



# 团 体 标 准

T/CWAN 0112—2024

## 不锈钢复合钢板焊材匹配标准

Standard for stainless steel clad plates welding consumables matching

2024-06-12 发布

2024-07-01 实施

## 目 次

目 次.....	I
前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 材料要求.....	2
5 不锈钢复合钢板焊接材料选用原则.....	2
6 不锈钢复合钢板焊接工艺评定试验要求.....	5

## 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。

本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国焊接协会提出并归口。

本文件起草单位：北京金威焊材有限公司、中冶建筑研究总院有限公司、湖南湘工环保科技开发有限公司、酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司、天津市特种设备监督检验技术研究院、中国机械总院集团哈尔滨焊接研究所有限公司、国家电网有限公司技术学院分公司、山西太钢不锈钢股份有限公司、福建青拓特钢技术研究有限公司、哈焊所华通（常州）焊业股份有限公司、哈尔滨威尔焊接有限责任公司、华北水利水电大学。

本文件主要起草人：王学东、王立志、贺顺达、李伟、陈兴润、韦晨、方建筠、柳阳、王士山、武鹏博、睦向荣、江来珠、马青军、白建斌、姜澎、曲维春、徐亦楠、李佳恒、王庆江、贾立超、党丽华、郑桂红、陈博文、王星星、方乃文。

# 不锈钢复合板焊材匹配标准

## 1 范围

本文件规定了不锈钢复合钢板焊材匹配的材料要求、选用原则、焊接工艺评定试验要求及试验方法等内容。

本文件适用于以不锈钢做复层、碳素钢和低合金钢做基层的复合钢板的焊接材料选用。

## 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 714 桥梁用结构钢
- GB/T 983 不锈钢焊条
- GB/T 3323.1 焊缝无损检测 射线检测 第1部分：X和伽玛射线的胶片技术
- GB/T 4171 耐候结构钢
- GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条
- GB/T 5293 埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
- GB/T 8110 熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝
- GB/T 8165 不锈钢复合钢板和钢带
- GB/T 10045 非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝
- GB/T 16957 复合钢板 焊接接头力学性能试验方法
- GB/T 17853 不锈钢药芯焊丝
- GB/T 17854 埋弧焊用不锈钢焊丝-焊剂组合分类要求
- GB/T 29713 不锈钢焊丝和焊带
- GB/T 32533 高强钢焊条
- GB/T 36034 埋弧焊用高强钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
- GB/T 36037 埋弧焊和电渣焊用焊剂
- GB/T 36233 高强钢药芯焊丝
- GB/T 37910.1 焊缝无损检测 射线检测验收等级 第1部分：钢、镍、钛及其合金
- GB/T 39255 焊接与切割用保护气体
- GB/T 39280 钨极惰性气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝
- GB/T 39281 气体保护电弧焊用高强钢实心焊丝
- NB/T 47002.1 压力容器用复合板 第1部分：不锈钢-钢复合板

## 3 术语和定义

以下术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**不锈钢复合钢板** stainless steel clad plates

以碳素钢或低合金钢为基层，采用爆炸法、轧制法或其他方法，在其一面或两面整体连续地包覆一定厚度不锈钢的复合钢板。

### 3.2

**复层** cladding metal

不锈钢复合钢板中接触工作介质和大气的不锈钢，起到耐腐蚀、防污染等作用。

### 3.3

#### 基层 base metal

不锈钢复合钢板中主要承受结构强度的碳素钢或低合金钢。

### 3.4

#### 过渡层 buttering

为防止基层成分对复层焊缝金属的不利影响，以保证接头质量和性能，预先在基层焊缝金属表面熔敷一层规定成分的金属层。

## 4 材料要求

### 4.1 一般要求

不锈钢复合钢板及其配套使用的焊接材料，应具有出厂质量证明书。必要时，应按有关标准对材料进行复验。

### 4.2 不锈钢复合钢板

不锈钢复合钢板应符合 GB/T 8165、NB/T 47002.1 等产品标准规定及供需双方协议要求。

### 4.3 焊接材料

焊接材料应符合表 1 及供需双方协议要求。

表 1 焊接材料标准

焊接材料类别	执行标准
焊条	GB/T 983、GB/T 5117、GB/T 32533
埋弧焊丝	GB/T 5293、GB/T 17854、GB/T 36034
埋弧焊剂	GB/T 36037
实心焊丝	GB/T 8110、GB/T 39280、GB/T 39281、GB/T 29713
药芯焊丝	GB/T 10045、GB/T 17853、GB/T 36233
保护气体	GB/T 39255

