

## 前 言

本标准非等效采用日本标准 JISG 3601—1990《不锈钢复合钢》。

本标准与 JISG 3601 标准的重要技术内容的差异如下：

- 产品厚度范围：本标准规定 $\geq 4$  mm；JISG 3601 标准规定 $\geq 8$  mm。
- 复合钢板种类：本标准规定轧制复合钢板、爆炸轧制复合钢板、爆炸复合钢板三类，JISG 3601 标准规定的种类除以上三类外，还有铸造轧制复合钢板和堆焊轧制复合钢板等种类。因其实际应用量很少，在本标准中未列入；
- 不锈钢复层品种：本标准规定铁素体型、奥氏体型、铁素体+马氏体型+铁素体+奥氏体型四大类不锈钢，将 $\sigma_b$ 为 590 MPa~850 MPa 的 00Cr18Ni5Mo3Si2 等双相不锈钢列入复层钢种，比日本标准扩大了一类；
- 复合钢板分级：本标准按未结合面积与总面积的比率，以及单个未结合面积的大小和个数将复合钢板分为 I 级、II 级和 III 级，I 级复合钢板适用于不允许有未结合区存在的、加工时要求严格的结构件上，II 级复合钢板适用于可允许有少量未结合区存在的结构件上。III 级复合钢板适用于复层材料只作为抗腐蚀层来使用的一般结构件上，日本 JISG 3601 只规定 I、II 两类、并且 III 类复合钢板不做拉力试验；
- 特殊检验方法：本标准规定了当复层不锈钢的塑性较低时，为保证复合钢板塑性指标值必须达到基层钢材 $\sigma_b$ 的标准值要求，所采取的特殊检验方法；
- 界面抗剪切强度：本标准规定特级、I 级的复合界面抗剪切强度 $\tau_b \geq 210$  MPa；II 级的 $\tau_b \geq 200$  MPa，日本 JISG 3601 标准规定各级均为 $\tau_b \geq 200$  MPa；
- 厚度偏差：本标准的复层厚度偏差值严于 JISG 3601 标准的相应要求。

本标准此次修订对下列主要技术内容进行了修改：

- 增加了爆炸法生产的复合钢板；
- 加严了不平度指标；
- 扩大了钢类和钢种；
- 调整了冷弯性能的分级厚度和增加厚度规格的试验方法；
- 对检验项目、试验方法进行了补充和修改。

自本标准实施之日起代替 GB 8165—87《不锈钢复合钢板》。

附录 A 是本标准的附录。

本标准由中华人民共和国冶金工业部提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准由太原钢铁(集团)有限公司、营口中板厂、北京矿务局爆炸加工厂负责起草。

本标准主要起草人：杜炜、王立新、麻友清、马金保、马健军、李文达、秦晓钟。

本标准 1987 年 7 月首次发布。

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 8165—1997

## 不锈钢复合钢板和钢带

代替 GB 8165—87

Stainless steel clad plates and strips

### 1 范围

本标准规定了采用爆炸法、爆炸轧制法和轧制法生产的不锈钢复合钢板和钢带的分类、尺寸、技术要求、验收规则、试验方法、包装、标志及质量证明书等。

本标准适用于以不锈钢做复层、碳素钢和低合金钢做基层的厚度 $\geq 4$  mm的复合钢板和钢带。该复合钢板用于制造石油、化工、轻工、海水淡化、核工业的各类压力容器、贮罐等结构件。

### 2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。在本标准出版时,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/T 229—94 金属夏比缺口冲击试验方法
- GB/T 247—1997 钢板和钢带验收包装、标志及质量证明书的一般规定
- GB 709—88 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB 713—1997 锅炉用钢板
- GB 2975—82 钢材力学及工艺性能试验取样规定
- GB 3274—88 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带
- GB/T 3280—92 不锈钢冷轧钢板
- GB 3531—1996 低温压力容器用低合金钢板
- GB 4229—84 不锈钢板重量计算方法
- GB/T 4237—92 不锈钢热轧钢板
- GB 4334.3—84 不锈钢 65%硝酸腐蚀试验方法
- GB 4334.5—90 不锈钢硫酸-硫酸铜腐蚀试验方法
- GB/T 6396—1995 复合钢板性能试验方法
- GB 6654—1996 压力容器用钢板
- YB(T) 40—87 压力容器用碳素钢及低合金钢钢板
- YB(T) 41—87 制造锅炉用碳素钢及低合金钢厚钢板
- ZB Y 230—84 A型脉冲反射式超声波探伤仪通用技术条件

