

ICS 27.120.20

F 69

备案号: 57393-2017

NB

中 华 人 民 共 和 国 能 源 行 业 标 准

NB/T 20009.34—2017

**压水堆核电厂用焊接材料 第 34 部分:安全
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 34:
Nickel alloy strip and fluxes for cladding of safety-related components**

2017-02-10 发布

2017-07-01 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.....	5
6 检验规则.....	7
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》、NB/T 20008《压水堆核电厂用其它材料》共同构成了压水堆核电厂核岛机械设备用材料系列标准。

本部分为NB/T 20009的第34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。

本部分负责起草单位：上海核工程研究设计院、机械科学研究院哈尔滨焊接研究所、中国核动力研究设计院、中广核工程有限公司、中国核电工程有限公司、上海电气核电设备有限公司、苏州热工研究院有限公司。

本部分主要起草人：谷雨、左波、余燕、徐锴、陈佩寅、黄炳炎、胡忠全、鲁立。

压水堆核电厂用焊接材料

第34部分:安全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安全级设备镍基合金堆焊用焊带和焊剂的型号、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标识和质量证明文件等内容。

本部分适用于压水堆核电厂安全级设备镍基合金堆焊用焊带和焊剂。

2 规范性引用文件

下列文件对于本部分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部分。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本部分。

GB/T 223 钢铁及合金化学分析方法

GB/T 8647 镍化学分析方法

GB/T 15260 镍基合金晶间腐蚀试验方法 (GB/T 15260—1994, ISO 9400:1990, IDT)

GB/T 25777 焊接材料熔敷金属化学分析试样制备方法 (GB/T 25777—2010, ISO 6847:2000, IDT)

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

NB/T 20004 核电厂核岛机械设备材料理化检验方法

NB/T 20328 核电厂核岛机械设备无损检测另一规范

JB/T 7948 熔炼焊剂化学分析方法

ASME BPVC 第II卷 C篇 SFA-5.14M 镍和镍合金填充丝和焊丝标准

ASTM E1473 镍、钴和耐高温合金化学分析用标准试验方法

ASTM E2594 用电感耦合等离子体原子发射光谱法(基于性能的方法)分析镍合金的标准试验方法

3 型号

3.1 焊带

本部分焊带的型号为EQNiCrFe-7和EQNiCrFe-7A,相当于ASME BPVC 第II卷 C篇 SFA-5.14M中的EQNiCrFe-7和EQNiCrFe-7A。