## 5 不锈钢复合钢板焊接材料选用原则

### 5.1 一般原则

5.1.1 复层焊接材料的选用应保证熔敷金属的合金元素含量不低于复层材料标准规定的下限值。

5.1.2 复层焊缝与基层焊缝交界，以及复层焊缝与基层母材交界处应采用过渡焊缝，过渡焊缝用于补充基层对复层化学成分的稀释。

5.1.3 不锈钢复合钢板焊接接头应按条款 6 进行焊接工艺评定试验，并应符合要求。

## 5.2 基层焊接材料选用原则

5.2.1 基层材料为同种碳钢或低合金钢时，选用焊接材料熔敷金属的力学性能应不低于基层材料标准规定的下限值或满足设计文件要求。

5.2.2 基层材料为异种碳钢或低合金钢时，选用焊接材料熔敷金属的力学性能应不低于两种基层材料标准规定下限值的较低者，且不高于两种基层材料标准规定上限值的较高者或满足设计文件要求。

5.2.3 基层材料有耐候、耐火等其他功能性指标要求时，选用焊接材料熔敷金属的功能性指标应不低于基层材料标准规定下限值或满足设计文件要求。

## 5.3 复层焊接材料选用原则

5.3.1 复层材料为同种奥氏体不锈钢或同种双相不锈钢时，焊接材料熔敷金属中 Cr、Ni 等主要合金元素含量应不低于复层材料标准规定的下限值。

5.3.2 复层材料为异种奥氏体不锈钢或异种双相不锈钢时，焊接材料熔敷金属中 Cr、Ni 等主要合金元素含量应不低于两种复层材料标准规定下限值的较低者。

5.3.3 复层材料分别为奥氏体不锈钢和双相不锈钢时，焊接材料熔敷金属中 Cr、Ni 等主要合金元素含量应不低于双相不锈钢复层材料标准规定的下限值。

5.3.4 复层材料为马氏体不锈钢或铁素体不锈钢时，宜选用与复层材料组织相匹配的焊接材料或奥氏体不锈钢焊接材料。

5.3.5 复层材料分别为奥氏体不锈钢和马氏体不锈钢或铁素体不锈钢时，焊接材料熔敷金属中 Cr、Ni 等主要合金元素含量应不低于奥氏体不锈钢复层标准规定的下限值。

5.3.6 对于有晶间腐蚀性能要求的焊接接头，宜采用熔敷金属中含有 Nb、Ti 等稳定化元素的焊接材料，或含碳量不大于 0.04% 的焊条或药芯焊丝，或含碳量不大于 0.03% 的实心焊丝。

## 5.4 过渡层焊接材料选用原则

5.4.1 复层材料为奥氏体不锈钢或分别为奥氏体不锈钢和马氏体不锈钢或铁素体不锈钢时，宜选用 Cr25Ni13 型不锈钢焊接材料；复层为含 Mo 奥氏体不锈钢或基层材料含 Mo 时，宜选用 Cr25Ni13Mo 型不锈钢焊接材料。