### 3 定义

本标准采用下列定义。

- 3.1 不锈钢复合钢板和钢带:以碳素钢或低合金钢为基层,采用爆炸法或其他方法,在其一面或两面整体地连续地包覆一定厚度不锈钢的复合材料。
- 3.2 复层:复合钢板中接触工作介质起耐腐蚀作用的不锈钢层。

国家技术监督局 1997-11-11 批准

1998-05-01 实施

- 3.3 基层:复合钢板中主要承受结构强度的碳素钢或低合金钢。
- 3.4 爆炸法:以爆炸方法实现复、基层间的冶金焊合的复合方法。
- 3.5 爆炸轧制法:以爆炸方法进行复基层坯料的初始焊合,再进行轧制焊合的复合方法。
- 3.6 轧制复合法:不进行爆炸,只在轧制过程中实现复合的复合方法。
- 3.7 复合界面:复合钢板复层和基层之间的分界面。
- 3.8 结合率:复合钢板复基层间呈冶金焊合状态的面积占总界面面积的百分率。
- 3.9 修补焊接:按一定要求除去未结合部分的复层,在基层上堆焊不锈钢,然后进行各种处理,使复合钢板复层保持原有性能的作业。
- 3.10 内弯、外弯:不锈钢复层在弯曲圆弧内侧的冷弯试验叫内弯。复层在外的叫外弯。

#### 4 品种及分类

##### 4.1 制造方法

- 4.1.1 复合钢板和钢带的不锈钢复层可以在碳素钢、低合金钢基层的一面或双面进行复合。
- 4.1.2 复合钢板和钢带可以采用爆炸法(代号 B)、轧制法(代号 R)或爆炸轧制法(代号 BR)制造。

##### 4.2 分类、级别

按制造方法和用途,复合钢板和钢带的分类级别及代号如表 1。

表 1 复合钢板的分类及代号

级 别	代 号			用 途
	爆炸法	轧制法	爆炸轧制法	
I 级	BI	RI	BR I	适用于不允许有未结合区存在的、加工时要求严格的结构件上
II 级	BII	RII	BR II	适用于可允许有少量未结合区存在的结构件上
III 级	BIII	RIII	BR III	适用于复层材料只作为抗腐蚀层来使用的一般结构件上

#### 5 尺寸、外形、重量

##### 5.1 尺寸

- 5.1.1 复合钢板厚度不小于 8 mm,复合钢带厚度 4 mm~8 mm。
- 5.1.2 复合钢板宽度 1 450 mm~3 000 mm,复合钢带的宽度 1 000 mm~1 400 mm。
- 5.1.3 复合钢板和钢带长度 4 000 mm~10 000mm。
- 5.1.4 复层厚度 0.5 mm~14 mm,通常为 2 mm~3 mm。也可根据需方需要,由供需双方协商确定。
- 5.1.5 基层最小厚度:复合钢板总厚度>8 mm 时,基层最小厚度为 6 mm,复合钢带的基层最小厚度由供需双方协商。

##### 5.2 尺寸允许偏差

- 5.2.1 复合钢板和钢带厚度允许偏差应符合表 2 的规定。

6.1 复合钢板复层和基层材料的化学成分应符合相应标准的规定(表5)。采用爆炸法生产时,复层和

6 技术要求

5.4 复合钢板和钢带按理论重量交货。基层密度按 7.85 g/cm<sup>3</sup>,复层密度按 GB 4229 的规定。

复合钢板总厚度	≥26	8	12	14
	>8~25	10	14	15
宽度	4~8	8	9	10
	1 000~1 450	>1 450~1 800	>1 800	
在规定宽度内允许的不平度				

mm/m

表 4 复合钢板不平度

复合钢板和钢带不平度应符合表 4 要求。不允许有明显凹凸不平。

5.3 不平度

宽度允许偏差	≥26	0	0	0	0
	>8~25	+25	0	+20	0
公称厚度	4~8	+6	+10	+15	0
	<1 450	按 GB 709	1 级	1 级	1 级
≥1 450					