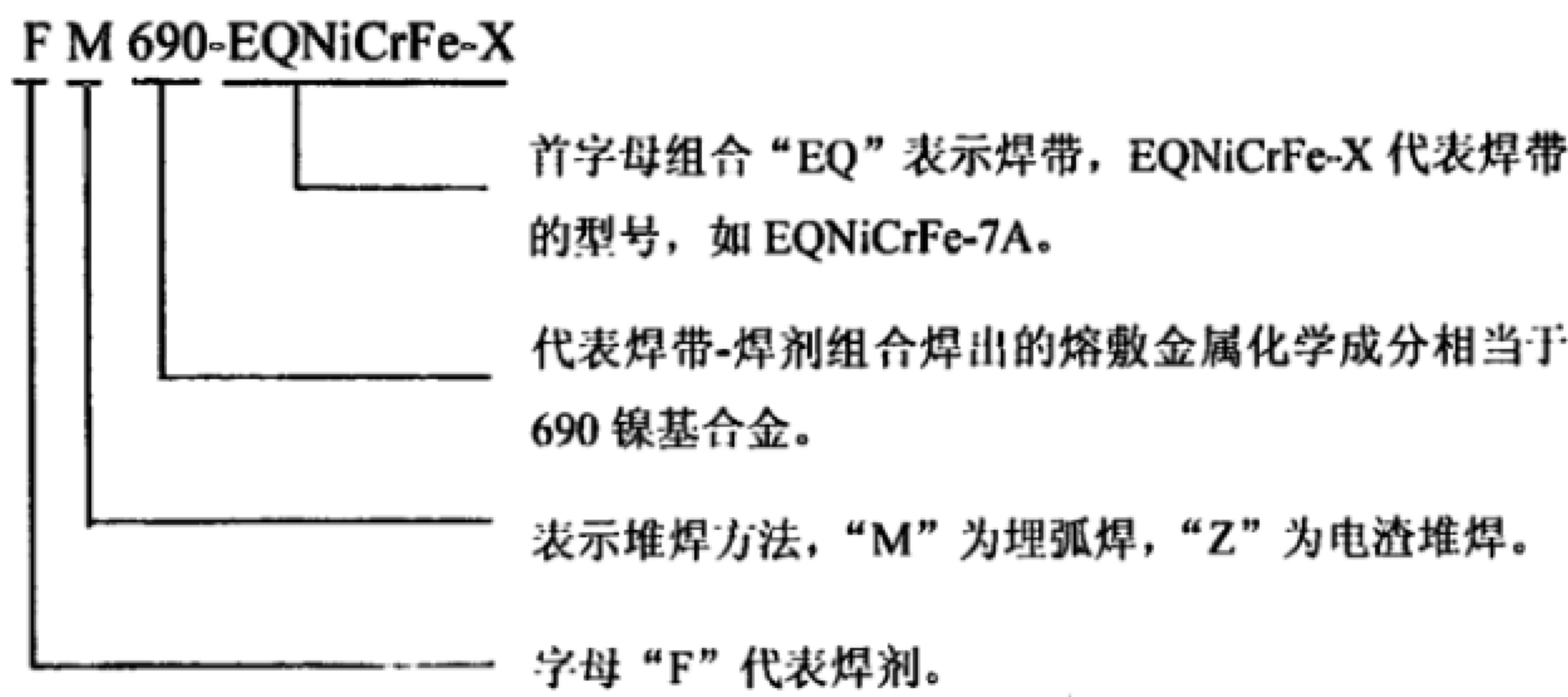
3.2 焊剂

本部分中焊剂为烧结焊剂,按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匹配的焊剂。

3.3 焊带-焊剂组合

本部分中焊带与焊剂组合按熔敷金属的化学成分进行划分。

焊带-焊剂组合应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的要求。



4 技术要求

4.1 焊带

4.1.1 尺寸

焊带的尺寸和公差应符合表1要求。

表 1 焊带尺寸 单位为毫米 (mm)

