



中华人民共和国国家标准

GB 8547—87

钛 - 钢 复 合 板

Titanium clad steel plate

1987-12-30 发布

1988-12-01 实施

国家标准局 发布

中华人民共和国国家标准

UDC 669.146.99-41
:669.295

钛 - 钢 复 合 板

GB 8547—87

Titanium clad steel plate

本标准适用于耐蚀压力容器、贮槽及其他用途的钛-钢爆炸复合板或爆炸-轧制复合板。

1 术语

1.1 钛-钢复合板:用爆炸或爆炸-轧制方法使钛(复材)与普通钢(基材)达到冶金结合的金属复合板。

1.2 基材、复材、复合板的总厚度、外弯曲、内弯曲等定义按 GB 6396—86 《复合钢板性能试验方法》的规定。

2 品种

2.1 分类和代号

复合板的分类和各类的代号应符合表 1 的规定。

表 1

| 生产种类 | | 代号 | 用途分类 |
|-------------|----|-----|--|
| 爆炸钛-钢复合板 | 0类 | B0 | 0类:用于过渡接头、法兰等的高结合强度,且不允许不结合区存在的复合板 1类:将钛材作为强度设计的或特殊用途的复合板,如管板等 2类:将钛材作为耐蚀设计,而不考虑其强度的复合板,如筒体等 |
| | 1类 | B1 | |
| | 2类 | B2 | |
| 爆炸-轧制钛-钢复合板 | 1类 | BR1 | |
| | 2类 | BR2 | |

注:爆炸钛-钢复合板以“爆”字汉语拼音字头“B”表示;爆炸-轧制钛-钢复合板以“爆”和“热”字汉语拼音字头“BR”表示。

2.2 适用材料

复合板复材和基材应符合表 2 的规定,表中所列的复材与基材可以自由结合。经供需双方协商也可提供其他复材或基材的复合板。

2.3 供货状态

复合板以爆炸(B)或爆炸-轧制(BR)状态交货。爆炸复合板一般以消除应力(M)状态供应,其热处理制度按本标准附录 A 的规定。

2.4 规格、外形尺寸及允许偏差

2.4.1 复合板的厚度、宽度(或直径)、长度的尺寸及其允许偏差应符合表 3 和表 4 的规定。经供需双方协商也可提供其他规格或尺寸允许偏差有特殊要求的复合板。

GB 8547—87

表 2

| 复 材 | 基 材 |
|-------------------------------|--|
| GB 3621—83《钛及钛合金板材》中的 TA1、TA2 | GB 709—88《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》 GB 711—88《优质碳素结构钢热轧厚钢板和宽钢带》 GB 712—88《船体用结构钢》 GB 713—86《锅炉用碳素钢和低合金钢钢板》 |
| Ti-0.3 Mo-0.8 Ni | GB 3274—82《普通碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板技术条件》 GB 3531—83《低温压力容器用低合金钢厚钢板技术条件》 |
| Ti-0.2 Pd | GB 6655—86《多层压力容器用低合金钢钢板》 GB 6654—86《压力容器用碳素钢和低合金钢厚钢板》 |

表 3

mm

| 复合板厚度 | 复合板厚度允许偏差 | 复合板宽度(或直径)及允许偏差 | | |
|-------|-----------|-----------------|----------------|----------------|
| | | 宽度≤1 100 | 宽度>1 100~1 600 | 宽度>1 600~2 200 |
| 8~18 | ±0.8 | +15 0 | +15 0 | +30 0 |
| 19~28 | ±1.0 | +50 0 | +50 0 | +50 0 |
| 29~46 | ±1.2 | +50 0 | +50 0 | +50 0 |
| 47~64 | ±1.5 | +50 0 | +50 0 | +50 0 |

表 4

mm

| 复合板厚度 | 复合板长度及其允许偏差 | | | |
|-------|-------------|----------------|----------------|----------------|
| | 长度≤1 100 | 长度>1 100~1 600 | 长度>1 600~2 800 | 长度>2 800~4 500 |
| 8~18 | +15 0 | +15 0 | +25 0 | 协商 |
| 19~64 | +50 0 | +50 0 | +50 0 | 协商 |

2.4.2 宽度大于 1 100 mm 或长度大于 2 200 mm 的复合板允许复材或基材拼焊。

2.4.3 复合板复材的厚度一般为 1.5~10 mm。爆炸复合板复材厚度的允许偏差不大于复材名义厚度的 $\pm 10\%$ ；爆炸-轧制复合板复材厚度的允许偏差不大于复材名义厚度的 $\pm 20\%$ 。