5.4.2 复层材料为双相不锈钢或分别为双相不锈钢和奥氏体不锈钢时，复层焊接材料可用于过渡层焊接。

5.4.3 复层材料为铁素体不锈钢或马氏体不锈钢时，可用于铁素体不锈钢焊接材料或 Cr25Ni13 型、Cr25Ni20 型奥氏体不锈钢焊接材料。

## 5.5 不锈钢复合钢板焊接材料选用推荐

## 5.5.1 基层焊接材料选用推荐

常用不锈钢复合钢板基层焊接材料参见表 2，允许采用能够保证焊接接头性能的其他焊接材料。

表 2 不锈钢复合板基层焊接材料选用推荐

基层材料		焊接材料			
GB/T 714	GB/T 4171	焊条	实心焊丝	药芯焊丝	埋弧焊丝
—	Q235NH Q265GNH Q295NH Q295GNH	GB/T 5117 E43XX	GB/T 8110 G43AXXX GB/T 39280 W43AXXX	GB/T 10045 T43XX-XXX-X	GB/T 5293 S43XX-X
Q345q Q370q Q345qNH Q370qNH	Q310GNH Q355NH Q355GNH	GB/T 5117 E50XX GB/T5118 E50XX、 E52XX	GB/T 8110 G49AXXX GB/T 39280 W49AXXX	GB/T 10045 T49XX-XXX-X GB/T 17493 T49X-XX-XX	GB/T 5293 S49XX-X GB/T 12470 S49XX-X
Q420q Q420qNH Q460q Q460qNH	Q415NH Q460NH	GB/T 5117 E55XX GB/T 5118 E55XX	GB/T 8110 G55AXXX GB/T 39280 W55AXXX	GB/T 10045 T55XX-XXX-X GB/T 17493 T55X-XX-XX	GB/T 5293 S55XX-X GB/T 12470 S55XX-X
Q500q Q500qNH Q550qNH	Q500NH Q550NH	GB/T 5117 E57XX GB/T 5118 E62XX GB/T 32533 E59XX、 E62XX	GB/T 8110 G57AXXX GB/T 39280 W57AXXX	GB/T 10045 T57XX-XXX-X GB/T 17493 T62X-XX-XX GB/T 36233 T59X-XX-XX T62X-XX-XX	GB/T 5293 S57XX-X GB/T 12470 S62XX-X GB/T 36034 S59XX-X S62XX-X

注：1 基层材料有冲击要求时，熔敷金属的冲击功不应低于母材规定或设计要求。  
2 不锈钢复合钢板基材厚度不小于 25mm 时，宜采用低氢型焊接材料。  
3 耐候钢的焊接材料除力学性能外，还应满足与母材相匹配的耐候要求。

## 5.5.2 复层和过渡层焊接材料选用推荐

常用不锈钢复合钢板复层和过渡层焊接材料参见表 3，允许采用能够保证焊接接头性能的其他焊接材料。

表 3 不锈钢复合板复层和过渡层焊接材料选用推荐

复层材料	过渡层焊接材料			复层焊接材料			
	焊条 GB/T 983	实心焊丝 GB/T 29713	药芯焊丝 GB/T 17853	焊条 GB/T 983	实心焊丝 GB/T 29713	药芯焊丝 GB/T 17853	埋弧焊丝 GB/T 17854
06Cr19Ni10	E309-XX	S309	TS309-XX	E308-XX	S308	TS308-XX	SF308

	E309L-XX	S309L	TS309L-XX	E308L-XX	S308L	TS308L-XX	SF308L
022Cr19Ni10	E309L-XX	S309L	TS309L-XX	E308L-XX	S308L	TS308L-XX	SF308L
06Cr17Ni12Mo2	E309Mo-XX	S309Mo	TS309Mo-XX	E316-XX	S316	TS316-XX	SF316
	E309LMo-XX	S309LMo	TS309LMo-XX	E316L-XX	S316L	TS316L-XX	SF316L
022Cr17Ni12Mo2	E309LMo-XX	S309LMo	TS309LMo-XX	E316L-XX	S316L	TS316L-XX	SF316L
06Cr17Ni12Mo3	E309Mo-XX	S309Mo	TS309Mo-XX	E317-XX	S317	TS317-XX	SF317
	E309LMo-XX	S309LMo	TS309LMo-XX	E317L-XX	S317L	TS317L-XX	SF317L
022Cr17Ni12Mo3	E309LMo-XX	S309LMo	TS309LMo-XX	E317L-XX	S317L	TS317L-XX	SF317L
06Cr18Ni11Ti	E309-XX	S309	TS309-XX	E347-XX	S347	TS347-XX	SF347
	E309L-XX	S309L	TS309L-XX	E347L-XX	S347L	TS347L-XX	SF347L
06Cr25Ni20	E310-XX	S310	TS310-XX	E310-XX	S310	TS310-XX	SF310
022Cr23Ni5Mo3N	E2209-XX	S2209	TS2209-XX	E2209-XX	S2209	TS2209-XX	SF2209
022Cr25Ni7Mo4N	E2594-XX	S2594	TS2594-XX	E2594-XX	S2594	TS2594-XX	SF2594
022Cr19Ni5Mo3Si2N	E2209-XX	S2209	TS2209-XX	E2209-XX	S2209	TS2209-XX	SF2209
06Cr13	E430-XX	S430	TS430-XX	E410-XX	S410	TS410-XX	SF410
	E309-XX	S309	TS309-XX	E308-XX	S308	TS308-XX	SF308
	E310-XX	S310	TS310-XX	E309-XX	S309	TS309-XX	SF309
06Cr13Al	E430-XX	430	TS430-XX	E430-XX	S430	TS430-XX	SF430
	E309-XX	S309	TS309-XX	E308-XX	S308	TS308-XX	SF308
	E310-XX	S310	TS310-XX	E309-XX	S309	TS309-XX	SF309
1Cr13	E430-XX	S430	TS430-XX	E410-XX	S410	TS410-XX	SF410
	E309-XX	S309	TS309-XX	E308-XX	S308	TS308-XX	SF308
	E310-XX	S310	TS310-XX	E309-XX	S309	TS309-XX	SF309

