



# 宝山钢铁股份有限公司企业标准

Q/BQB 695—2025

代替Q/BQB 695—2020

## 压力容器用不锈钢-钢轧制复合板

Stainless steel- steel rolled clad plate for pressure vessel

2025-09-14 发布

2025-09-25 实施

宝山钢铁股份有限公司 发布



## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件参照 NB/T 47002.1—2019《压力容器用复合板 第1部分：不锈钢-钢复合板》并结合宝钢轧制复合的生产实际情况和用户使用要求制定。

本文件代替 Q/BQB 695—2020，与原标准相比主要变化如下：

- 规范性引用文件中更新了 GB/T 713 和 GB/T 24511 版本号，删除了 JB 4732；
- 更改了表 5 中牌号 GB/SA516 Gr70 为 GB/SA516 Gr485；
- 修改了复合板级别代号为 R1 和 R2 的最小结合抗剪强度；
- 更改了附录 A 中 S30403、S31608、S31603 和 S32169 的密度。

本文件的附录 A 为资料性附录。

本文件由宝山钢铁股份有限公司制造管理部提出。

本文件由宝山钢铁股份有限公司制造管理部归口。

本文件已通过中国特种设备检测研究院审查。

本文件由宝山钢铁股份有限公司制造管理部起草。

本文件起草人：黄锦花。

本文件于 2016 年 9 月首次发布，2018 年 1 月第一次修订，2020 年 9 月第二次修订。



# 压力容器用不锈钢-钢轧制复合板

## 1 范围

本文件规定了采用轧制法生产的压力容器用不锈钢-钢复合钢板的术语和定义、分类和代号、尺寸、外形、重量、技术要求、检验和试验、包装、标志及质量证明书等。

本文件适用于宝山钢铁股份有限公司生产的以不锈钢做覆层，碳素钢或低合金钢做基层，总厚度不小于8mm的压力容器用轧制复合钢板，以下简称复合钢板。用于制造石油、化工、轻工、海水淡化、核工业的各类压力容器、贮罐等的不锈钢覆层单面、双面对称和非对称复合厚板。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 150.2	压力容器 第2部分 材料
GB/T 228.1	金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
GB/T 229	金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
GB/T 247	钢板和钢带包装、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 713.2	承压设备用钢板和钢带 第2部分：规定温度性能的非合金钢和合金钢
GB/T 713.7	承压设备用钢板和钢带 第7部分：不锈钢和耐热钢
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 4334	金属和合金的腐蚀 奥氏体及铁素体-奥氏体（双相）不锈钢晶间腐蚀试验方法
GB/T 6396	复合钢板力学及工艺性能试验方法
GB/T 8170	数值修约规则与极限数值的表示和判定
GB/T 20878	不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分
NB/T 47002.1	压力容器用复合板 第1部分：不锈钢-钢复合板
NB/T 47013.3	承压设备无损检测 第3部分 超声检测
NB/T 47013.5—2015	承压设备无损检测 第5部分 渗透检测
NB/T 47013.7	承压设备无损检测 第7部分 目视检测
NB/T 47014	承压设备焊接工艺评定

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**轧制不锈钢复合厚板 stainless steel rolled clad plate**

以碳素钢或低合金钢为基层,采用轧制法在其一面或两面整体连续地覆合一定厚度不锈钢的复合厚板。

3.2

**基材或基层 base metal**

复合钢板中的基体材料,即主要承受结构强度的碳素钢或低合金钢。

3.3

**覆材或覆层 cladding metal**

复合钢板中的包覆材料,即接触工作介质起耐腐蚀、防污染作用的不锈钢。

3.4

**轧制复合法 rolled compounding method**

通过轧制过程实现基层和覆层冶金复合的方法。

3.5

**复合界面 compound contact interface**

复合钢板基层和覆层的结合面。

3.6

**未结合率 percentage of unbonded area**

复合界面未结合区部分面积总和与复合板总面积的比值,以百分数表示。

3.7

**屈服强度 Re yield strength**

GB/T 228.1中的上屈服强度  $R_{eH}$ 、下屈服强度  $R_{eL}$ 、规定塑性延伸强度  $R_{p0.2}$ 、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,基层和覆层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。

