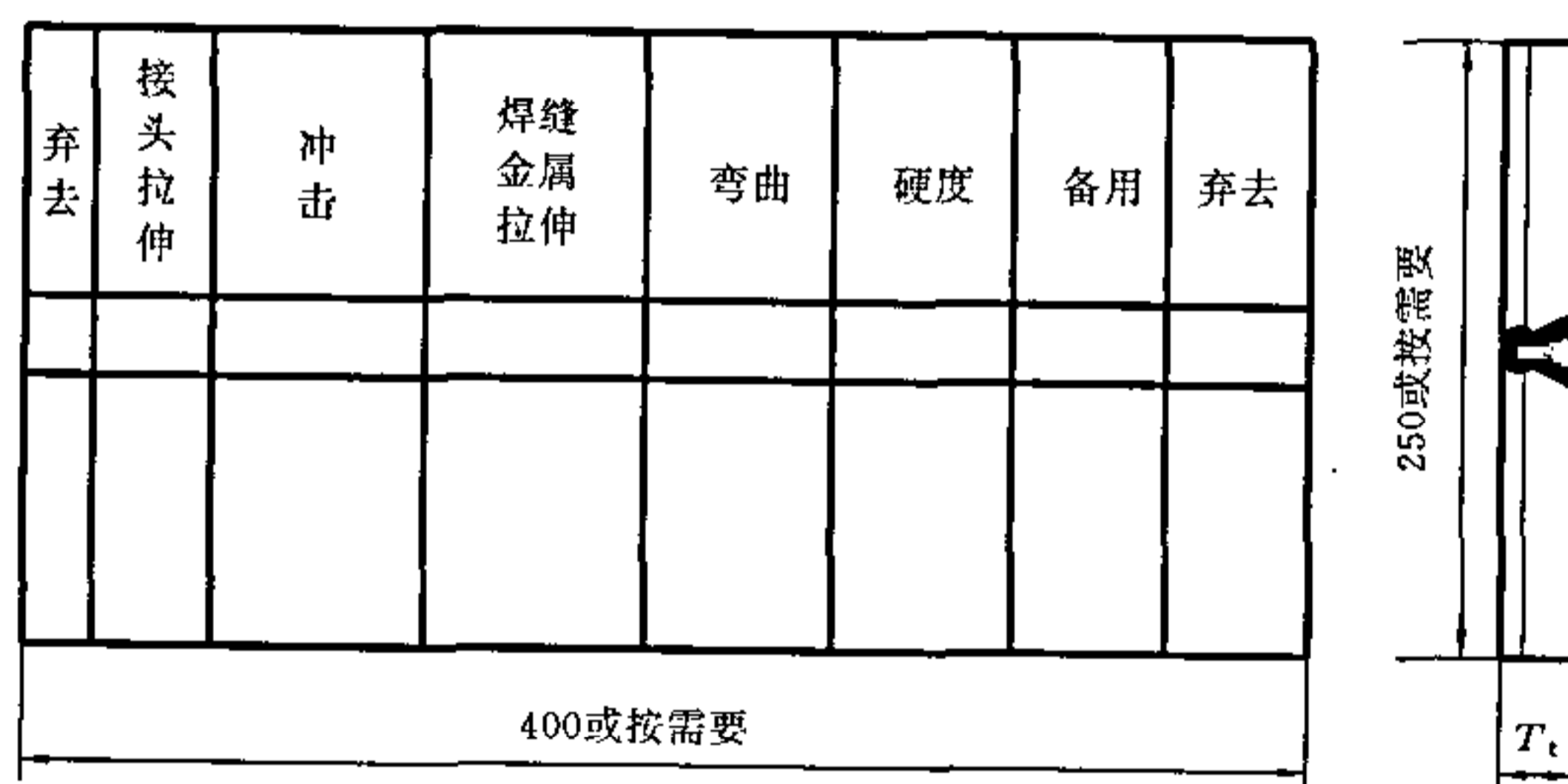


图 1 焊接试板尺寸与取样部位

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。

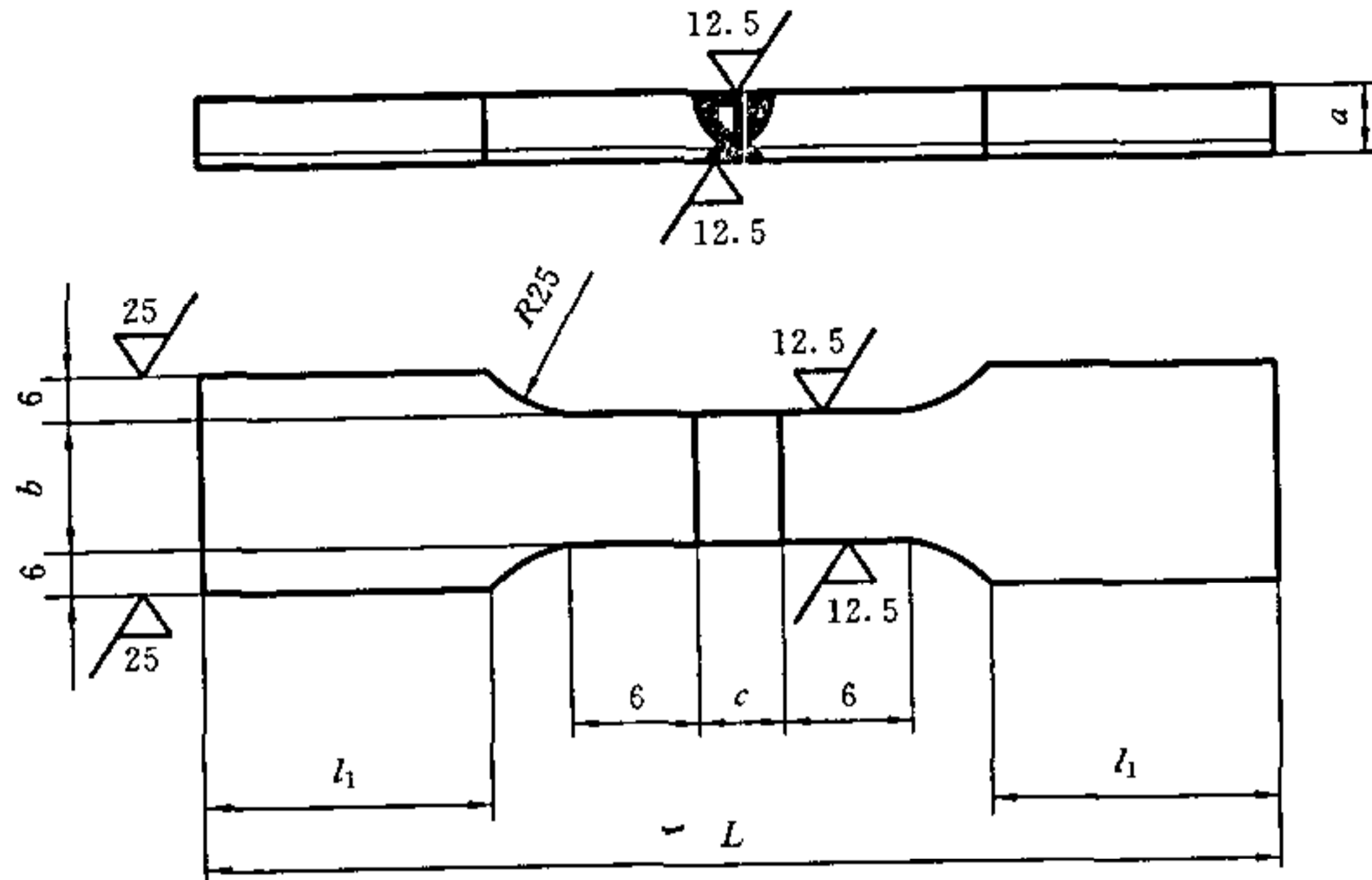


图 2 焊接接头拉伸试样

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  $T_t > 40$  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  $a \leq 40$  mm,但应保证试样覆材厚度  $T_c \geq 3$  mm;当  $T_c \leq 3$  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  $T_b > 40$  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。