2.4.4 复合板基材的厚度间隔按 GB 709—88 的规定执行。

2.4.5 复合板的不平度应符合表 5 的规定。需方有特殊要求时，可由供需双方协商确定。

GB 8547—87

表 5

| 复合板分类 | 0类、1类 | | 2类 |
|--------------|----------|----------|-----|
| | 厚度≤30 mm | 厚度>30 mm | |
| 复合板不平度, mm/m | ≤8 | ≤6 | ≤15 |

2.4.6 复合板四角应切成直角,切斜应不大于其长度或宽度的允许偏差。厚度大于 18 mm 或长度大于 2 800 mm 的复合板允许用其他切割方法切边。需方同意时,可不切边交货。

2.5 标记示例

2.5.1 复材厚度为 6 mm 的 TA2、基材厚度为 30 mm 的 A3 钢、宽度为 1 000 mm、长度为 3 000 mm、消除应力状态的 1 类爆炸复合板标记为:

TA2/A3 B1 M 6/30×1 000×3 000 GB 8547—87

2.5.2 复材厚度为 2 mm 的 TA1、基材厚度为 10 mm 的 A3 钢、宽度为 1 100 mm、长度为 3 500 mm 的 2 类爆炸-轧制复合板标记为:

TA1/A3 BR2 2/10×1 100×3 500 GB 8547—87

3 技术要求

3.1 化学成分

3.1.1 基材的化学成分应符合相应标准的规定。

3.1.2 复材 TA1、TA2 的化学成分应符合 GB 3620—83《钛及钛合金牌号和化学成分》的规定; Ti-0.3 Mo-0.8 Ni 和 Ti-0.2 Pd 的化学成分应符合表 6 的规定。

表 6

| 化学成分组 | 主成分, % | | | | 杂质含量, %; 不大于 | | | | | | |
|------------------|--------|---------|---------|-----------|--------------|------|------|------|-------|------|--------|
| | Ti | Mo | Ni | Pd | Fe | Si | C | N | H | O | 其他元素总和 |
| Ti-0.2 Pd | 基 | — | — | 0.12~0.25 | 0.30 | 0.10 | 0.10 | 0.03 | 0.015 | 0.25 | 0.3 |
| Ti-0.3 Mo-0.8 Ni | 基 | 0.2~0.4 | 0.6~0.9 | — | 0.30 | 0.10 | 0.08 | 0.03 | 0.015 | 0.25 | 0.3 |

注: 其他元素含量出厂时不做检验。

3.2 力学性能和工艺性能

复合板的力学性能和工艺性能应符合表 7 的规定。弯曲试验中试样弯曲至规定的角度后,在弯曲部分的外侧不允许产生裂纹,复合界面不允许分层。

表 7^①

| 拉 伸 试 验 | | 剪 切 试 验 | | 弯 曲 试 验 | |
|---|--------------------------------|--|-----------------------------|--------------------|--|
| 抗拉强度 σ_b N/mm ² (kgf/mm ²) | 伸长率 δ % ^② | 剪切强度 τ , N/mm ² (kgf/mm ²) | | 弯曲角 α 度 | 弯曲直径 D mm |
| | | 0 类复合板 | 其他类复合板 | | |
| $> \sigma_B^{\text{③}}$ | 大于基材或复材标准中较低一方的规定值 | ≥ 196 (≥ 20) | ≥ 138 (≥ 14) | 内弯 180°, 外弯由复材标准决定 | 内弯时按基材标准规定不够 2 倍时取 2 倍; 外弯时为复合板厚度的 3 倍 |

注: ① 当用户要求时, 供方可以做基材的拉伸试验, 其抗拉强度应达到基材相应标准的要求。

② 复合板的抗拉强度理论下限标准值 σ_B 按 3.2.1 计算。

③ 爆炸 - 轧制复合板的伸长率可以由供需双方协商确定。

3.2.1 复合板的抗拉强度理论下限标准值 σ_B 按下列公式计算:

$$\sigma_B = \frac{t_1\sigma_1 + t_2\sigma_2}{t_1 + t_2}$$

式中: σ_1 —— 基材抗拉强度下限标准值, N/mm² (kgf/mm²);

