

ICS 25.160.20
J 33
备案号: 41418-2013

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 20009.12—2013

压水堆核电厂用焊接材料
第 12 部分: 1 级设备镍基合金堆焊用
焊带和焊剂

**Welding material for pressurized water reactor nuclear power plants -
Part 12: Nickel-based alloy strip cladding with flux for class 1 components**

2013 - 06 - 08 发布

2013 - 10 - 01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 型号	2
4 技术要求	2
5 试验方法	4
6 检验规则	6
7 包装、标志和质量证明文件	7

前 言

NB/T 20009《压水堆核电厂用焊接材料》与NB/T 20005《压水堆核电厂用碳钢和低合金钢》、NB/T 20006《压水堆核电厂用合金钢》、NB/T 20007《压水堆核电厂用不锈钢》和NB/T 20008《压水堆核电厂用其他材料》共同构成了压水堆核电厂核岛机械设备用材料系列能源行业标准。

NB/T 20009《压水堆核电厂用焊接材料》分为如下几个部分：

- 第1部分：1、2、3级设备用碳钢焊条；
- 第2部分：1、2、3级设备用低合金钢焊条；
- 第3部分：1、2、3级设备用不锈钢焊条；
- 第4部分：1、2、3级设备用镍基合金焊条；
- 第5部分：1、2、3级设备用碳钢气体保护电弧焊药芯焊丝；
- 第6部分：1、2、3级设备用碳钢气体保护电弧焊焊丝；
- 第7部分：1、2、3级设备用不锈钢焊丝和填充丝；
- 第8部分：1、2、3级设备用镍基合金焊丝和填充丝；
- 第9部分：1、2、3级设备埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂；
- 第10部分：1级设备埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂；
- 第11部分：1、2、3级设备埋弧焊用不锈钢焊丝和焊剂；
- 第12部分：1级设备镍基合金堆焊用焊带和焊剂；
- 第13部分：1、2、3级设备用不锈钢堆焊用焊带和焊剂；
- 第14部分：1、2、3级设备用硬质合金堆焊焊接材料。

本部分为NB/T 20009的第12部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分由能源行业核电标准化技术委员会提出。

本部分由核工业标准化研究所归口。

本部分起草单位：上海电气核电设备有限公司、上海发电设备成套设计研究院、昆山京群焊材科技有限公司、苏州热工研究院有限公司、哈电集团（秦皇岛）重型装备有限公司、东方电气（广州）重型机器有限公司、上海核工程研究设计院、中国核电工程有限公司、四川大西洋焊接材料股份有限公司、中国核动力研究设计院。

本部分主要起草人：唐伟宝、尚恒、陈智、王峥、李强、吴丹蕾、王淦刚、郑伊洛、王莉、邹杰、左波、郭利峰、曾志超、毛兴贵。

压水堆核电厂用焊接材料

第 12 部分：1 级设备镍基合金堆焊用焊带和焊剂

1 范围

本部分规定了压水堆核电厂 1 级设备用镍基合金堆焊用焊带和焊剂的型号、技术要求、试验方法及检验规则等内容。

本部分适用于压水堆核电厂 1 级设备用镍基合金堆焊用焊带和焊剂。

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，仅所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/T 223.3 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷磷钼酸重量法测定磷量

GB/T 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法（GB/T 223.11—2008，ISO 4937:1986，MOD）

