

ICS 77.140.30, 77.150.40
H 46

NB

中华人民共和国行业标准

NB/T 47002.2—2009

代替 JB/T 4748—2002

压力容器用爆炸焊接复合板 第 2 部分：镍—钢复合板

Explosion welded clad plate for pressure vessels
Part 2: Nickel-steel clad plate

2009-12-01 发布

2010-05-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	18
1 范围	19
2 规范性引用文件	19
3 订货内容	20
4 术语和定义	20
5 型式、尺寸及重量	20
6 级别、标记	21
7 技术要求	21
8 试验方法	24
9 检验规则	24
10 包装、标志及质量证明书	25
附录 A (资料性附录) 镍及镍合金的密度	26
编制说明	27

前 言

NB/T 47002《压力容器用爆炸焊接复合板》分为4个部分：

- 第1部分：不锈钢-钢复合板；
- 第2部分：镍-钢复合板；
- 第3部分：钛-钢复合板；
- 第4部分：铜-钢复合板。

本部分为NB/T 47002的第2部分。本部分与JIS G3602《镍及镍合金复合钢板》的一致性程度为非等效。

本部分与JB/T 4748—2002相比，主要变化如下：

- 覆材中增加了6个耐蚀合金牌号；
- 基材中取消了Q235B和Q235C两个低技术要求的牌号，增加了不锈钢板和不锈钢锻件；
- B3级别复合板的超声检测范围，由沿钢板宽度方向、间距为50mm的平行线扫查，加严为100%扫查；
- 复合板复合界面的结合剪切强度下限值由200MPa提高为210MPa。

本部分的附录A为资料性附录。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）提出并归口。

本部分起草单位：中国特种设备检测研究院、中国通用机械工程总公司、四川惊雷科技股份有限公司、安徽省特种设备检测院、大连爆炸加工研究所、南京宝泰特种材料有限公司、南京三邦金属复合材料有限公司。

本部分主要起草人：寿比南、秦晓钟、陈培新、张勇、杨国义、赵安德、邓宁嘉、周景蓉。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- JB/T 4748—2002。

压力容器用爆炸焊接复合板

第2部分：镍-钢复合板

1 范围

NB/T 47002 的本部分规定了以镍及镍合金为覆材，碳素钢、低合金钢或不锈钢为基材，用爆炸焊接法制造的复合板的型式、尺寸、级别、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书等内容。

本部分适用于总厚度等于或大于 8mm 的压力容器用爆炸焊接镍-钢复合板（以下简称复合板）。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 150	钢制压力容器
GB/T 228	金属材料 室温拉伸试验方法（GB/T 228—2002，ISO 6892:1998(E)，EQV）
GB/T 229	金属材料 夏比摆锤冲击试验方法（GB/T 229—2007，ISO 148-1:2006，MOD）
GB/T 247	钢板和钢带检验、包装、标志及质量证明书的一般规定
GB/T 709	热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差（GB/T 709—2006，ISO 7452:2002，ISO 16160:2000，NEQ）
GB 713—2008	锅炉和压力容器用钢板（GB 713—2008，ISO 9328-2:2004，NEQ）
GB/T 2054—2005	镍及镍合金板
GB 3531—2008	低温压力容器用低合金钢钢板
GB/T 6396	复合钢板力学及工艺性能试验方法（GB/T 6396—2008，JIS G 0601:2002，NEQ）
GB/T 15260	镍基合金晶间腐蚀试验方法（GB/T 15260—1994，ISO 9400:1990，EQV）
GB 24511—2009	承压设备用不锈钢钢板及钢带
JB 4726—2000	压力容器用碳素钢和低合金钢锻件
JB 4727—2000	低温压力容器用碳素钢和低合金钢锻件
JB 4728—2000	压力容器用不锈钢锻件
JB/T 4730.3	承压设备无损检测 第3部分：超声检测
JB/T 4730.5	承压设备无损检测 第5部分：渗透检测
JB 4732	钢制压力容器—分析设计标准
YB/T 5353—2006	耐蚀合金热轧板

3 订货内容

按 NB/T 47002 的本部分订货的合同或订单应包括下列内容：

- a) 标准编号；
- b) 产品名称；
- c) 覆材和基材牌号；
- d) 级别；
- e) 交货状态；
- f) 尺寸；
- g) 重量；
- h) 附加技术要求（如晶间腐蚀试验等）。