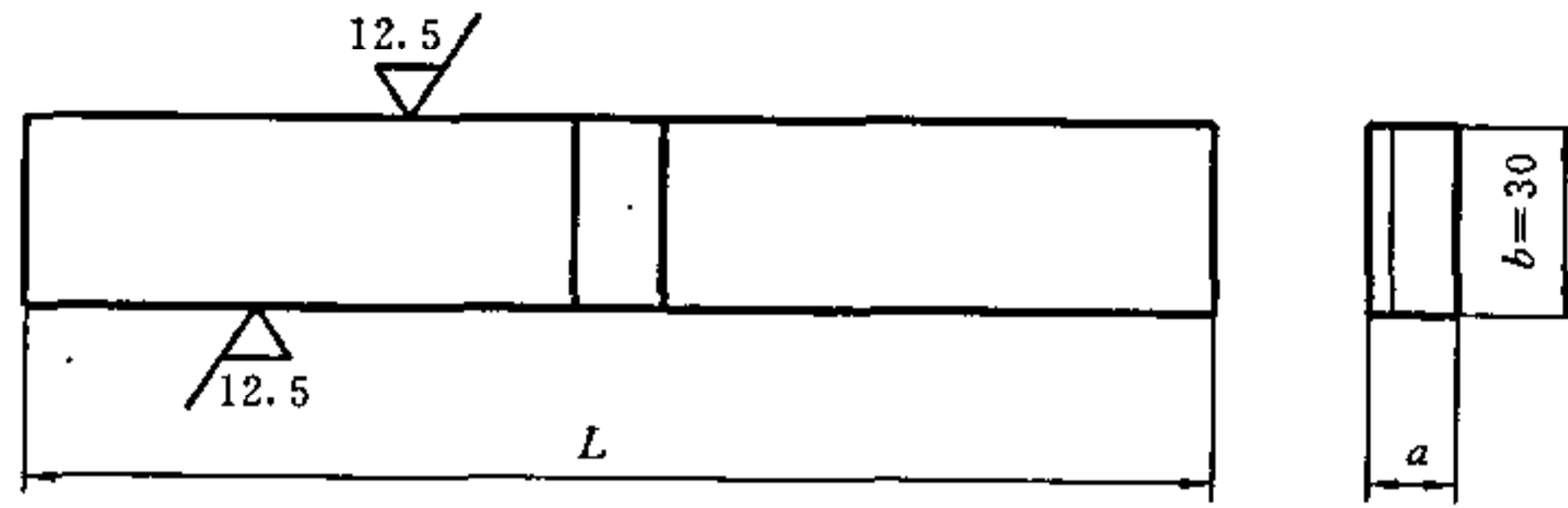


图3 外弯曲和内弯曲试样

7.1.2 当复合钢板总厚度  $T_t > 20$  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  $a = 20$  mm; 对外弯曲试样, 可从基材一侧机械加工减薄至  $a = 20$  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  $T_t > 20$  mm, 且试验机能力不足时, 可分别机械加工减薄至  $a = 20$  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  $T_t > 40$  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。

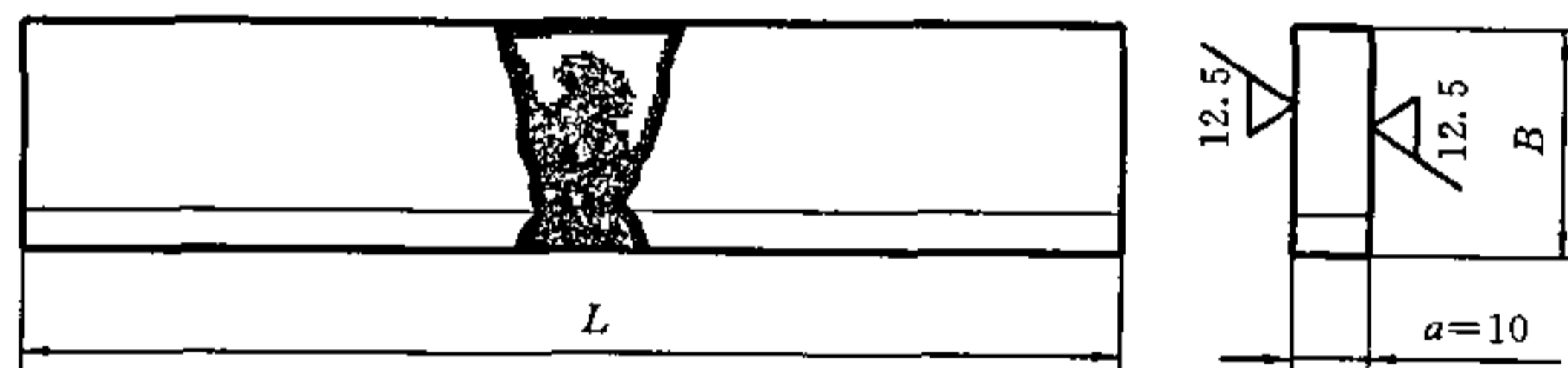


图4 侧弯曲试样

## 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材料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  $T_t \geq 10$  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  $R_a 0.4 \mu\text{m}$ 。

