

# 中华人民共和国能源行业标准

NB/T 20008.8—2012

---

## 压水堆核电厂用其他材料 第8部分: 镍-铬-铁合金热挤管

**Other materials for pressurized water reactor nuclear power plants  
Part 8: Hot extruded nickel-chromium-iron alloy pipes**

2012-10-19 发布

2013-03-01 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 制造..... 2

4 化学成分..... 2

5 力学性能..... 3

6 金相检验..... 4

7 表面质量..... 5

8 无损检测..... 5

9 缺陷部位的清除和修整..... 5

10 水压试验..... 6

11 尺寸检查..... 6

12 标志..... 6

13 清洁、包装和运输..... 6

14 质量证明文件..... 6

## 前 言

NB/T 20008《压水堆核电厂用其他材料》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 20009《压水堆核电厂用焊接材料》共同构成了压水堆核电厂核岛机械设备用材料系列标准。

NB/T 20008《压水堆核电厂用其他材料》分为若干部分，本部分为NB/T 20008的第8部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则修订。

本部分代替EJ/T 1124—2000《压水堆核电厂控制棒驱动机构管座镍基合金无缝管技术条件》。

本部分与EJ/T 1124—2000相比，主要变化如下：

- 取消600合金相关内容；
- 将690合金按国内牌号命名方法命名为NS3105；
- 调整了C、S、Cr、Cu、Co、Ti、Al各元素的成分范围，取消了B、N元素要求；
- 350℃拉伸试验的断后伸长率要求改为“提供数据”，取消了断面收缩率要求；
- 增加了硬度检验要求；
- 酸浸检验改为可选项；
- 取消腐蚀试验；
- 增加缺陷的清除和修补的规定；
- 不再将验收性复验作为强制要求。

本部分参考RCC-M M4108（2000版、2002补遗和2005补遗）《热挤NC30Fe镍-铬-铁合金管》，并结合国内镍-铬-铁合金管制造经验而编制。

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：中国核动力研究设计院。

本部分主要起草人：张冀辉、黄海、李磊。

## 压水堆核电厂用其他材料

### 第8部分：镍-铬-铁合金热挤管

#### 1 范围

本部分规定了压水堆核电厂用镍-铬-铁合金热挤管的制造、化学成分、试验、检验和验收等技术要求。

本部分适用于压水堆核电厂用镍-铬-铁合金（NS3105）热挤管。

#### 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 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法（GB/T 223.5—2008，ISO 4829-1:1986,ISO 4829-2:1988，MOD）

GB/T 223.9 钢铁及合金 铝含量的测定 铬天青S分光光度法

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 223.17 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 223.25 钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟重量法测定镍量

GB/T 223.53 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定铜量

GB/T 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 铋磷钼蓝分光光度法和铋磷钼蓝分光光度法

GB/T 223.62 钢铁及合金化学分析方法 乙酸丁酯萃取光度法测定磷量

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 223.64—2008，ISO 10700:1994，IDT）

GB/T 223.65 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收光谱法测定钴量

GB/T 223.67 钢铁及合金 硫含量的测定 次甲基蓝分光光度法（GB/T 223.67—2008，ISO 10701:1994，IDT）

GB/T 223.73 钢铁及合金 铁含量的测定 三氯化钛-重铬酸钾滴定法

GB/T 223.84 钢铁及合金 钛含量的测定 二安替比林甲烷分光光度法（GB/T 223.84—2009，ISO 10280:1991，IDT）

GB/T 223.85 钢铁及合金 硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法（GB/T 223.85—2009，ISO 4935:1989，IDT）

GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法（GB/T 223.86—2009，ISO 9556:1989，IDT）



NB/T 20008.8—2012

GB/T 228.1—2010 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法 (GB/T 228.1—2010, ISO 6892-1:2009, MOD)

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分: 试验方法 (GB/T 231.1—2009, ISO 6506-1:2005, MOD)

GB/T 4338 金属材料高温拉伸试验方法 (GB/T 4338—2006, ISO 783:1999, MOD)

GB/T 6394 金属平均晶粒度测定法

GB/T 10561—2005 钢中非金属夹杂物含量的测定--标准评级图显微检验法 (ISO 4967:1998, IDT)

GB/T 13298 金属显微组织检验方法

GB/T 14999.2 高温合金横向低倍组织酸浸试验法

GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法 (GB/T 20066—2006, ISO 14284:1996, IDT)

NB/T 20003.2—2010 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—2010 核电厂核岛机械设备无损检测 第4部分: 渗透检测