mm

表 3 宽度允许偏差

应的规定。特殊要求由供需双方协商。

5.2.2 复合钢板和钢带宽度的允许偏差,应符合表 3 要求,复合钢板长度允许偏差,按基层钢板标准相

复合钢板总厚度允许偏差	1 级	复合钢板总厚度 mm	钢板	钢带	不大于复层公称尺寸 的±9%,且不大 于1 mm	不大于复层公称 尺寸的±10%, 且不大于1 mm	±9	±8	±7	±6	±5	协商
							±10	+9	+8	+7	+6	-4
复合钢板钢带总厚度允许偏差	1 级	mm	钢板	钢带	不大于复层公称尺寸 的±9%,且不大 于1 mm	不大于复层公称 尺寸的±10%, 且不大于1 mm	±9	±8	±7	±6	±5	协商
							+10	+9	+8	+7	+6	-4

表 2 厚度允许偏差

基层钢板均应是符合各自相应标准的合格钢板,应有质量证明书或复印件。未经需方同意,复层不锈钢板不得拼接。

表 5 复层、基层材料标准

复层材料		基层材料	
标准号	GB/T 3280 GB/T 4237	标准号	GB 3274 GB 713 GB 3531 GB 6654 YB(T)40 YB(T)41
典型钢号	0Cr13 0Cr13Al 0Cr17 0Cr17Ti 0Cr18Ni9 0Cr18Ni10Ti 00Cr19Ni10 0Cr17Ni12Mo2 00Cr17Ni14Mo2 00Cr18Ni5Mo3Si2	典型钢号	Q235-A Q235-B 20 20R 20g 16MnR 15CrMoR

6.2 界面结合率

6.2.1 复合钢板和钢带的复层与基层间面积结合率应符合表 6 的规定。

表 6 复合钢板面积结合率

界面结合级别	类别	结合率, %	未复合状态
I 级	BI BR I RI	100	不允许有未结合区存在
II 级	BI BR II RI	≥99	单个未结合区长度不大于 50 mm, 面积不大于 20 cm <sup>2</sup>
III 级	BI BR III RI	≥95	单个未结合区长度不大于 75 mm, 面积不大于 45 cm <sup>2</sup>

6.2.2 复合钢板的复合率达不到表 6 规定时,允许对复合缺陷的复层进行熔焊修补,这种修补应满足以下要求。

6.2.2.1 去掉缺陷部分的复层后,基层下挖 0.2 mm~0.5 mm。

6.2.2.2 应由持有效证件的焊工按经评定合格的焊接工艺进行补焊,并做出补焊记录,补焊记录应提交需方。

6.2.2.3 补焊必须经超声波探伤检查合格后再进行着色检查,补焊表面不得有裂纹、气孔。在合同中注明压力容器用的复合钢板,缺陷部位最多允许修补 2 次。表面必须打磨光洁,并保证钢板最小厚度。

6.3 力学性能

复合钢板和钢带的力学性能应符合表 7 的要求。

复合钢板成品可根据需方要求,按相应标准的规定进行晶间腐蚀检验。  
 复合钢板用不锈钢复层应按 GB/T 3280、GB/T 4237 标准规定,经晶间腐蚀检验合格后进行复合。

### 6.6 复层晶间腐蚀试验

后,应保证最小厚度,否则应进行补焊。复层表面质量应符合相应标准的规定。

复合钢板(带)复层表面不得有气泡、结疤、裂纹、夹杂、折叠等缺陷。允许研磨清除上述缺陷,但清除

### 6.5 表面质量

试验结果		弯芯直径 d		弯角		弯曲角度		厚度 mm	试样宽度 mm
在弯曲部分的外侧不得产生裂纹; 复合界面不允许分层		加工基层厚度至 25 mm,弯芯直径按 基层钢板标准		加工基层厚度至 25 mm,弯芯直径按 基层钢板标准		180°		>25	b=2a
		a < 20 mm d = 2a a ≥ 20 mm d = 3a		a < 20 mm d = 2a a ≥ 20 mm d = 3a		180°		≤ 25	b=2a
试验结果		外弯		内弯		弯角		厚度 mm	试样宽度 mm