σ_2 —— 复材抗拉强度下限标准值, N/mm² (kgf/mm²);

t_1 —— 基材厚度, mm;

t_2 —— 复材厚度, mm。

3.3 结合面积

复合板的结合状态、结合面积应符合表 8 的规定。

表 8

| 0 类 | 1 类 | 2 类 |
|-------------|--|--|
| 面积结合率为 100% | 面积结合率大于 98%; 单个不结合区的长度不大于 75 mm, 其面积不大于 45 cm ² | 面积结合率大于 95%; 单个不结合区的面积不大于 60 cm ² |

3.4 拼焊质量

基材或复材的拼焊焊缝应满足以下条件:

- a. 复材焊缝和基材焊缝应经无损检验, 其判定标准及焊缝要求由供需双方协商确定;
- b. 拼板最小板宽不小于 300 mm;
- c. 基材和复材对接焊缝距离不小于 100 mm。

3.5 表面质量

3.5.1 爆炸复合板以原始表面交货, 长度小于 3 000 mm 的爆炸 - 轧制复合板以酸洗表面交货。需方对表面有特殊要求时, 可由供需双方协商确定。

3.5.2 复合板复材的表面不允许有裂纹、起皮、压折、金属或非金属夹杂物等宏观缺陷, 允许有不超出复材厚度公差之半的划伤、凹坑、压痕等缺陷。

3.5.3 允许顺加工方向清除复材表面的局部缺陷, 但清理后复材的厚度不得小于其最小允许厚度。

3.5.4 复材表面未贯穿到基材的较小缺陷允许焊接修补, 修补后的表面应与复材表面齐平。

4 试验方法

4.1 化学成分仲裁分析方法

GB 8547—87

4.1.1 复材化学成分的仲裁分析方法按 GB 4698.1~4698.16—84《钛及钛合金化学分析方法》进行。

4.1.2 基材化学成分的仲裁分析方法按 GB 223.1~223.50《钢铁及合金化学分析方法》进行。

4.2 力学性能和工艺性能检验方法

复合板的剪切强度试验、弯曲试验、室温拉力试验按 GB 6396—86 进行。

4.3 结合面积检验方法

复合板的结合状态和结合面积用超声波探伤法检验,探伤方法按本标准附录 B 进行。

4.4 外形尺寸检查方法

4.4.1 复合板的厚度在距顶角不小于 100 mm,距边部不小于 20 mm 处测量。

4.4.2 复合板的厚度可用千分尺、卡尺测量,也可用超声波测厚仪测量。用超声波测厚仪测量时,每张板材取任意 10 点的平均值。

4.4.3 复合板复材的厚度按 GB 6396—86 的规定进行测量。

4.5 表面质量检查方法

复合板的表面质量用肉眼进行检查。

5 检验规则

5.1 检查和验收

5.1.1 产品应由供方技术检验部门进行检验,并保证产品质量符合本标准的要求。

5.1.2 需方对收到的产品可进行复验,如复验结果与本标准规定不符时,应在收到产品之日起三个月内向供方提出,由供需双方协商解决。

5.2 组批

复合板应成批提交验收,每批应由同一牌号(复材/基材)、类别、复材熔炼炉号、规格、状态、加工工艺的产品组成。

5.3 检验项目

每批产品的检验项目应符合表 9 的规定。

表 9

| 检验项目 | 复合板种类 | | | | |
|-------|-------|----|----|-----|-----|
| | B0 | B1 | B2 | BR1 | BR2 |
| 拉伸试验 | ○ | △ | △ | ○ | △ |
| 剪切试验 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 内弯试验 | ○ | ○ | △ | △ | △ |
| 外弯试验 | △ | △ | × | △ | × |
| 超声波探伤 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 外形尺寸 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 表面质量 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

注:表中符号表示:

○:表示必做的检验项目;

△:表示需由供需双方协商确定的检验项目;

×:表示不必做的检验项目。

5.4 取样位置与取样数量

5.4.1 复材的化学成分以原铸锭的化学成分报出,基材的化学成分按原合格证报出。

5.4.2 力学性能与工艺性能检验从每批产品中任取一张,按测试项目各取一个横向试样(剪切试样不做规定)。允许从同一生产周期、同一工艺的试板或余料中切取试样。

5.4.3 复合板的结合面积应逐张进行检验,其检验项目应符合表 10 的规定。

表 10

| 0类和1类复合板 | 2类复合板 |
|----------|--|
| 全面探伤 | 周边按 50 mm 宽的范围内连续探伤,其余沿 200 mm 距离的网格探伤 |