GB/T 223.16 钢铁及合金化学分析方法 变色酸光度法测定钛量

GB/T 223.17 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷光度法测定钛量

GB/T 223.19 钢铁及合金化学分析方法 新亚铜灵-三氯甲烷萃取光度法测定铜量

GB/T 223.21 钢铁及合金化学分析方法 5-Cl-PADAB 分光光度法测定钴量

GB/T 223.22 钢铁及合金化学分析方法 亚硝基 R 盐分光光度法测定钴量

GB/T 223.25 钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟重量法测定镍量

GB/T 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法

GB/T 223.28 钢铁及合金化学分析方法 α -安息香肟重量法测定钼量

GB/T 223.36 钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-中和滴定法测定氮量

GB/T 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯磺酚 S 分光光度法

GB/T 223.58 钢铁及合金化学分析方法 亚砷酸钠-亚硝酸钠滴定法测定锰量

GB/T 223.60 钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水法测定硅含量

GB/T 223.61 钢铁及合金化学分析方法 磷钼酸铵容量法测定磷量

GB/T 223.63 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠（钾）光度法测定锰量

GB/T 223.64 钢铁及合金 锰含量的测定 火焰原子吸收光谱法

GB/T 223.68 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后碘酸钾滴定法测定硫含量

GB/T 223.72 钢铁及合金 硫含量的测定 重量法

GB/T 223.78 钢铁及合金化学分析方法 姜黄素直接光度法测定硼含量

GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法（GB/T 2653—2008，ISO 5173:2000，IDT）

GB/T 8647.1 镍化学分析方法 铁量的测定 磺基水杨酸分光光度法

GB/T 8647.2 镍化学分析方法 铝量的测定 电热原子吸收光谱法

GB/T 8647.3 镍化学分析方法 硅量的测定 钼蓝分光光度法

GB/T 8647.4 镍化学分析方法 磷量的测定 钼蓝分光光度法

GB/T 8647.5 镍化学分析方法 镁量的测定 火焰原子吸收光谱法

GB/T 8647.6 镍化学分析方法 镉、钴、铜、锰、铅、锌量的测定 火焰原子吸收光谱法

GB/T 8647.7 镍化学分析方法 砷、铈、铋、锡、铅量的测定 电热原子吸收光谱法

GB/T 8647.8 镍化学分析方法 硫量的测定 高频感应炉燃烧红外吸收法

GB/T 8647.9 镍化学分析方法 碳量的测定 高频感应炉燃烧红外吸收法

GB/T 25775 焊接材料供货技术条件 产品类型、尺寸、公差和标志 (GB/T 25775—2010, ISO 544:2003, MOD)

GB/T 25778 焊接材料采购指南 (GB/T 25778—2010, ISO 14344:2010, MOD)