注:a为复合钢板总厚度

表 8 复合钢板弯曲试验

6.4.1 复合钢板和钢带弯曲试验条件及结果应符合表 8 的规定。

### 6.4 冷弯性能

注  
 1) 复合钢板和钢带的屈服点下限值亦可按下式(1)计算:  
 式中:  $\sigma_1$ ——复层钢板的屈服点下限值, MPa;  
 $\sigma_2$ ——基层钢板的屈服点下限值, MPa;  
 $t_1$ ——复层钢板的厚度, mm;  
 $t_2$ ——基层钢板的厚度, mm。  
 $\sigma_s = \frac{t_1\sigma_1 + t_2\sigma_2}{t_1 + t_2}$  .....(1)

2) 复合钢板和钢带的抗拉强度下限值亦可按下式(2)计算:  
 式中:  $\sigma_1$ ——复层钢板的抗拉强度下限值, MPa;  
 $\sigma_2$ ——基层钢板的抗拉强度下限值, MPa;  
 $t_1$ ——复层钢板的厚度, mm;  
 $t_2$ ——基层钢板的厚度, mm。  
 $\sigma_b = \frac{t_1\sigma_{b1} + t_2\sigma_{b2}}{t_1 + t_2}$  .....(2)

3) 当复层伸长率标准值小于基层标准值、复合钢板伸长率小于基层、但又小于复层标准值时,允许省去复层仅对基层进行拉伸试验,其伸长率应不小于基层标准值。  
 4) 复合钢板复层不做冲击试验。

表 7 复合钢板力学性能

性能	级别	界面抗剪强度 $J_b$ , MPa		屈服点 $\sigma_s$ , MPa	抗拉强度 $\sigma_b$ , MPa	伸长率 $\delta$ , %	冲击功 $A_k$ , J
		1 级	210				
性能		MPa ≥		MPa	MPa	%	J
		200	210	屈服点 $\sigma_s$	抗拉强度 $\sigma_b$	伸长率 $\delta$	冲击功 $A_k$
级别		1 级	1 级		标准值 <sup>1)</sup>	不小于基层钢板	标准值 <sup>3)</sup>
性能		MPa ≥		MPa	MPa	%	J
		200	210	屈服点 $\sigma_s$	抗拉强度 $\sigma_b$	伸长率 $\delta$	冲击功 $A_k$
		MPa ≥		MPa	MPa	%	J
		200	210	屈服点 $\sigma_s$	抗拉强度 $\sigma_b$	伸长率 $\delta$	冲击功 $A_k$
级别		1 级	1 级		标准值 <sup>1)</sup>	不小于基层钢板	标准值 <sup>3)</sup>
性能		MPa ≥		MPa	MPa	%	J

6.7 交货状态

复合钢板应经热处理,复层表面应经酸洗钝化或抛光处理交货。根据供需双方协议亦可以热轧状态交货。4 mm~8 mm 热轧钢带交货时可不经酸洗。

7 验收规则

7.1 检验项目

复合钢板和钢带的检验项目按表 9 规定。

表 9 复合钢板检验项目

级 别 检验项目	爆 炸 复 合		
	I 级 B I BR I R I	I 级 B I BR I R I	II 级 B II BR II R II
拉伸试验	○	○	○
外弯试验	△	△	△
内弯试验	○	○	△
剪切强度	○	○	○
冲击试验	○	○	△
超声波探伤	○	○	○
晶间腐蚀	△	△	△
外形尺寸	○	○	○
表面质量	○	○	○
复层厚度	○	○	○

注  
○——表示必须进行的检验项目  
△——表示按需方要求的检验项目

7.2 试样数量和试验方法

复合钢板和钢带试样数量和试验方法按表 10 规定。

表 10 取样和试验方法

序 号	检验项目	试样数量,个	取样方法	试验方法
1	拉伸	1	GB 2975	GB/T 6396
2	外弯	1	GB 2975 GB/T 6396	GB/T 6396
3	内弯	1	GB 2975 GB/T 6396	GB/T 6396
4	剪切强度	2	GB/T 6396	GB/T 6396
5	冲击	3	GB/T 2975	GB/T 229
6	超声波探伤	逐张	每批纵向	附录 A
7	晶间腐蚀	2		GB 4334.3、GB 4334.5
8	外形尺寸	逐张		
9	表面质量	逐张		
10	复层厚度	2		