5.4.4 复合板的外形尺寸和表面质量应逐张进行检查,复材厚度的测量允许每批取 1 张板材进行。

5.5 重复试验

在力学性能和工艺性能检验中,如有 1 个试样的结果不合格时,则从原受验板材(如原受验板材尺寸不够时,可在同批产品中另取)或试板上取双倍试样进行该不合格项目的复验。复验后仍有 1 个试样的结果不合格时,则该批产品报废,或逐张对不合格项目进行复验,合格者重新组批交货。

6 交货重量

当合同中没有特别注明时,复合板均按理论重量交货。复合板的理论重量按复材和基材的厚度、复合板的长度和宽度计算。1 mm 厚的钛板和钢板的理论重量分别为 4.51 kg/m² 和 7.85 kg/m²。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

产品除附有检查标志外,成捆或散装的产品上均应系(粘)有标签或标牌,其上注明:

- a. 供方名称或代号;
- b. 产品牌号、规格和状态;
- c. 产品批号。

7.2 包装、运输和贮存

7.2.1 复合板采用裸装。复材面两两相对,中间衬以防潮纸,外部用金属丝捆紧。对包装有特殊要求时由供需双方协商。

7.2.2 产品在运输和贮存时要防止碰撞、受潮和活性化学物品的侵蚀。

7.3 质量证明书

每批产品应附有与本批产品相符的质量证明书,其上注明:

- a. 供方名称或代号;
- b. 产品名称或代号;
- c. 产品牌号、规格和状态;
- d. 批号、复材炉号;
- e. 批重和件数;
- f. 各项分析检验结果及检验部门的印记;
- g. 本标准编号;
- h. 包装日期。

附 录 A
复合板的热处理制度
(补充件)

复合板需进行消除应力退火时,其热处理制度按如下要求执行:

- a. 热处理温度: $540 \pm 25^{\circ}\text{C}$;
- b. 保温时间: 小于 3 h;
- c. 加热和冷却速度: $80 \sim 200^{\circ}\text{C/h}$ 。

附录 B
钛-钢复合板的超声波探伤方法
(补充件)

本方法是以钢或不锈钢为基材,以钛为复材,总厚度大于 8 mm,单层一次复合的爆炸及爆炸-轧制复合板的超声探伤方法。

B.1 一般要求

B.1.1 目的

主要用于探测复合板的复材与基材之间的贴合程度。

B.1.2 方法类别

本标准规定采用纵波脉冲反射法(或多次脉冲反射法)进行超声波探伤。接触法或水浸法均可使用。

B.1.3 对探伤人员的要求

探伤操作人员应达到部级或与此相当的学会级三级以上无损检测人员水平;签发及解释检验报告人员应达到部级或与此相当的学会二级以上人员水平。

B.1.4 探伤表面

B.1.4.1 复合板表面不得有影响探伤的氧化皮、油污及锈蚀等其他污物。

B.1.4.2 探伤表面粗糙度 R_a 应不大于 $5\ \mu\text{m}$ 。

B.1.4.3 在规定的探伤灵敏度下,材料的噪声电平不大于 5%。

B.2 探伤设备

B.2.1 探伤仪器

B.2.1.1 使用脉冲反射式超声波探伤仪。探伤仪器应符合 ZB Y 230—84《A 型脉冲反射式超声波探伤仪通用技术条件》中规定的技术性能指标。

B.2.1.2 也可使用超声波测厚仪。

B.2.2 探头

B.2.2.1 使用晶体为圆形或矩形的直探头。也可使用双晶斜探头及测厚探头。

B.2.2.2 晶体尺寸一般为 $\phi 10\sim 30\ \text{mm}$, 矩形为宽 $(10\sim 20)\ \text{mm}\times$ 长 $(15\sim 30)\ \text{mm}$, 频率为 2.5~10 MHz。