4 分类和代号

4.1 制造方法

4.1.1 复合钢板采用热轧轧制复合法制造。

4.1.2 复合钢板的覆层可以在基层的一面或两面进行复合。两面覆层厚度根据需要可以同厚,也可以不同厚。

4.2 复合钢板级别及代号

按照用途不同,复合钢板的级别及代号如表1所示。对双面复合板,当两面的级别不同时应分别注明两面的级别。

表1

复合板的级别	代号	未结合率, %
1级	R1	0
2级	R2	≤1
3级	R3	≤4

注1: 代号“R”是指轧制英文“Rolled”的首位字母。

#### 4.3 标记

复合板的产品标记由牌号、规格、级别代号和标准号组成。可用分隔符“—”连在一起标记,也可分开标记。

##### 4.3.1 牌号表示方法

对单面复合板,牌号表示按照“覆层牌号+基层牌号”顺序组成。对于双面复合板,牌号表示按照“覆层1牌号+基层牌号+覆层2牌号”顺序组成。不锈钢牌号一般用统一数字代号表示。

##### 4.3.2 规格表示方法

对单面复合板,规格表示按照“(覆层公称厚度+基层公称厚度)×公称宽度×公称长度”顺序组成。对于双面复合板,规格表示按照“(覆层1公称厚度+基层公称厚度+覆层2公称厚度)×公称宽度×公称长度”顺序组成。尺寸单位为mm。

##### 4.3.3 标准号表示方法

对单面复合板,标准号表示按照“复合板标准号-年号(覆层标准号+基层标准号)”顺序组成。对于双面复合板,标准号表示按照“复合板标准号-年号(覆层1标准号+基层标准号+覆层2标准号)”顺序组成。括号里的内容可省略。

##### 4.3.4 标记示例

###### 示例1:

按本文件 Q/BQB 695-2025 订货的,覆层为3mm厚的 S30403 (标准号: GB/T 713.7) 不锈钢板、基层为30mm厚的 Q345R (标准号: GB/T 713.2) 钢板、宽度为3000mm、长度为10000mm的1级单面轧制复合钢板可标记为:

(S30403+Q345R) - (3+30) × 3000 × 10000 - R1 - Q/BQB695-2025或

(S30403+Q345R) - (3+30) × 3000 × 10000 - R1 - Q/BQB695-2025 (GB/T 713.7+GB/T 713.2)

###### 示例2:

按本文件 Q/BQB 695-2025 订货的,覆层1 (即一面覆层) 为3mm厚的 S30403 (标准号: GB/T 713.7) 不锈钢板、基层为30mm厚的 Q345R (标准号: GB/T 713.2) 钢板、覆层2 (即另一面覆层) 为2mm厚的 S30403 (标准号: GB/T 713.7) 不锈钢板、宽度为3000mm、长度为10000mm的2级双面轧制复合钢板可标记为:

(S30403+Q345R+S30403) - (3+30+2) × 3000 × 10000 - R2 - Q/BQB695-2025或

(S30403+Q345R+S30403) - (3+30+2) × 3000 × 10000 - R2 - Q/BQB695-2025 (GB/T 713.7+GB/T 713.2+GB/T 713.7)

## 5 订货内容

按本文件订货的合同或订单应包括下列内容：

- a) 本文件编号、覆层和基层标准编号；
- b) 产品名称；
- c) 覆层和基层牌号；
- d) 复合板级别；
- e) 交货状态；
- f) 尺寸及重量；
- g) 用途；
- h) 其他要求（如有）。