NB/T 20003.2 核电厂核岛机械设备无损检测 第2部分: 超声检测

NB/T 20003.4 核电厂核岛机械设备无损检测 第4部分: 渗透检测

NB/T 20002.4 压水堆核电厂核岛机械设备焊接规范 第4部分: 焊接填充材料的评定

3 型号

3.1 焊带

本部分中焊带型号包括EQNiCr-3、EQNiCrFe-7和EQNiCrFe-7A。

3.2 焊剂

本部分中焊剂包含埋弧堆焊焊剂和电渣堆焊焊剂,按该焊剂与焊带相组合堆焊而获得的熔敷金属的化学成分、力学性能等要求予以确定。

一种焊带可与多种焊剂相组合,只要这些焊带-焊剂组合能够符合本标准规定的熔敷金属化学成分、力学性能以及其他特殊性能要求即可。

3.3 焊接材料的评定

按照NB/T 20002.4的规定对本部分焊接材料进行评定。

4 技术要求

4.1 焊带

4.1.1 化学成分

焊带化学成分应符合表1的规定。

4.1.2 尺寸

焊带的尺寸和公差应符合GB/T 25775的规定。根据供需双方协议,也可生产其他尺寸的焊带。

4.1.3 表面质量

焊带表面应清洁,不得有油污、润滑剂等任何杂质,应无对焊带特性、焊接设备的操作或熔敷金属的性能有不利影响的裂纹、凹坑、划痕、氧化层、皱纹、折叠和外来物。

4.1.4 卷绕要求

焊带应以冷轧状态卷成盘供应，每盘焊带不应有接头。焊带的卷绕应无扭曲、波折、锐弯或嵌住，应保证焊带在焊接过程中能连续均匀的送进。焊带的外端应扎紧并做标记。

表1 焊带化学成分

元素	化学成分（质量分数）/%		
	EQNiCr-3	EQNiCrFe-7	EQNiCrFe-7A
C	≤0.100	≤0.040	≤0.040
Mn	2.50~3.50	≤1.00	≤1.00
Fe	≤3.00	8.00~12.00	7.00~11.00
P	≤0.010	≤0.020	≤0.020
S	≤0.010	≤0.010	≤0.015
Si	≤0.25	≤0.50	≤0.50
Cu	≤0.50	≤0.30	≤0.30
Co	≤0.10	≤0.10	≤0.10
Al	-	≤1.10	≤1.10
Ti	≤0.75	≤1.00	≤1.00
Cr	18.00~22.00	28.00~31.50	28.00~31.50
Nb+Ta	2.30~3.00	≤0.10	0.5~1.0
Mo	-	≤0.50	≤0.50
Ni	≥67.00	余量	余量
B	-	-	≤0.005
Zr	-	-	≤0.02
Al+Ti	-	≤1.5	≤1.5
N	提供数据	≤0.030	提供数据
其他	≤0.50	≤0.50	≤0.50

4.2 焊剂

4.2.1 形状和颗粒度

焊剂应为颗粒状，颗粒均匀，并能顺利通过标准焊接设备的焊剂输送管、阀门和焊咀。焊剂的颗粒度应符合表2的规定，但根据供需双方协议的要求，可制造其他尺寸的焊剂。

表2 焊剂颗粒度

普通颗粒度		细颗粒度	
<0.450 mm (40目)	≤5%	<0.280 mm (60目)	≤5%
>2.50 mm (8目)	≤2%	>2.00 mm (10目)	≤2%

4.2.2 工艺性

焊剂应具有良好的焊接工艺性能。焊接时应焊道整齐，成形美观，脱渣容易；焊道与焊道之间、焊道与母材之间过渡平滑。

4.3 熔敷金属化学成分

熔敷金属化学成分应符合表3的规定。

表3 熔敷金属化学成分

元素	化学成分(质量分数)%		
	EQNiCr-3	EQNiCrFe-7	EQNiCrFe-7A
C	≤0.100	≤0.045	≤0.045
Mn	2.50~3.50	≤5.00	≤5.00
Fe	≤10.00	8.00~12.00	8.00~12.00
P	≤0.020	≤0.020	≤0.020
S	≤0.015	≤0.010	≤0.010
Si	≤0.60	≤0.65	≤0.65
Co	≤0.10	≤0.10	≤0.10
Cr	提供数据	28.00~31.50	28.00~31.50
Nb+Ta	≥2.00	≤0.10	≤2.50
Mo	-	≤0.50	≤0.50
Ti	-	≤0.50	≤0.50
Al+Ti	-	≤1.50	≤1.50
Ni	≥59.00	余量	余量
Zr	-	≤0.020	≤0.020
N	提供数据	提供数据	提供数据
Al	-	≤1.10	≤1.10
Cu	≤0.50	≤0.30	≤0.30
B	-	≤0.005	≤0.005