### 3 制造

#### 3.1 制造大纲

开始制造前, 制造商应制订包括下列内容的制造大纲:

- 冶炼方法;
- 铸锭重量和类型;
- 锭头、锭尾切除重量百分比;
- 热加工的各个阶段;
- 固溶处理及补充热处理条件;
- 验收试验用试料在管子上的位置图;
- 试样在试料中的位置图。
- 按时间先后顺序列出冶炼、铸锭、热加工、各种热处理、取样、无损检测等的工艺流程图。

#### 3.2 冶炼

合金应在电炉中冶炼。可采用真空或电渣重熔。也可采用更优的冶炼方法。

#### 3.3 热加工

热挤压管坯应取自充分切除锭头和锭尾的棒料。总锻造比应大于3。

管子应经热挤压成形。

#### 3.4 交货状态

管子应经过固溶处理和补充热处理后交货。

固溶处理应在1000℃~1150℃之间进行。如果热加工的终了温度在这个温度范围内, 且能达到所要求的力学性能, 则不要求再进行炉内固溶处理。这种情况下, 应详细记录热加工终了温度和冷却条件。

管子应经受715℃±15℃至少5小时的补充热处理。

### 4 化学成分

#### 4.1 规定值

NS3105合金熔炼分析和成品分析结果应符合表1的规定。

表1 化学成分

元素	化学成分（质量分数）/%
C	0.010~0.040
Si	≤0.50
Mn	≤0.50
S	≤0.010
P	≤0.015
Ni	≥58.00
Cr	28.00~31.00
Fe	8.00~11.00
Cu	≤0.50
Co	≤0.10
Ti	≤0.50
Al	≤0.50

#### 4.2 化学成分分析

化学成分分析取样应按GB/T 20066—2006进行。化学成分分析应按GB/T 223适用部分进行。

管子制造厂应每炉提供一份熔炼分析的化学成分报告，应在浇铸时取样。若合金经真空或电渣重熔，则熔炼分析试样应取自重熔钢锭的底部。

管子制造厂还应每炉提供一份成品分析的化学成分报告。成品分析试样应取自该炉中的任一根管子。

### 5 力学性能

#### 5.1 规定值

交货状态管子的力学性能应符合表2的规定。

表2 力学性能

试验项目	试验温度/℃	性能	规定值
拉伸试验	室温	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	240~400
		抗拉强度 $R_m$ /MPa	≥550
		断后伸长率 $A$ /%	≥35
	350	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	≥180
		抗拉强度 $R_m$ /MPa	≥497
		断后伸长率 $A$ /%	提供数据
硬度试验	室温	布氏硬度 HBW	提供数据

#### 5.2 取样

应在交货状态的管子端部截取试料，并对这些试料进行标识。

试料应有足够的尺寸，以便截取全部验收试样和可能的复试试样。

拉伸试样的纵向轴线应平行于管子的轴线，并位于壁厚的二分之一处。

### 5.3 试验

#### 5.3.1 组批规则

每批管子由同一熔炼炉号、相同的制造工艺、相同直径、相同壁厚、同炉热处理或同炉期热处理的管子组成。每批限量为50根，总长不超过200 m。

#### 5.3.2 试验项目和试样数量

每批抽取两根管子，从每根管子上各取一个室温拉伸试样，从其中任一根管子上取一个350℃拉伸试样和一个硬度试样。

#### 5.3.3 试验方法

##### 5.3.3.1 室温和高温拉伸试验

拉伸试样应采用 GB/T 228.1—2010 中 R4 试样。若管壁厚不足以截取上述试样，可按 GB/T 228.1—2010 的规定截取条状或管段试样。

室温拉伸试验按GB/T 228.1—2010的规定执行。

高温拉伸试验按GB/T 4338的规定执行。试验时，从试验开始至达到屈服强度期间，试样的应力速率应不超过80 MPa/min。

##### 5.3.3.2 硬度试验

硬度试验试样及试验方法应符合 GB/T 231.1 的规定。

### 5.4 复试

如果试验结果不合格，并且试样存在物理缺陷、或由于试样装夹不当、或试验机故障而致试验结果不合格，则应另取一个试样重新进行试验。如果第二次试验合格，则该批管子可予验收，反之，按下述规定执行。

如果试验结果不合格不是由于上述任何一种原因所致，则应对测得的每个不合格结果再取双倍试样进行复试。复试试样应取自不合格试样的邻近部位，若复试结果均合格，则该批管子可予验收，反之，不予验收（见5.5）。