## 6 尺寸、外形、重量及允许偏差

### 6.1 尺寸

6.1.1 复合板的尺寸见表2。

6.1.2 通常情况下，覆层厚度为2mm~16mm，基层厚度为8mm~100mm，且基层厚度与覆层厚度之比不小于3。

6.1.3 根据需方要求，经供需双方协议，可以提供其他规格的复合钢板。

表2

单位为 mm

复合板总厚度	公称宽度	公称长度
10~116	900~4200	3000~20000

### 6.2 厚度允许偏差

6.2.1 复合钢板的基层、覆层、复合板厚度允许偏差应符合表3的规定。

6.2.2 根据需方要求，经供需双方协议，可规定其他厚度允许偏差。

表3

覆层厚度允许偏差		基层厚度允许偏差		复合板厚度允许偏差 (即总厚度允许偏差)	
负偏差	正偏差	负偏差	正偏差	负偏差	正偏差
覆层公称厚度的 -10%，且不大于 1.0mm	协议规定	基层标准负偏差 之数值减 0.5mm	基层标准正偏差 之数值减 0.5mm	覆层允许负偏差+ 基层允许负偏差	覆层允许正偏差+基 层允许正偏差

### 6.3 重量

6.3.1 复合钢板以理论重量交货。复合钢板的理论重量为覆层、基层相应标准规定的公称理论重量之和。

6.3.2 常用不锈钢各牌号（统一数字代号）的密度参见附录 A（资料性附录）。除不锈钢外，碳素钢和低合金钢的密度采用 $7.85\text{g}/\text{cm}^3$ 。

#### 6.4 其他尺寸、外形、重量及允许偏差

复合钢板其他尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 709 的规定。

### 7 技术要求

#### 7.1 覆层和基层

7.1.1 覆层、基层的标准及牌号分别符合表4、表5的规定。基层的技术要求（如交货状态、力学性能检验、无损检测等）还应符合 GB/T 150.2 的规定。

7.1.2 经供需双方协议，也可采用表4和表5以外标准的覆层和基层，但其技术要求不得低于7.1.1的规定。

表4

覆层	
标准号	牌号（统一数字代号）示例
GB/T 713.7	S30408, S30403, S31608, S31603, S11306, S32168

表5

基层	
标准号	牌号示例
GB/T 713.2	Q245R, Q345R, Q370R
GB/T 150.2	GB/SA516Gr485, GB/SA537C11

#### 7.2 交货状态

7.2.1 复合板应校平、剪切（或切割）后交货，复合板的热轧或热处理状态应符合相应基材的规定。

7.2.2 根据需方要求，经供需双方协商并在合同中规定，可采用其他热处理状态交货。

7.2.3 根据需方要求并在合同中注明，覆层表面可进行抛光、喷砂、酸洗钝化等处理后交货。

#### 7.3 结合状态

7.3.1 复合钢板应经100%超声检测，其结合状态应符合表6的规定。

7.3.2 超出表6规定的未结合区允许进行修补焊接。修补焊接前应清除未结合区覆层并打磨基层表面，并进行渗透检测确认已清除未结合区，然后由持有有效证件的焊工按 NB/T47014 的规定，经评定合格的焊接工艺进行修补焊接。焊补后应经超声和渗透检测，超声检测结果应符合表6的规定，渗透检测结果应符合 NB/T47013.5—2015 规定的 I 级。

表6

级别代号	检测范围	单个未结合区长度 mm	单个未结合区面积 <sup>a</sup> mm <sup>2</sup>	未结合率 %
R1	全面积范围	0	0	0
R2		≤50	≤2000	≤1
R3		≤75	≤4500	≤4

#### 7.4 成分要求

覆层、基层的化学成分应符合相应基层、覆层标准的规定。

注1：GB 150.2—2024中5.1.12规定 GB/SA516Gr485和 GB/SA537C11的 C、P、S 应满足 GB713.2中 Q345R 的相关要求。

#### 7.5 力学性能和工艺性能

7.5.1 供方应保证基层的力学性能符合相应基层标准的规定。对于基层厚度不小于16mm时，质量证明书中应报告基层的力学性能值。

7.5.2 复合钢板复合界面的结合抗剪强度应符合表7的规定。对于双面复合钢板，分别保留不同侧覆层进行剪切试验。

7.5.3 复合钢板拉伸试验结果应符合表8的规定。对于双面复合钢板，一般只保留一种覆层进行拉伸试验，需保留的覆层由需方在合同中注明。当基层厚度大于40mm或需方指定时，只进行基层的拉伸试验，其试验结果应符合基层标准的规定。

