



宝山钢铁股份有限公司企业标准

Q/BQB 690—2023

代替Q/BQB 690—2018

不锈钢碳钢轧制复合钢板

Stainless carbon steel rolled clad plates

2023-04-09 发布

2023-07-01 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 JIS G3601—2022《不锈钢-钢复合板》并结合宝钢轧制复合板的生产实际情况和用户使用要求制定。

本文件代替 Q/BQB 690—2018《不锈钢碳钢轧制复合钢板》，与 Q/BQB 690—2018 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 规范性引用文件中增加 GB/T 228.1 的年号，更改了 GB/T 2975 的年号；
- 将牌号 Q345B 更改为 Q355B, Q4600D 更改为 Q460ND；
- 对于双面复合钢板的拉伸试验更改为需方在合同中注明可保留一面覆层进行拉伸试验；
- 更改了 R1 级别复合钢板力学和工艺性能的检验批规定；
- 增加了经供需双方协商，也可裸板交货的规定；
- 标志中喷印或刻印更改为标出，增加了如需方要求并经供需双方协议，也可在其他位置替代覆层表面上进行标志。

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。

本文件由宝山钢铁股份有限公司制造管理部起草。

本文件主要起草人：黄锦花。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：Q/BQB 690—2018。

不锈钢碳钢轧制复合钢板

1 范围

本文件规定了采用轧制法生产的不锈钢碳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的复合厚板，以下简称复合钢板。用于制造石油、化工、轻工、海水淡化、核工业等结构件的不锈钢覆层厚度 $\geq 2\text{mm}$ 的单面、双面对称和非对称复合钢板。

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 228.1—2021 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 711 优质碳素结构钢热轧钢板和钢带
- GB/T 2970 厚钢板超声波检验方法
- GB/T 2975—2018 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备
- GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带
- GB/T 4237 不锈钢热轧钢板和钢带
- GB/T 6396 复合钢板力学及工艺性能试验方法
- GB/T 7734 复合钢板超声波检验方法
- 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 47013.3—2015 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

3 术语和定义

本文件采用下列术语和定义：

3.1

不锈钢碳钢轧制复合钢板 stainless-carbon 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

复合界面未结合区的面积总和与总界面面积的百分率。

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，基层和覆层分别按相应材料标准选取上述5项名称中的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替代。

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:

按本标准 Q/BQB 690-2023 订货的，覆层为3mm厚的 S32168 (标准号: GB/T 24511) 不锈钢板、基层为30mm厚的 Q355B (标准号: GB/T 3274) 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:

(S32168+Q355B) - (3+30) × 3000 × 10000 - R1 - Q/BQB 690-2023或

(S32168+Q355B) - (3+30) × 3000 × 10000 - R1 - Q/BQB 690-2023 (GB/T 24511+GB/T 3274)

示例2:

按本标准 Q/BQB 690-2023 订货的，覆层1 (即一面覆层) 为3mm厚的 S32168 (标准号: GB/T 24511) 不锈钢板、基层为30mm厚的 Q355B (标准号: GB/T 3274) 钢板、覆层2 (即另一面覆层) 为2mm厚的 S30408 (标准号: GB/T 24511) 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:

(S32168+Q355B+S30408) - (3+30+2) × 3000 × 10000 - R2 - Q/BQB 690-2023或

(S32168+Q355B+S30408) - (3+30+2) × 3000 × 10000 - R2 - Q/BQB 690-2023 (GB/T 24511+GB/T 3274+GB/T 24511)

5 订货内容

按本标准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) 特殊要求。

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6mm~185mm，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
8~201	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	应符合相应基层 产品标准的规定	应符合相应基层 产品标准的规定	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7.85g/cm³。

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。

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。

表4

覆层	
标准号	牌号（统一数字代号）示例
GB/T 4237	S30110, S30103, S21860, S22160, S11348, S11163
注：覆层也可采用表列各标准中的其他牌号（统一数字代号）。	

表5

基层	
标准号	牌号示例
GB/T 3274	Q235B, Q355C, Q460ND
GB/T 711	08, 20, 45
注：基层也可采用表列各标准中的其他牌号。	

7.2 交货状态

复合钢板以热轧或热处理状态交货。根据需方要求并在合同中注明，覆层表面可进行抛丸、抛光、喷砂等处理后交货。

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，然后由持有效证件的焊工按经评定合格的焊接工艺进行修补焊接。修补焊接后，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/T 47013.5 标准相应级别的要求。