4 术语和定义

下列术语和定义适用于 NB/T 47002 的本部分。

4.1

复合界面 compound contact interface

复合板基材和覆材的结合面。

4.2

未结合率 percentage of unbounded area

复合界面未结合部分的面积总和与复合板总面积的比值，以百分数表示。

4.3

基材 base metal

复合金属中的基体材料。

4.4

覆材 cladding metal

复合金属中的包覆材料。

4.5

屈服强度 R_e yield strength

GB/T 228 中的上屈服强度 R_{eH} 、下屈服强度 R_{eL} 、规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ 、规定总延伸强度 $R_{t0.5}$ 和规定残余延伸强度 $R_{r0.2}$ 的总称。在确定复合板屈服强度标准值时，基材和覆材分别按相应材料标准选取上述 5 项性能名称中的 1 项标准值作为计算的依据。

5 型式、尺寸及重量

5.1 型式

5.1.1 覆材可在基材的一面或两面包覆，形成单面或双面复合板。

5.1.2 复合板的形状为矩形、方形、圆形三种。其他形状可由供需双方商定。

5.2 尺寸

5.2.1 覆材厚度为 2mm ~ 16mm。

5.2.2 基材最小厚度为 6mm，且基材厚度与覆材厚度之比通常不小于 3。

5.2.3 复合板的最大宽度为 2 000mm，最大长度为 8 000mm。圆形复合板最大直径为 4 000mm。根据供需双方协议，可供应超出上述尺寸的复合板。

5.3 重量

复合板按理论重量交货，覆材和基材的重量计算按相应材料标准的规定。覆材各牌号的密度参见附录 A（资料性附录）。

6 级别、标记

6.1 级别

复合钢板的级别按表 1 的规定。对双面复合板应分别注明两面的级别。

表 1 级别

级 别	代 号	未结合率, %
1 级	B1	0
2 级	B2	≤2
3 级	B3	≤5

6.2 标记

复合板的产品标记按覆材牌号、基材牌号、尺寸、级别代号、标准号等顺序组成。

示例 1：覆材为 3mm 厚的 NCu30 板、基材为 16mm 厚的 Q345R 板、宽度为 2 000mm、长度为 6 000mm 的 2 级复合板标记为：

$$(NCu30 + Q345R) - (3 + 16) \times 2\,000 \times 6\,000 - B2 - NB/T\ 47002.2 - 2009$$

示例 2：覆材为 8mm 厚的 N5 板、基材为 150mm 厚的 16MnIII 级锻件、直径为 3 000mm 的 1 级复合板标记为：

$$(N5 + 16MnIII) - (8 + 150) \times D3000 - B1 - NB/T\ 47002.2 - 2009$$

7 技术要求

7.1 覆材和基材

7.1.1 覆材和基材的标准及牌号应符合表 2 的规定。覆材 N5、N6、N7 和 NCu30 应为退火状态，基材的技术要求（如交货状态、力学性能检验率、超声检测等）还应符合 GB 150 或 JB 4732 的规定。以锻件为基材时，应采用 III 级或 IV 级锻件。

7.1.2 对于基材，其标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 的复合板，应经技术评审后方可使用。

7.1.3 经供需双方协议，也可采用表 2 以外标准的覆材和基材，但其技术要求不得低于 7.1.1 的规定。当采用表 2 以外标准的基材时，所选用的牌号应与表 2 中的牌号具有相近的化学成分，钢材的技术要求（如钢中磷、硫含量，钢材的冲击试验温度和冲击功指标等）不得低于表 2 中相近牌号的有关规定。

表2 覆材和基材

覆 材		基 材	
标准号	牌号示例	标准号	牌号示例
GB/T 2054 YB/T 5253 YB/T 5254 YB/T 5353 YB/T 5354	N5	GB 713	Q234R, Q345R, 15CrMoR
	N6	JB 4726	16Mn, 20MnMo, 15CrMo
	N7		
	NCu30	GB 3531	16MnDR
	NS111	JB 4727	16MnD
	NS112		
	NS142	GB 24511	S31603
NS312			
NS334	JB 4728	00Cr17Ni14Mo2	
NS335			

注：覆材和基材也可采用表列各标准中的其他牌号。

7.1.4 覆材需进行拼焊时，有关技术要求由供需双方协议确定，并在合同中注明。

7.1.5 覆材和基材应附有材料生产厂的质量证明书（原件），材料质量证明书的内容应齐全、清晰，并盖有材料生产单位质量检验章。如无质量证明书原件时，复合板生产厂应取得加盖供材单位检验公章和经办人章的复印件，且应对所用材料及材料质量证明书的真实性和一致性负责。

7.2 交货状态

复合板应经热处理、校平、剪切（或切割）后交货，复合板的热处理状态应符合 GB 150 或 JB 4732 中对相应基材的规定。根据需方要求，并在合同中注明，覆材表面可经喷砂、抛光或酸洗等处理。