表7

级别代号	结合抗剪强度 $\tau$ /MPa
R1、R2	≥250
R3	≥210

表8

屈服强度 $R_e^a$ , MPa	抗拉强度 $R_m$ , MPa	断后伸长率 $A^b$ , %
$R_e \geq (R_{e1} t_1 + R_{e2} t_2) / (t_1 + t_2)$ 式中： $R_{e1}$ —覆层屈服强度标准下限值，MPa； $R_{e2}$ —基层屈服强度标准下限值，MPa； $t_1$ —覆层厚度，mm； $t_2$ —基层厚度，mm。	$R_m \geq (R_{m1} t_1 + R_{m2} t_2) / (t_1 + t_2)$ 式中： $R_{m1}$ —覆层抗拉强度标准下限值，MPa； $R_{m2}$ —基层抗拉强度标准下限值，MPa； $t_1$ —覆层厚度，mm； $t_2$ —基层厚度，mm。	不小于基层标准值
<sup>a</sup> 屈服类型按照基层标准相应规定。当屈服不明显时，可以采用 $R_{e0.2}$ 代替。 <sup>b</sup> 拉伸试样按照基层标准相应规定。当覆层材料断后伸长率标准值小于基层标准值时，允许复合钢板伸长率小于基层标准值，但不小于覆层标准值。此时应补充进行一个基层试样的拉伸试验，其伸长率不小于基层标准值。		

7.5.4 当基层标准对基层牌号有相应冲击试验要求时，则复合钢板应进行基层的冲击试验，试验温度和冲击吸收能量应符合基层标准的规定。

注2：GB 150.2—2024中5.1.12规定 GB/SA516 Gr485和 GB/SA537C11的断后伸长率 A 和冲击吸收能量  $KV_2$  指标应满足 GB/T 713.2中 Q345R 的相关要求。

## 7.6 弯曲性能

单面复合钢板内弯曲（覆层表面受压）和外弯曲（覆层表面受拉）试验，侧弯曲（复合板横截面受拉、受压）试验，双面复合钢板外弯曲试验（两面覆层表面分别受拉）试验，其结果应符合表9的规定。

表9

弯曲角度	试样宽度 $b$ , mm	弯心直径 $D$	试验结果
180°	$b \geq 30$	内弯曲按照基层标准的规定，外弯曲 $D=4a$ ， 侧弯曲 $D=40\text{mm}$ ( $D$ 为弯曲压头直径， $a$ 为试样厚度)	在弯曲外侧不得有肉眼可见的裂纹；复合界面不允许分层。
<sup>a</sup> 仲裁试验时，弯曲试样宽度 $b=30\text{mm}$			

## 7.7 覆层晶间腐蚀试验

根据需方要求，并在合同中注明，可进行覆层的晶间腐蚀试验，试验方法和合格标准由供需双方协议。

## 7.8 超声检测

除结合状态的超声检测外，对于基层或覆层厚度大于6mm时，根据需方要求，并在合同中注明，可逐张对基层或覆层进行超声波检测，检测方法按 NB/T 47013.3规定，检测标准和合格级别应在合同中注明。

## 7.9 表面质量

复合钢板覆层表面不得有气泡、结疤、裂纹、夹杂、折叠等对使用有害的缺陷。如有上述缺陷，允许清除，但清除后应保证覆层最小厚度，否则应予以焊补。焊补应符合7.3.2的规定。基层表面质量应符合基层标准的规定。