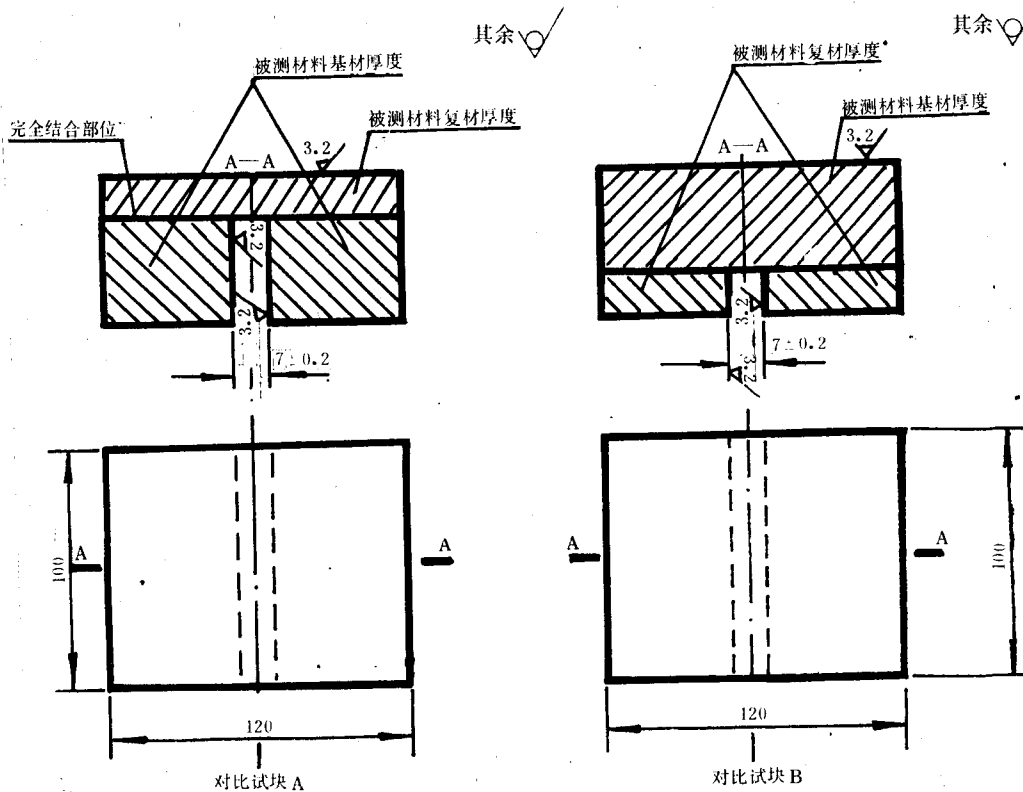
B.2.3 耦合剂

接触法探伤时,可采用清洁的自来水作耦合剂,也可使用水玻璃、溶性油、丙三醇等。

B.2.4 对比试块

B.2.4.1 对比试块应采用与被探复合板的材料厚度、声学性能和表面状态相同或相似的复合板材料制成。

B.2.4.2 对比试块 A 及试块 B 的形式及尺寸如图 B1 所示。



图·B1 对比试块的形式

B.3 探伤

B.3.1 探伤面的选择

根据被探板材的表面状态、复材厚度、声阻抗及外观形状、决定从复材面或从基材面进行探测。

B.3.2 探伤灵敏度

B.3.2.1 探伤灵敏度根据被探板材的形状决定。

B.3.2.2 利用对比试块调节探伤灵敏度。

B.3.2.3 从复材面探测时，将探头置于对比试块 A 的完全结合部位，使来自复合板基材底面的一次反射波出现在荧光屏上，将其幅度调至荧光屏满刻度的 80%。

B.3.2.4 从基材面探测时，将探头置于对比试块 B 的缺陷中心部位，使缺陷反射波出现在荧光屏上，将其幅度调至荧光屏满刻度的 80%。

B.3.2.5 采用多次脉冲反射法时，将探头置于对比试块 A 的完全结合部位，或置于试块 B 的缺陷中心部位，使探伤仪荧光屏水平基线出现三次底面回波，或三次缺陷回波，将 B_1 或 F_1 的幅度调至荧光屏满刻度的 80%。（ B_2 、 B_3 、 F_2 、 F_3 的幅度由材料厚度决定）。

注： B_1 、 B_2 、 B_3 分别为完全结合部位第一次、第二次、第三次的反射波。 F_1 、 F_2 、 F_3 分别为缺陷部位第一次、第二次、第三次的反射波。