7.3 结合状态

7.3.1 复合板应经超声检测，扫查方式采用 100%扫查。其结合状态应符合表 3 的规定。

7.3.2 超出表 3 规定的未结合区允许进行焊补。焊补前应清除未结合区覆材并打磨至基材表面，进行渗透检测确认已清除未结合区，然后由持有效证件的焊工按经评定合格的焊接工艺进行焊补。焊补后应进行超声和渗透检测，超声检测结果应符合表 3 的规定，渗透检测结果应符合 JB/T 4730.5 标准的 I 级。焊补记录（包括焊补区在复合板上的位置，各个焊补区的面积、焊接材料及焊接工艺参数）附在产品质量证明书中。

表3 结合状态

级别代号	单个未结合指示长度, mm	单个未结合区面积, cm ²	未结合率, %
B1	0	0	0
B2	≤50	≤20	≤2
B3	≤75	≤45	≤5

7.4 力学性能

7.4.1 复合板复合界面的结合剪切强度应不小于 210MPa。对于双面复合板，分别保留不同侧覆材进行剪切试验。

7.4.2 复合板拉伸试验结果应符合表 4 的规定。对于双面复合板，一般只保留一种覆材进行拉伸试验，需保留的覆材由需方在合同中注明。当基材厚度大于 40mm 或需方指定时，只进行基材的拉伸试验，其试验结果应符合基材标准的规定。

表4 拉伸试验结果

屈服强度 R_e , MPa	抗拉强度 R_m , MPa	伸长率 A , %
$R_e \geq \frac{R_{e1}t_1 + R_{e2}t_2}{t_1 + t_2}$	$R_m \geq \frac{R_{m1}t_1 + R_{m2}t_2}{t_1 + t_2}$	不小于基材标准值
注: R_{e1} ——覆材屈服强度标准值, MPa; R_{e2} ——基材屈服强度标准值, MPa; R_{m1} ——覆材抗拉强度标准下限值, MPa; R_{m2} ——基材抗拉强度标准下限值, MPa; t_1 ——覆材厚度, mm; t_2 ——基材厚度, mm。		

7.4.3 复合板只进行基材的冲击试验,冲击试验温度和冲击功应符合基材标准的规定。如基材标准中无冲击试验的要求,则复合板不进行冲击试验。

7.5 弯曲性能

单面复合板内弯曲(覆材表面受压)和外弯曲(覆材表面受拉)试验,双面复合板外弯曲(两种覆材表面分别受拉)试验,其结果应符合表5的规定。基材为锻件的复合板不进行弯曲试验。

表5 弯曲性能

弯曲角度	弯心直径	试验结果
180°	内弯曲按基材标准的规定,外弯曲 $d=4a$ (d 为弯心直径, a 为试样厚度)	在弯曲部分的外侧不得有裂纹,复合界面不得有分层

7.6 晶间腐蚀试验

根据需方要求,经供需双方协议,供方可进行复合板覆材的晶间腐蚀试验,试验要求和合格标准由供需双方协议。

7.7 尺寸偏差及平面度

7.7.1 复合板厚度允许偏差应符合表6的规定。基材为锻件的复合板,基材厚度允许偏差由供需双方协议。

表6 厚度允许偏差

覆材厚度允许偏差	基材厚度允许偏差	总厚度允许偏差
覆材公称厚度的±10%,且不大于±1.0mm	基材标准正负偏差之数值各减0.5mm	覆材允许偏差+基材允许偏差

7.7.2 复合板长度及宽度的允许偏差按基材标准的相应规定,圆形复合板直径的允许偏差按供需双方协议。

7.7.3 复合板的平面度按 GB/T 709 的规定。基材屈服强度标准值大于 460MPa 时,平面度为 GB/T 709 规定值的 1.5 倍。用于换热器管板的复合板,其平面度由供需双方协议。

7.8 表面质量

复合板覆材表面不得有结疤、裂纹、夹杂、折叠等缺陷。如有上述缺陷,允许清除,但清除后应保证覆材最小厚度,否则应予以焊补,焊补应符合 7.3.2 的相应规定。基材表面质量应符合基材标准的规定。

8 试验方法

- 8.1 复合板的结合状态采用超声检测方法确定，检测方法按 JB/T 4730.3 的规定。
- 8.2 渗透检测按 JB/T 4730.5 的规定。
- 8.3 复合板的剪切试验、拉伸试验、弯曲试验按 GB/T 6396 的规定。
- 8.4 复合板基材的拉伸试验按 GB/T 228 的规定。
- 8.5 复合板基材的冲击试验按 GB/T 229 的规定。
- 8.6 复合板覆材的晶间腐蚀试验按 GB/T 15260 的有关规定。
- 8.7 尺寸检验方法
 - 8.7.1 复合板的总厚度在距钢板边缘不小于 40mm 处用千分尺或卡尺测量。
 - 8.7.2 复合板的覆材厚度，按 GB/T 6396 附录 A 的规定测量。
 - 8.7.3 复合板的长度、宽度或直径用钢卷尺测量。
 - 8.7.4 复合板的平面度按 GB/T 709 的规定测量。
- 8.8 复合板的表面质量一般目测检查，经供需双方协议，可进行渗透检测。