7.3 复合钢板和钢带的检查和验收由供方质量监督部门进行。

7.4 组批

复合钢板和钢带应按批检验交货。每批应由同一生产工艺、同一热处理制度的钢板和钢带组成。每批特级和 I 级复合钢板和钢带的基层和复层各为同一牌号、同一炉罐号、同一规格组成。I 级复合钢板和钢带的基层和复层应各为同一牌号、同一规格组成。

## 7.5 复验

复合钢板和钢带检验如有不合格项目,应从该批另外的钢板中另取双倍数量的试样进行复验(冲击试样按有关标准规定执行),复验不合格时不得出厂。此时可逐张取样,按张交货。

## 8 包装、标志及质量证明书

8.1 复合钢板和钢带的包装标志及质量证明书应执行 GB/T 247 标准的规定。

8.2 复合钢板和钢带的包装、标志及质量证明书还应符合以下具体规定。

8.2.1 复合钢板和钢带的包装应采取适当方式,以避免复板的擦伤、划伤。

8.2.2 复合钢板和钢带应在每张钢板复层的同一部位做产品标志。

产品标志须注明:

a) 批号;

b) 牌号:复层牌号+基层牌号;

c) 规格:(复层厚度+基层厚度)×宽度×长度;

d) 制造方法类别和界面焊合状态等级;

f) 标准号;

g) 商标、厂名;

j) 出厂日期 年 月 日。



附录 A

(标准的附录)

不锈钢复合钢板超声波检测方法

A1 范围

本检测方法适用于不锈钢复合钢板的超声波检测,用以确定复合钢板的结合状态。

A2 一般要求

A2.1 检测人员

进行复合钢板超声波检测的人员应经过技术培训,并取得相应的无损检测人员资格等级证书,其中检测报告签发人员应具备Ⅰ级或Ⅱ级资格。

A2.2 检测仪器

采用 A 型脉冲反射式超声波探伤仪。探伤仪应符合 ZB Y230 的规定。

A2.3 探头

探头直径为 20 mm~30 mm、频率为 2.5 MHz~5 MHz。

A2.4 接触方法

直接接触法或水浸法。

A2.5 耦合剂

应选用机油、甘油、水等透声性好,且不损伤检测表面的耦合剂。

A2.6 检测表面

检测表面不得有影响检测的氧化皮、油污及锈蚀等其他污物。

A2.7 扫查速度

探头的扫查速度应不大于 150 mm/s。当采用自动报警装置扫查时,不受此限。

A3 检测时间

应在复合钢板复合、热处理、校平、剪切或切割后进行超声波检测。

A4 检测方法

采用底波反射法。

A5 检测面

一般从复层表面进行检测。当需要时可从基层表面进行检测。

A6 检测灵敏度

利用复合钢板本身调节检测灵敏度,将探头置于复合钢板完全结合部位,调节第一次底波高度为荧光屏满刻度的 80%。

A7 未结合区的测定

当第一次底波高度不大于荧光屏满刻度的 5%,且缺陷波大于荧光屏满刻度的 5%的部位为未结合部位。将探头由未结合部位向四周移动,直至底波高度升为满刻率的 40%,以探头中心确定未结合区界限。在复合钢板表面标出所有的未结合区,并予以记录。

**A8 结合率**

结合率计算公式(A1)如下:

$$J = \frac{S - S_1}{S} \times 100\% \quad \text{.....(A1)}$$

式中: J——结合率, %;

S——复合钢板的面积, cm<sup>2</sup>;

S<sub>1</sub>——未结合区的总面积, cm<sup>2</sup>。

**A9 检测报告**

复合钢板超声波检测报告应包括下列内容:

- a) 委托单位、检测报告编号;
- b) 复材与基材的钢号及厚度;
- c) 复合钢板的级别代号、批号、钢板编号及尺寸;
- d) 探伤仪型号、探头直径及频率、耦合剂;
- e) 检测标准;

f) 检测结果: 以示意图表示未结合区位置、形状及尺寸(长度和面积), 结合率数值, 并按相应标准对每张钢板作出合格与否的结论;

g) 检测日期;

h) 检测人员及审核人员签字。