B.3.3 非贴合区的确定

B.3.3.1 非贴合区的定义

在探测过程中，若出现始脉冲信号增宽底脉冲消失或缺陷脉冲的增宽增高前移时，则该区域为非贴合区。

B.3.3.2 非贴合区的判定

当从复材面探测时，若来自基材底面的反射回波完全消失，并伴随有来自复材与基材交界面的重复反射信号时，则该部位可认为是非贴合区。

当从基材面探测时,若来自复材底面的反射回波完全消失,并伴随有来自基材与复材交界面的反射信号(即缺陷波)时,则该部位可认为是非贴合区。

B. 3. 3. 3 非贴合区的范围

B. 3. 3. 3. 1 从复材面探测时,随着探头任意移动方位,底面反射波下降至 50% 以下时,就是非贴合区的范围。

非贴合区的宽度及长度如图 B2 所示。

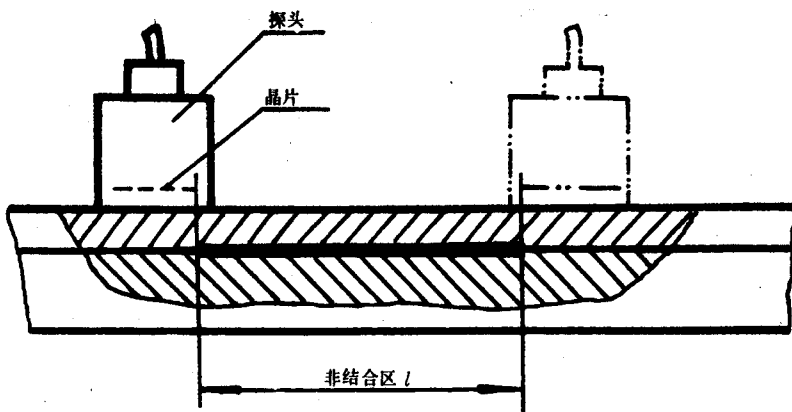


图 B2 非结合区范围示意图

测定探头移动的距离,晶片内侧长度 l 即为非贴合区的长度或宽度。

B. 3. 3. 3. 2 从基材面探测时,按 B 型对比试块调整。非贴合区的范围用半波高度法确定。

测定探头的移动距离,晶片的中心间距就是非贴合区的宽度及长度。

B. 3. 4 探伤灵敏度的校正

在探伤过程中,由于某种原因的影响,底面回波或缺陷回波的高度与 B. 3. 2. 3、B. 3. 2. 4、B. 3. 2. 5 的调试状态不同时,可校正探伤仪灵敏度,使底面回波或缺陷回波幅度达到荧光屏满幅度的 80%。

B. 3. 5 探伤速度

手动探测时,探头扫查速度不得超过 100 mm/s。

B. 3. 6 缺陷的记录

B. 3. 6. 1 对于扫查中发现的底面回波低于 50% (不包括因表面状态所造成的接触不良所引起的降低) 的连续或不连续点进行记录,并以相应的几何图形在板上表示,并计算其面积。对于基材或复材因其内部缺陷所造成的底面回波的降低应不予考虑。

B. 3. 6. 2 非贴合区面积的计算采用近似计算。

B. 3. 6. 3 贴合率的计算公式

$$t = \frac{S - S_F}{S} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B. 1)$$

式中: t —— 贴合率;
 S —— 复合板总面积, cm^2 ;
 S_F —— 非贴合区总面积, cm^2 。

B. 3. 6. 4 非贴合率计算公式

$$f = \frac{S_F}{S} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B. 2)$$

式中: f —— 非贴合率;
 S_F —— 非贴合区总面积, cm^2 ;
 S —— 复合板总面积, cm^2 。

B.3.7 当复材厚度小于 2 mm,可采用测厚探头或双晶斜探头从复材面进行探测。

B.3.7.1 当使用双晶斜探头探测时,若底面回波前移或消失、界面脉冲增宽时,则该区域为非贴合区。

B.3.7.2 使用测厚探头探测时,复合板完全贴合部位及未贴合部位的厚度由测厚仪直接显示。

B.3.8 探测报告

B.3.8.1 对探伤情况作好详细记录,并填写探伤报告。

B.3.8.2 探伤报告包括:

- a. 委托单位、委托日期、委托编号、合同号、材料名称、规格、状态、类别及探伤条件;
- b. 非贴合区的大小及位置;
- c. 未探测的区域;
- d. 必须说明的各种情况;
- e. 探伤日期;
- f. 探伤人员签名。

附加说明:

本标准由宝鸡有色金属加工厂、宝鸡稀有金属加工研究所负责起草。

本标准主要起草人王小朝、颜学柏、曹启东、彭文安、白宝杨、李正华、邓文会。