焊带	尺寸	公差
厚度	0.5	±0.05
宽度	30, 60	±0.20

注：根据供需双方协议，可以生产其他尺寸的焊带。

4.1.2 焊带的缠绕要求

4.1.2.1 焊带的外端应固定，防止松脱。缠绕应保证焊带在焊接过程中能连续均匀的送进。焊带的头尾两端应有识别标记。

4.1.2.2 每一连续长度的焊带应由同一炉号或同一批号的材料组成。

4.1.2.3 焊带应以冷轧状态卷成盘供应，每盘焊带不应有接头。

4.1.3 焊带的表面质量

焊带应具有光滑的表面，应没有对焊接特性、焊接设备的操作或焊缝金属的性能有不利影响的毛刺、凹坑、刮伤、氧化皮、缝隙、折叠和外来物。

4.1.4 焊带的化学成分

焊带的化学成分应符合表2的要求。

表 2 焊带化学成分

单位为质量分数 (%)									
型号	C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni	Co
EQNiCrFe-7	≤ 0.04	≤ 1.00	7.0~ 11.0	≤ 0.010	≤ 0.010	≤ 0.50	≤ 0.30	余量	≤ 0.05
EQNiCrFe-7A	≤ 0.04	≤ 1.00	7.0~ 11.0	≤ 0.010	≤ 0.010	≤ 0.50	≤ 0.30	余量	≤ 0.05
EQNiCrFe-14	≤ 0.04	≤ 3.0	7.0~ 12.0	≤ 0.010	≤ 0.010	≤ 0.50	≤ 0.30	余量	≤ 0.05
型号	Al	Ti	Cr	Nb +Ta	Mo	B	Zr	V	N
EQNiCrFe-7	≤ 0.50	≤ 0.50	28.0~ 31.5	≤ 0.10	≤ 0.50	提供实测数据			
EQNiCrFe-7A	≤ 0.50	≤ 0.50	28.0~ 31.5	0.5~ 1.0	≤ 0.50	≤ 0.005	≤ 0.02	提供 实测数据	
EQNiCrFe-14	≤ 0.50	≤ 0.50	28.0-31.5	1.0-2.5	≤ 0.50	提供实测数据			
注：其他元素（包含Co）的化学成分≤0.50%。									

4.2 焊剂

4.2.1 颗粒度

焊剂为颗粒状，焊剂能自由地通过标准焊接设备的焊剂供给管道、阀门和喷嘴。焊剂的颗粒度应符合表3规定，但根据供需双方协议的要求，可以制造其他尺寸的焊剂。

表 3 焊剂颗粒度要求

颗粒度	含量
<0.280mm (60 目)	≤5.0%
>2.00mm (10 目)	≤2.0%

4.2.2 机械夹杂物

焊剂中机械夹杂物（碳粒、铁屑、原材料颗粒、铁合金凝珠及其他杂物）的质量百分含量不大于0.30%。

4.2.3 工艺性

焊剂应具有良好的焊接工艺性能。选择合理的堆焊工艺参数进行堆焊时，堆焊焊带和焊剂组合应保持堆焊过程稳定，堆焊焊道应平整、成形美观、脱渣容易。焊道与焊道之间、焊道与母材之间熔合良好。

4.3 熔敷金属化学成分

熔敷金属化学成分应符合表4的要求。

表 4 熔敷金属化学成分

单位为质量分数（%）

焊带-焊剂型号	C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni	Co
FX690-EQNiCrFe-7 FX690-EQNiCrFe-7A FX690-EQNiCrFe-14	≤ 0.05	≤ 5.00	7.0~ 12.0	≤ 0.020	≤ 0.010	≤ 0.75	≤ 0.30	余量	≤ 0.05
焊带-焊剂型号	Ti	Al	Cr	Nb(Cb) +Ta	Mo	B	Zr	V	N
FX690-EQNiCrFe-7 FX690-EQNiCrFe-7A FX690-EQNiCrFe-14	≤ 0.50	≤ 0.50	28.0~ 31.5	≤ 2.5	≤ 0.50	≤ 0.005	≤ 0.02	提供 实测数据	
注：其他元素（包含Co）的化学成分≤0.50%。									

4.4 熔敷金属拉伸性能

4.4.1 室温拉伸性能

熔敷金属室温拉伸试验性能应符合表5的要求。

表 5 熔敷金属室温拉伸性能

试验温度 （℃）	抗拉强度 R _m (MPa)	规定塑性延伸强度 R _{p0.2} (MPa)	断后伸长率 A（%）	断面收缩率 Z（%）
室温	≥550	≥310	≥30	提供数据

4.4.2 高温拉伸性能

当设计文件或图纸对被焊接母材有高温拉伸性能要求时，亦应进行熔敷金属高温拉伸试验，试验温度为350℃或者360℃，试验结果应满足表6的规定。

表 6 熔敷金属高温拉伸性能

试验温度 （℃）	抗拉强度 R _m (MPa)	规定塑性延伸强度 R _{p0.2} (MPa)	断后伸长率 A（%）	断面收缩率 Z（%）
350/360	≥450	≥190	提供数据	提供数据
注：高温拉伸试验温度，可由供需双方协商决定。				