4.4 弯曲试验

在焊态和(或)模拟消除应力热处理状态取一组堆焊层的弯曲试样进行试验。弯曲后试样的受拉面焊缝金属不应出现明显开裂,并且沿任何方向不应有超过3mm的开口缺陷。

4.5 模拟焊接试验

采用实际制造中对管子与管板焊缝所规定的相同检验方法验证无裂纹存在。

4.6 晶间腐蚀试验

熔敷金属晶间腐蚀试验按照GB/T 15260的要求进行,试样应无晶间腐蚀倾向。

4.7 无损检测

超声检测结果应满足NB/T 20003.2的要求。

渗透检测结果应满足NB/T 20003.4中1级焊接接头的要求。

5 试验方法

5.1 焊带的质量检验

5.1.1 化学成分分析

焊带化学成分分析应在成品焊带上取样。

焊带化学成分分析可采用供需双方同意的任何适宜方法。仲裁试验方法应选取GB/T 8647和GB/T 223中适宜的方法执行。

5.1.2 尺寸和表面质量

焊带尺寸检验应用精度为0.01 mm的量具，每盘焊带测量点不少于两处。

焊带表面质量应按照4.1.3的要求，对焊带任意部位进行目测检验。

5.2 焊剂的质量检验

5.2.1 焊剂颗粒度检验

5.2.2 颗粒度检验

检验普通颗粒度焊剂时，把0.450 mm（40目）筛下颗粒和2.50 mm（8目）筛上颗粒的焊剂分别称量。检验细颗粒度焊剂时，把0.280 mm（60目）筛下颗粒和2.00 mm（10目）筛上颗粒的焊剂分别称量。分别计算出0.450 mm（40目）、0.280 mm（60目）筛下和2.00 mm（10目）、2.50 mm（8目）筛上的焊剂占总质量的百分比。

按式（1）计算颗粒度超标焊剂的百分含量 C 。

$$C = \frac{m}{m_0} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

m ——超标的焊剂质量的数值，单位为克（g）；

m_0 ——焊剂总质量的数值，单位为克（g）。

5.2.3 焊接工艺性能检验

焊接力学性能试件时，同时检验焊剂的焊接工艺性能，逐道观察脱渣性能、焊道熔合、焊道成形及咬边情况，其中有一项不合格时，认为该批焊剂未通过焊接工艺性能检验。

5.3 堆焊规则

5.3.1 试板的堆焊

试验前焊剂应按焊剂生产厂推荐的温度烘干，然后存放在干燥箱内，随用随取。

试件应在平焊位置焊接，预热温度、道间温度、焊接电流及焊接热输入量应接近允许使用的最大值。焊后的试件应在空气中冷却到规定的温度范围内，不应在水中冷却。

在试件焊接过程中，每一焊道在清渣和刷净后应进行目视检查，对发现的缺陷，在完全清除后才能继续施焊。

堆焊时，至少在试板上堆焊3层，表面需经打磨或机械加工，其打磨或机械加工后的堆焊层厚度应不小于8 mm。

5.4 熔敷金属试件制备

5.4.1 试验用母材

堆焊试件用母材选用Mn-Ni-Mo类锻件材料或供需双方认可的钢板，厚度不小于50 mm，试板应有足够的尺寸，应满足所有取样要求。

5.4.2 制备条件

当产品焊缝在制造过程中要经热处理时，所使用的焊带焊剂分批验收试板应进行模拟焊后热处理，其等效保温时间至少应等于制造过程中实际进行的热处理保温时间的80%。焊后热处理温度和保温时间由供需双方协商确定。

5.5 熔敷金属化学成分分析

熔敷金属的化学成分分析应在无稀释的堆焊层金属上取样。熔敷金属化学分析试验可采用供需双方同意的任何适宜方法。仲裁试验方法应选取GB/T 8647和GB/T 223中适宜的方法执行。

5.6 弯曲试验

1组弯曲试验包括2个横向侧弯和2个纵向侧弯试样，弯曲试验应按GB/T 2653规定进行，其中试验参数应符合 $D=4T$ （ D ：弯轴直径； T ：试样厚度），弯曲角度 $\alpha=180^\circ$ 。

5.7 模拟焊接试验

模拟焊接试验应采用5根管 and 堆焊层相焊，或者按下述要求在无稀释堆焊层上进行重熔试验：

- 应采用管与管板焊接相同的焊接方法和具有代表性的焊接参数（采用 TIG 焊时，不用填充金属）。
- 对于单道焊，焊接 5 条代表管焊缝尺寸的环焊缝，再用双层重叠焊道焊接 5 条以上环焊缝（使管板堆焊层经受 2 次热循环）。