### 5.5 重新热处理

管子因力学性能试验结果不合格而不予验收时，可按3.4的要求对该批管子重新热处理。重新热处理条件应在热处理报告中注明。

重新热处理后应按5.2的规定重新截取试样，按5.3的规定重新进行试验。重新热处理不应超过两次。

## 6 金相检验

### 6.1 显微组织

每批取一个试样，按GB/T 13298的规定进行显微组织检验。

微观组织显示碳化物主要在晶界上析出，晶粒内应无析出或很少量析出。

## 6.2 晶粒度

晶粒度试样应在拉伸试样附近截取，每批取一个试样，根据GB/T 6394的规定检测管子的晶粒度。晶粒度应等于或大于2级。

## 6.3 非金属夹杂物

在热挤压前相当于钢锭头部的棒料横截面1/2半径处取样。

每批取一个试样，根据GB/T 10561—2005中A法检查纵截面的非金属夹杂物，应满足下列要求：

A类和B类夹杂物等于或小于1.5级，C类和D类夹杂物等于或小于1.0级。

## 6.4 酸浸检验

若订货方要求，每批取一个试样，按GB/T 14999.2的规定进行酸浸检验。

检验结果应为在整个管子横截面上不应有分层、夹渣和裂纹等宏观缺陷。

## 7 表面质量

应对每根管子进行表面质量检验，其内、外表面应无影响其使用的缺陷。

管子内外表面粗糙度 $Ra \leq 6.3 \mu m$ 。

## 8 无损检测

### 8.1 渗透检测

在最终机加工后，应按NB/T 20003.4—2010的规定对所有管子外表面进行渗透检测，验收标准应符合NB/T 20003.4—2010中8.1.2的规定。

### 8.2 超声检测

#### 8.2.1 检测方法

应按NB/T 20003.2—2010的规定对管子逐根进行超声检测。

管子表面状态应满足NB/T 20003.2—2010中6.4的规定。

采用横波检测管子的横向和纵向缺陷。

#### 8.2.2 检测时机和检测范围

在最终机加工到交货尺寸后，应对管子整个体积进行超声检测。

对于不能在自动试验台上进行全部检测的端部，或是切除，或是在至少100 mm范围作手工检测。手工检测方法应至少与自动检测方法一样灵敏，用来校准灵敏度的参考反射体应与自动检测的相同。

#### 8.2.3 记录条件和验收标准

按NB/T 20003.2—2010中17.14的规定。

## 9 缺陷部位的清除和修整



如果管子通过表面检查或无损检测发现有不可接受的缺陷时，一般应切除带缺陷的管段。

对于表面缺陷也可通过打磨予以清除，打磨后管壁剩余厚度应大于或等于规定的最小厚度。打磨时应采取必要的预防措施，如避免局部过热，采用无铁金刚砂砂轮等。

缺陷清除后，应对打磨部位进行渗透检测（见8.1）。

不应对管子进行任何焊补。

## 10 水压试验

管子应逐根进行水压试验。

水压试验可以在切割至最终长度前进行。水压试验的水质要求、压力和保压时间应在订货合同中注明。水压试验过程中，管子外表面应无任何渗漏痕迹。

## 11 尺寸检查

管子尺寸及其允许偏差应符合订货合同的要求。

## 12 标志

管子制造厂应按照订货合同的要求规定合金管识别标志和标记方法。与合金管一同交付的试料亦应按订货合同要求进行标记。

## 13 清洁、包装和运输

清洁、包装和运输应符合订货合同的规定。

## 14 质量证明文件

管子制造厂交货时应提供质量证明文件，内容至少包括：

- 熔炼分析和成品分析的化学成分报告；
- 热处理报告（包括可能的重新热处理）；
- 力学性能试验报告；
- 金相检验报告；
- 酸浸检验报告（如果合同规定进行此项检查）；
- 水压试验报告；
- 无损检验报告；
- 尺寸检验报告。

上述报告应包括：

- 炉号和管子批号；
- 制造厂的识别标记；
- 订货合同号；
- 检验机构的名称（适用时）；
- 各试验和复验结果以及相应的规定值。

中 华 人 民 共 和 国  
能 源 行 业 标 准  
压水堆核电厂用其他材料 第 8 部分：镍-  
铬-铁合金热挤管  
NB/T 20008.8—2012

\*

原子能出版社出版  
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  
总装备部军标出版发行部印刷车间印刷  
版权专有 不得翻印

\*

2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷  
印数 1—200