4.5 堆焊层弯曲性能

弯曲后试样的受拉面焊缝金属，不应存在长度超过1.5 mm的开口缺陷，熔合线处也不得有超过3.0 mm的开口缺陷。

4.6 熔敷金属晶间腐蚀性能

熔敷金属晶间腐蚀试验按GB/T 15260执行，结果应无晶间腐蚀倾向。

4.7 无损检测

超声检测结果应满足NB/T 20328.2的要求。

渗透检测结果应满足NB/T 20328.4的要求。

5 试验方法

5.1 焊带的质量检验

5.1.1 尺寸和表面质量

采用量具检查焊带的尺寸，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，对焊带进行目视检查。

5.1.2 化学成分

焊带的化学成分分析应在成品焊带上直接取样。

化学成分分析试验可采用GB/T 223、GB/T 8647等供需双方同意的任何适宜方法。仲裁试验应按GB/T 223和GB/T 8647进行。

5.2 焊剂的质量检验

5.2.1 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。

$$\text{颗粒度超标焊剂} = \frac{m}{m_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

m ——超标的焊剂质量，g；

m_0 ——焊剂总质量，g。

5.2.2 机械夹杂物检验

用目测法选出机械夹杂物，称其质量。按式（2）计算机械夹杂物的百分含量。

$$\text{机械夹杂物} = \frac{m}{m_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

m ——机械夹杂物质量，g；

m_0 ——焊剂总质量，g。

5.2.3 工艺性

焊接力学性能试件时，同时检验焊剂的焊接工艺性能，焊剂应具有良好的脱渣性能、焊道熔合、焊道成形情况。

5.3 试件制备

5.3.1 试验用母材

熔敷金属性能试验用母材应采用与焊带-焊剂组合熔敷金属的化学成分和力学性能相当的材料,也可以在碳钢或者低合金钢上用与被检焊带-焊剂组合化学成分相当的焊接材料堆焊隔离层后作为试验用母材,隔离层至少堆焊三层。

堆焊层弯曲试验用母材类型应与产品母材相同。

母材厚度至少为50 mm。

5.3.2 制备条件

焊前焊剂应按照焊材供货商推荐的烘干规范进行烘干。

在平焊位置制备,焊材检验试板的焊接规范参数应在焊材供货商推荐的范围之内,道间温度、焊接电流、焊接电压及热输入尽可能采用上限值。

用于弯曲试验的堆焊试件至少堆焊2层,预热温度不低于121℃。

每一焊道都要进行目视检查,并刷扫清理。焊渣应完全清理干净,必要时进行打磨清理。

当产品焊缝需要进行焊后热处理时,试件应在适当的焊后热处理条件下进行试验。焊后热处理温度按产品要求,焊后热处理的总保温时间至少应为产品熔敷金属所经受的累计焊后热处理保温时间的80%。

5.4 熔敷金属的化学成分分析

熔敷金属化学分析试样应在堆焊金属上制取,从堆焊金属上制取试样应按GB/T 25777进行。

化学分析试样也可在拉伸试样的延长部分,或者从拉断后的拉伸试样上制取。

仲裁试验的试样仅允许从堆焊金属上制取。

熔敷金属化学分析试验可采用供需双方同意的任何适宜的方法。仲裁试验应按GB/T 223、GB/T 8647、ASTM E 1473和ASTM E 2594相关部分进行。

5.5 熔敷金属拉伸试验

熔敷金属拉伸试验在焊态或焊后热处理态(若产品焊缝需要焊后热处理)下进行。熔敷金属室温拉伸试验按NB/T 20004规定进行,试样标距段直径取12.5 mm。如需进行高温拉伸试验,则按NB/T 20004进行。每个试验条件下,各取1个拉伸试样。

5.6 堆焊层弯曲试验

弯曲试验在焊态或焊后热处理态(若产品焊缝需要焊后热处理)下进行。弯曲试验按NB/T 20004规定进行, $D=4T$ (D :弯轴直径; T :试样厚度),弯曲角度 $\alpha=180^\circ$ 。每个状态下4个侧弯试样,其中一组(2个)平行于焊接方向,另外一组(2个)垂直于焊接方向。