## 6 不锈钢复合钢板焊接工艺评定试验要求

### 6.1 试验项目及取样数量

焊接工艺评定试验项目及取样数量见表4。

表4 不锈钢复合钢板焊接工艺评定项目及取样数量

规定试验项目				附加试验项目 <sup>a</sup>				
接头拉伸	接头弯曲	基层接头冲击	X射线检测	复层接头化学成分	复层接头晶间和/或点腐蚀	铁素体含量	维氏硬度试验	宏观金相
2个	侧弯4个	基层焊缝及热影响区各3个	1	1个	2个	1	复层、基层及过渡层每个区域不少于3点	1个

注：试样两端25mm内不允许取样。

<sup>a</sup> 附加试验项目是否要求执行、试验方法及合格指标由供需双方协商确定。

## 6.2 拉伸试验

6.2.1 拉伸试验试样应为包含复层和基层的全厚度试样。拉伸试验的试样的制备、试验设备、试验条件、试验方法及试验报告应符合 GB/T 16957 要求。

6.2.2 拉伸试验抗拉强度合格值应按式 (1) 计算：

$$R_m \geq \frac{R_{m1}t_1 + R_{m2}t_2}{t_1 + t_2} \quad (1)$$

式中：

$R_{m1}$ — 复层抗拉强度标准下限值，单位为 MPa；

$R_{m2}$ — 基层抗拉强度标准下限值，单位为 MPa；

$t_1$ — 复层厚度，单位为 mm；

$t_2$ — 基层厚度，单位为 mm；

## 6.3 弯曲试验

6.3.1 弯曲试验试样应为包含复层和基层的全厚度侧弯试样。当无法制备侧弯试样时，由供需双方协商可取面弯及背弯试样各两个，进行面弯及背弯试验。弯曲试验的试样制备、试验设备、试验条件、试验方法及试验报告应符合 GB/T 16957 要求。

6.3.2 弯曲结束后，试样的外表面和侧表面都应进行检验，合格指标由供需双方协商确定。

## 6.4 冲击试验

6.4.1 冲击试样只在基层焊缝区（不含过渡层焊缝）及热影响区分别制取。应优先采用 10mm×10mm×55mm 的标准冲击试样，无法制备标准冲击试样时，则应依次制备 7.5mm×10mm×55mm、5mm×10mm×55mm 的冲击试样，而无法制备 5mm×10mm×55mm 的冲击试样时，可免做冲击试验。

6.4.2 冲击试样纵轴线应垂直于焊缝，缺口轴线应垂直于母材表面。焊缝区试样的缺口轴线应位于焊缝中心线上，热影响区试样的缺口位于热影响区，且应尽可能多的通过热影响区。

6.4.3 冲击试验的试验温度应不高于基层钢材标准规定的冲击试验温度或其它协商确定的试验温度。

6.4.4 冲击试验方法应符合 GB/T 229 规定，合格指标由供需双方协商确定。7.5mm×10mm×55mm、5mm×10mm×55mm 的冲击试样的冲击吸收能量合格指标，分别为 10mm×10mm×55mm 标准冲击试样冲击吸收能量合格指标的 75%和 50%。

## 6.5 X 射线检测

6.5.1 射线检测应符合 GB/T 3323.1 规定，验收等级应符合 GB/T 37910.1 中表 1 规定的 2 级或供需双方协议要求。

6.5.2 在评定焊缝 X 射线底片时，试件两端 25mm 应不予考虑。