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。



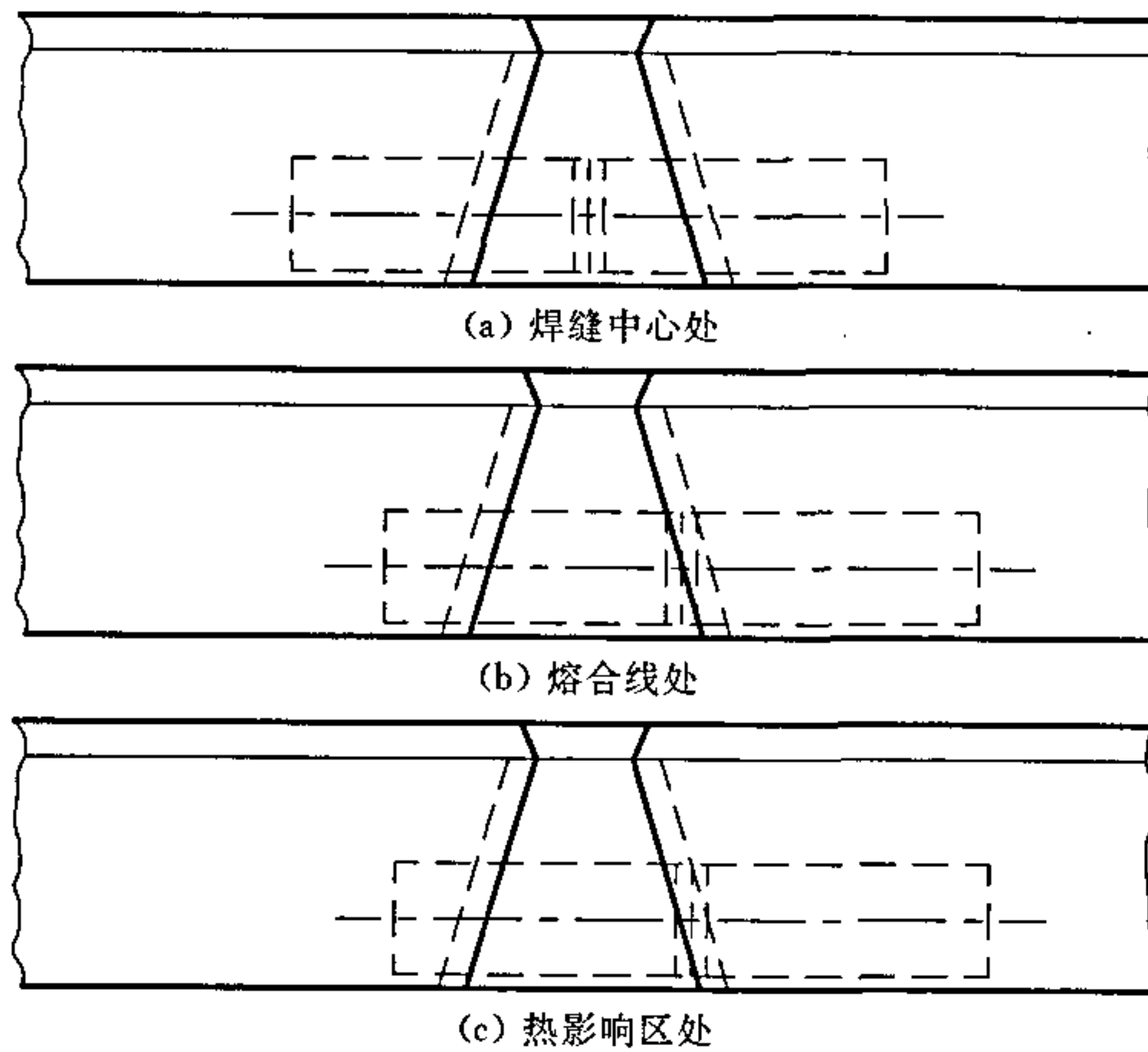


图 5 冲击试样缺口在焊缝上的部位

## 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。

中华人民共和国  
国家标准  
复合钢板焊接接头力学性能  
试验方法  
GB/T 16957—1997

\*

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:68522112

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 3/4 字数 15 千字  
1997年12月第一版 1997年12月第一次印刷  
印数 1—800

\*

书号: 155066·1-14405

\*

标 目 325—45