表6

级别代号	检测范围	结合状态
R1	全面积范围	不允许未结合区存在，未结合率为0%。
R2		单个未结合区长度不大于50mm、面积不大于2000mm ² ，未结合率不大于1%。
R3		单个未结合区长度不大于75mm、面积不大于4500mm ² ，未结合率不大于4%。

7.4 成分要求

基层、覆层的化学成分应符合相应基层、覆层标准的规定。

7.5 力学性能和工艺性能

7.5.1 复合钢板复合界面的抗剪强度应符合表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。

表7

级别代号	抗剪强度 τ /MPa
R1、R2	≥ 220
R3	≥ 210

7.5.2 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，需方在合同中注明可保留一面覆层进行拉伸试验。当基层厚度大于40mm或需方指定时，只进行基层的拉伸试验。

7.5.3 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。

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
^a 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 $R_{p0.2}$ 代替。 ^b 拉伸试验标距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，允许复合钢板断后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，其断后伸长率不小于基层标准值。		

7.6 弯曲性能

单面复合钢板应进行内弯曲（覆层表面受压）和外弯曲（覆层表面受拉）试验，双面复合钢板应对两面覆层进行外弯曲（两面覆层表面分别受拉）试验。试验应符合表9的规定。

表9

弯曲角度	试样宽度 b , mm	弯曲压头直径 D	试验结果
180°	$b \geq 30$	1, 内弯曲按照基层标准的规定, 当基层标准规定 $D < 2a$ 时, 则 $D=2a$ 。(a 为试样厚度) 2, 外弯曲 $D=4a$ 。(a 为试样厚度)	在弯曲外侧不得产生裂纹; 复合界面不允许分层。
^a 仲裁试验时, 弯曲试样宽度 $b=30$ 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 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

符合基层产品标准的规定。

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。

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	○	△
剪切试验	○	○
冲击试验	○	○
晶间腐蚀	△	△
外形尺寸	○	○
表面质量	○	○
覆层厚度	○	○
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。

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

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。

8.3.3 经供需双方协商，可另外确定组批规则。

8.4 当试验结果有一项不符合标准要求时，可进行复验或将整批判为不合格。

8.5 复验

8.5.1 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。

8.5.2 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。

8.5.3 重新分类和返修

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。

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	按相应基层或覆层标准规定	-	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—2021方法 B ^a
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) ^b	逐张	—	-	GB/T 8165-2008附录 A、GB/T 7734、NB/T 47013.3中5.4条款
8	晶间腐蚀	协商	协商	-	协商
9	外形尺寸	逐张	—	-	精度合适的量具
10	表面质量	逐张	—	-	目视
11	覆层厚度	2/批	—	-	GB/T 6396附录 A 或显微镜、超声等
^a 为了改善测量结果的再现性,推荐采用横梁位移速率控制方法,测定屈服强度的横梁位移速率为 $0.00083 \times L_c$ (mm/s)或 $0.05 \times L_c$ (mm/min);屈服强度测得后,横梁位移速率为 $0.0067 \times L_c$ (mm/s)或 $0.4 \times L_c$ (mm/min)。					
^b 仲裁试验为 GB/T 7734。					
注:对于双面复合板,剪切试验、覆层厚度、外弯曲试验为自不同的覆层各取试样进行。					

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。如需方要求并经供需双方协议,也可在其他位置替代覆层表面上进行标志。

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)
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

GB/T 20878序号	统一数字代号	牌号	密度/ (kg/dm ³) 20℃
17	S30408	06Cr19Ni10	7.93
18	S30403	022Cr19Ni10	7.90
19	S30409	07Cr19Ni10	7.90
35	S31008	06Cr25Ni20	7.98
38	S31608	06Cr17Ni12Mo2	8.00
39	S31603	022Cr17Ni12Mo2	8.00
41	S31668	06Cr17Ni12Mo2Ti	7.90
48	S39042	015Cr21Ni26Mo5Cu2	8.00
49	S31708	06Cr19Ni13Mo3	8.00
50	S31703	022Cr19Ni13Mo3	7.98
55	S32168	06Cr18Ni11Ti	8.03
68	S21953	022Cr19Ni5Mo3Si2N	7.70
70	S22253	022Cr22Ni5Mo3N	7.80
71	S22053	022Cr23Ni5Mo3N	7.80
78	S11348	06Cr13Al	7.75
92	S11972	019Cr19Mo2NbTi	7.75
97	S11306	06Cr13	7.75

注：其他牌号不锈钢的密度见GB/T 20878相应规定。