## 8 检验和试验

### 8.1 检验项目

复合钢板出厂检验项目应在合同中注明，并符合表10的规定。

### 8.2 试样数量、取样方法、试验方法

每批复合钢板检验项目的试样数量、取样方法、试验方法应符合表11的规定。

### 8.3 取样频率

#### 8.3.1 化学成分分析的取样频率

按炉对化学成分进行熔炼分析。

#### 8.3.2 力学性能和工艺性能的取样频率

复合钢板应按批检验交货，每批应由同一材料组合（覆层和基层分别为同一牌号、同一厚度、同一交货状态）生产的复合板组成。

表10

检验项目	级别代号	
	R1、R2	R3
化学成分	○	○
拉伸试验	○	○
外弯试验	△	△
内弯试验	○	△
侧弯曲试验	△	△
剪切试验	○	○
冲击试验	○	○
晶间腐蚀	△	△
外形尺寸	○	○
表面质量	○	○
覆层厚度	○	○
结合状态（超声检测）	○	○

注：○—表示应进行的检验项目；△—表示按需方要求进行的检验项目。

表11

序号	检验项目	试样数量/个	取样方法	取样方向	试验方法
1	化学成分	1/炉	按相应基层和覆层标准规定	-	按相应基层或覆层标准规定
2	拉伸试验	1/批	GB/T 2975	按基层标准规定	GB/T 6396、基层按 GB/T 228.1
3	外弯试验	1/批	GB/T 2975	横向	GB/T 6396
4	内弯试验	1/批	GB/T 2975	按基层标准规定	GB/T 6396
5	剪切试验	2/批	取样位置为钢板宽度的1/4处	纵向	GB/T 6396
6	冲击试验	3/批	GB/T 2975	按基层标准规定	GB/T 229
7	结合状态（超声检测）	逐张	—	-	NB/T 47013.3
8	晶间腐蚀	协商	协商	-	GB/T 4334
9	外形尺寸	逐张	—	-	精度合适的量具
10	表面质量	逐张	—	-	目视，可参考 NB/T 47013.7 的相关要求
11	覆层厚度	2/批	—	-	GB/T 6396附录 A 或显微镜、超声等
12	超声检测	协商	协商	-	NB/T47013.3

注：对于双面复合板，剪切试验、覆层厚度、外弯试验为自不同的覆层各取试样进行。

8.3.3 根据需方要求，经供需双方协商，复合板可逐轧制张进行组成一批，也可另外确定组批规则。

## 8.5 复验

8.5.1 当试验结果有一项不符合标准要求时，可进行复验。

8.5.2 冲击试验的复验执行基层产品标准的规定。其他项目复验时，应从同一批中再任取双倍数量的试样进行该不合格项目的复验。

8.5.3 复验结果（包括该项目试验所要求的所有指标）合格，则整批合格。复验结果（包括该项目试验所要求的所有指标）即使有一个指标不合格，则整批不合格。

8.5.4 复验前或复验后的不合格钢板可进行重新分类和返修，具体方法如下：

a) 对已做试验且试验结果不合格的单张钢板不能验收，但该批中未做试验的钢板可逐件重新提交试验和验收；

b) 对不合格钢板进行重新热处理，然后重新组批提交试验和验收。

## 9 数值修约

数值判定采用修约值比较法，数值修约应符合 GB/T 8170 的规定。

## 10 包装、标志及质量证明书

10.1 复合钢板包装时，复合钢板覆层表面要进行有效防护，防止覆层表面被污染、划伤。经供需双方协商，也可裸板交货（即不进行包装）。

10.2 每张复合钢板的覆层表面（当为双面覆层时，在覆层1表面）上标出有供方商标、标准号、牌号、尺寸、钢板号、重量等标志。

10.3 复合钢板质量证明书应符合 GB/T 247 的规定。

附录 A  
(资料性附录)  
常用不锈钢的密度值

A.1 常用不锈钢的密度值见表 A.1。

表 A.1

统一数字代号	牌号	密度/(kg/dm <sup>3</sup> )
S30408	06Cr19Ni10	7.93
S30403	022Cr19Ni10	7.93
S31608	06Cr17Ni12Mo2	7.98
S31603	022Cr17Ni12Mo2	7.98
S32168	06Cr18Ni11Ti	7.98
S11306	06Cr13	7.75