9 检验规则

- 9.1 复合板由供方质量检验部门检验。
- 9.2 复合板应按批交货，每批应由同一材料组合（覆材和基材分别为同一牌号、同一厚度、同一交货状态）、同一爆炸焊接及热处理工艺生产的复合板组成。
- 9.3 复合板的检验项目按表 7 的规定。超声检测、尺寸（覆材厚度除外）和表面质量应逐张进行检验，其余项目均为按批检验。表中按需方要求检验的项目按合同的规定进行。经供需双方协议，可以进行其他项目的检验。

表 7 检验项目

检验项目	级别代号		
	B1	B2	B3
超声检测	○	○	○
剪切试验	○	○	○
拉伸试验	○	○	○
冲击试验	○	○	○
内弯曲试验	○	△	△
外弯曲试验	△	△	△
晶间腐蚀试验	△	△	△
尺寸	○	○	○
表面质量	○	○	○

注：○ —— 应检验的项目；
 △ —— 按需方要求检验的项目。

9.4 从每批产品中抽 1 张制取试样，也可以从与产品相同组批条件所制备的试验件上制取试样。取样方法按相应基材标准的规定。试样数量如下：剪切试样 1 个、拉伸试样 1 个、冲击试样 3 个、内弯曲试样 1 个、外弯曲试样 1 个、晶间腐蚀试样 2 个、覆材厚度试样 1 个。对于双面复合板，剪切、外弯曲和覆材厚度为不同侧覆材各取 1 个试样。

9.5 按批检验的项目如不合格时，则从同一批中再取双倍数量的试样对不合格项目进行复验。冲击试验的复验按基材标准的规定。复验结果（包括该项试验所要求的任一指标）即使有一个指标不合格，则该批产品不得交货。此时，供方可逐张检验，按张交货；也可整批钢板进行热处理后，作为新的一批再提交检验。

10 包装、标志及质量证明书

10.1 每张复合板应在钢板端部的覆材表面标出产品标记、批号、制造厂名（或厂标）、生产日期等。

10.2 复合板交货时应提供复合板产品质量证明书（原件），并同时提供覆材和基材质量证明书的复印件。

10.3 复合板覆材表面应做有效的保护，以防止擦伤。

10.4 其余要求按 GB/T 247 的规定。

附录 A
 (资料性附录)
 镍及镍合金的密度

A.1 镍及镍合金的密度见表 A.1。

表 A.1 镍及镍合金的密度

中国牌号	美国 ASME 牌号	密度, g/cm ³
N6	—	8.89
N5	N02201	8.89
N7	N02200	8.89
NCu30	N04400	8.83
NS111	N08800	7.94
NS112	N08810	7.94
NS142	N08825	8.14
NS312	N06600	8.42
NS334	N10276	8.87
NS335	N06455	8.64
—	N06022	8.69
—	N06059	8.80
—	N06686	8.73
—	N10675	9.22

NB/T 47002.2—2009《压力容器用爆炸焊接复合板 第2部分：镍-钢复合板》编制说明

本部分主要参照日本工业标准 JIS G3602—1992《镍及镍合金复合钢板》中有关爆炸焊接复合板的技术内容，并根据国内执行 JB/T 4748—2002《压力容器用镍及镍基合金爆炸复合钢板》的生产数据而制定的。

NB/T 47002 的本部分是在 JB/T 4748—2002 的基础上修订而成的，现将主要修改处说明如下：

1. 增加了“订货内容”一章，便于复合板使用单位订货时参考。
2. 覆材中增加了 6 个耐蚀合金牌号，这些牌号在镍-钢复合板生产厂中已有生产经验。
3. 基材中取消了 Q235B 和 Q235C 两个低技术要求的牌号。鉴于镍和镍合金板材价格昂贵，为确保复合板的合格率及提高使用安全性，取消了上述两个牌号的基材。
4. 基材中增加了不锈钢板和不锈钢锻件，系根据实际生产中的相关产品而制定的。
5. 加严了 B3 级复合板超声检测范围的规定，由原标准沿钢板宽度方向、间距为 50mm 的平行线扫查，修改为 100%扫查，以确保 B3 级复合板的结合质量。
6. 提高了复合板复合界面的结合剪切强度，由原标准的 200MPa，修改为 210MPa，与不锈钢-钢复合板的指标相一致。
7. B3 级复合板的拉伸和冲击试验，由原标准按需方要求检验的项目修改为应检验的项目。
8. 增加了附录 A “镍及镍合金的密度”，用于计算复合板的理论重量。