5.7 熔敷金属晶间腐蚀试验

晶间腐蚀试验在焊态或焊后热处理态(若产品焊缝需要焊后热处理)下进行,每个试验条件下取两个试样。试样须经 $675^\circ\text{C}\pm 5^\circ\text{C}\times 1\text{h}$ 的敏化处理,按GB/T 15260的“B”法进行晶间腐蚀试验。

5.8 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 20328.2的规定进行。

渗透检测按NB/T 20328.4的规定进行。

6 检验规则

6.1 批量划分

焊带、焊剂的批量分别按GB/T 25778中的S3、F2规定执行。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

6.2.1 焊带取样

应从每批焊带中抽取3%，但不少于2盘（卷）进行化学成分、尺寸和表面质量等检验。

6.2.2 焊剂取样

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 每批焊带应按下列要求进行验收：

- a) 焊带尺寸检验结果应满足 4.1.1 要求；
- b) 焊带的表面质量和缠绕要求检验结果应满足 4.1.2 及 4.1.3 要求；
- c) 焊带的化学成分满足 4.1.4 要求。

6.3.2 每批焊剂的质量应符合 4.2 的要求。

6.3.3 每批焊带-焊剂组合应按下列要求进行验收：

- a) 熔敷金属化学成分应满足 4.3 要求；
- b) 熔敷金属的拉伸应满足 4.4 要求；
- c) 堆焊层弯曲试验应满足 4.5 要求；
- d) 熔敷金属的晶间腐蚀试验结果应满足 4.6 要求。

6.4 复验

6.4.1 任何一项力学性能不合格时，则该项应取双倍试样进行复验。如果某一不合格的结果是由于试验的实施过程中的问题或由于试样存在缺陷引起的，则有关结果不予认可，并应重新进行试验。

6.4.2 复验试样可以从原始试件或新的试件上切取。复验只允许一次。

6.4.3 对于化学成分分析，只需要对不符合要求的元素进行复验。

6.4.4 复验拉伸性能时，抗拉强度、规定塑性延伸强度及断后伸长率同时作为复验项目。

6.4.5 弯曲性能若不合格，应做两组复验，两组试样的复验结果均应合格。

7 包装、标志和质量证明文件

7.1 包装

焊材应密封包装供货。保证在正常条件下的运输和贮存过程中免受损伤。

7.2 标识

每个焊带焊剂包装外部至少应标明下列内容:

- a) 本标准号、焊材型号及焊材牌号;
- b) 焊材制造商名称和商标;
- c) 规格和净重;
- d) 批号;
- e) 生产日期。

7.3 质量证明文件

在焊材交货的同时应提交焊材质量证明文件,至少应包括下列内容:

- a) 合同号或订单号;
- b) 焊材的型号、牌号和标准号;
- c) 制造商名称和商标;
- d) 批号、检验号;
- e) 规格、供货数量和生产日期;
- f) 试板焊接实际使用的焊接电流、焊接电压、焊接速度、预热温度、道间温度、热输入;
- g) 焊后热处理条件和焊后热处理参数,包括加热和冷却速度、热处理温度和保温时间;
- h) 所有要求的试验报告,包括取样位置,试验方法,试验温度,试样类型以及试验结果等;

若焊材制造商和焊材供货商不是同一个公司,焊材供货商需向采购方提供焊材制造商的全部质量证明文件。

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 34 部分：
安全级设备镍基合金堆焊用焊带和焊剂
NB/T 20009.34—2017

*

核工业标准化研究所出版发行
北京海淀区骚子营 1 号院
邮政编码：100091
电 话：010-62863505
原子能出版社印刷
版权专有 不得翻印

*

2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷
印数 1—50 定价 25.00 元