采用实际制造中对管子与管板焊缝所规定的相同检验方法验证无裂纹存在。

5.8 晶间腐蚀试验

按照GB/T 15260中的B法进行晶间腐蚀试验。

5.9 无损检测

无损检测应在熔敷金属试验取样之前进行。

超声检测按NB/T 20003.2的规定进行。

渗透检测按NB/T 20003.4的规定进行。

6 检验规则

6.1 批量划分

焊带和焊剂批量划分应分别符合GB/T 25778中S3级和F2级的规定。

一批焊剂应与一批焊带组合，以组成在制造和验收中不可分开的一组焊接材料。

6.2 取样方法

每批焊带抽取3%，但不少于2盘进行化学成分分析、尺寸和表面质量等检验。

每批焊剂随机抽样，抽取的焊剂应能保证各项测试用量。

6.3 验收

6.3.1 每批焊带验收要求

每批焊带验收要求如下：

- a) 焊带尺寸检验结果应符合 4.1.2 规定；
- b) 焊带表面质量检验结果应符合 4.1.3 规定；
- c) 焊带化学成分分析检验结果应符合 4.1.1 规定。

6.3.2 每批焊剂验收要求

焊剂质量检验结果应符合 4.2 规定。

6.3.3 每批焊带-焊剂组验收要求

每批焊带-焊剂组验收要求如下：

- a) 堆焊熔敷金属化学成分应符合 4.3 的规定；
- b) 堆焊熔敷金属弯曲试验结果应符合 4.4 的规定；
- c) 堆焊熔敷金属晶间腐蚀试验结果应符合 4.6 的规定；
- d) 堆焊熔敷金属的无损检测结果应符合 4.7 的规定。

6.4 复验

如果一项或几项试验结果不符合验收要求，则可对不合格试验再取双倍试样进行复验。

复验试样应在原试件上切取，若不能满足此要求，应重新制备验收试件，制取全套试样，对不合格的试验项目取双倍试样。所有复验结果应合格；

对于化学成分，只需要对不符合要求的那些元素进行复验。

7 包装、标志和质量证明文件

7.1 包装

7.1.1 焊带

焊带的包装形式可由供需双方商定，每盘焊带的重量由采购方决定，但不得大于 100 kg。

焊带包装应保证能防止焊带在正常运输、装卸和使用不受损坏，并保持清洁和干燥。

焊带应保持能在自动焊设备上连续送进。

7.1.2 焊剂

焊剂包装应保证在正常运输和贮存过程中不受损坏，应用包装密封性良好的塑料或金属筒包装，在正常的室内环境下储存至少三年不变质。

焊剂最小单位包装重量为 25 kg 或 50 kg 或 100 kg，包装重量的偏差应不大于±1%。

对焊剂的包装有特殊要求时，由供需双方商定。

7.2 标志

在每个焊带和焊剂的包装外部应至少标记出下列内容：

- 制造厂名称及商标；
- 焊材的牌号、执行标准和型号；

- 批号及生产日期；
- 规格及净质量。

7.3 质量证明文件

焊材制造厂对每一批焊材，根据实际检验结果出具质量证明文件，以供需方查询。其内容至少应包括：

- 焊材制造厂名及商标；
- 焊材牌号、执行标准和型号；
- 批号及生产日期；
- 规格及净质量；
- 所有试验的规定值和实测结果；
- 检验合格签字及日期。

需方有要求时，焊材制造厂应提供各项检验的检验报告，以及试件的制备条件。

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
压水堆核电厂用焊接材料
第 12 部分：1 级设备用镍基合金堆焊用
焊带和焊剂

NB/T 20009.12—2013

*

核工业标准化研究所发行
北京海淀区骚子营 1 号院
邮政编码：100091

电话：010-62863505

机械工业信息研究院印制部印刷

版权专有 侵权必究

*

2013 年 10 月第 1 版 2013 年 10 月第 1 次印刷
印数 1—200 定价 21.00 元