

ICS 77.150.40

H 62

备案号: 57387-2017

NB

中 华 人 民 共 和 国 能 源 行 业 标 准

NB/T 20008.30—2017

**压水堆核电厂用其他材料 第 30 部分：
安全级设备用 NS3105 合金管**

**Other material for pressurized water reactor nuclear power plants - Part 30:
NS3105 alloy pipes for nuclear safety related equipment**

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 制造	1
4 化学成分	2
5 力学性能和工艺性能	3
6 晶间腐蚀试验	4
7 宏观浸蚀试验	4
8 金相检验	5
9 重新热处理	5
10 表面质量	6
11 无损检测	6
12 缺陷的清除与修整	6
13 水压试验	6
14 尺寸和外形检查	6
15 标志、清洁、包装和运输	6
16 质量证明文件	7

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30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。

本部分由上海核工程研究院设计负责起草，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参加起草。

本部分主要起草人：王秉熙、李辉、何戈宁、张兴辉、李权柄、焦少阳。

压水堆核电厂用其他材料 第30部分： 安全级设备用 NS3105 合金管

1 范围

本部分规定了压水堆核电厂安全级设备用NS3105合金管的制造、检验和验收等要求。
本部分适用于压水堆核电厂安全级设备中承担安全功能的零部件用NS3105合金管。
本部分不适用于压水堆核电厂安全级设备换热管。

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 钢铁及合金化学分析方法

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

GB/T 241 金属管 液压试验方法

GB/T 246 金属管 压扁试验方法（GB/T 246—2007, ISO 8492:1998, IDT）

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方法

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 11170 不锈钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）

GB/T 14999.2 高温合金试验方法 第2部分：横向低倍组织及缺陷酸浸检验

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

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）

GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法（常规方法）（GB/T 20123—2006, ISO 15350:2000, IDT）

NB/T 20328.2—2015 核电厂核岛机械设备无损检测另一规范 第2部分：超声检测

NB/T 20328.4—2015 核电厂核岛机械设备无损检测另一规范 第4部分：渗透检测

ASTM E2594 电感耦合等离子体原子发射光谱法分析镍合金的标准试验方法（基于性能的方法）
（Standard Test Method for Analysis of Nickel Alloys by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (Performance-Based Method)）

3 制造

3.1 制造文件

合金管制造前，制造厂应编制一份说明冶炼、成形和热处理等操作的文件。

3.2 冶炼

应采用电炉加炉外精炼的方法冶炼，也可采用其它相当或更好的冶炼方法。

3.3 成形

合金管可热加工或冷加工成形。

3.4 热处理和交货状态

合金管应以固溶处理加特殊热处理状态供货。材料的固溶处理工艺可由合金管制造厂决定，以获得所期望的力学性能和显微组织。

合金管应进行专门的固溶处理，不能将合金管热成形后的快速冷却作为固溶处理。

固溶处理后，所有合金管需要进行特殊热处理，加热保温温度范围为705℃～730℃，保温时间至少8 h。

固溶处理和特殊热处理均应在保护性气氛（如氢气、惰性气体）或真空环境中进行。如果材料制造厂能够提供足够证据来证明所采用的除锈方法可保证合金管最终表面没有脱碳、晶间腐蚀和其它有害的表面状态，并且得到了材料采购方的认可，可以不在上述保护性气氛中进行热处理。没有采购方的许可，不允许在固溶处理或特殊热处理后进行酸洗。

合金管热处理记录应列入材料质量证明文件。热处理记录应包括固溶处理、特殊热处理的保温温度及其偏差、保温时间、加热气氛、加热速率和冷却方法等。合金管所有热处理在保温期间的温度偏差不应超过±10℃。

4 化学成分

4.1 规定值

合金的化学成分（熔炼分析和成品分析）应符合表1的规定。

表1 化学成分

类别	化学成分（质量分数）/%								
	Ni	Cr	Fe	Mn	Si	C	Al	Ti	B
熔炼分析	≥58.0	28.0~31.0	7.0~11.0	≤0.5	≤0.5	0.015~0.030	≤0.50	≤0.50	≤0.005
成品分析	≥58.0	28.0~31.0	7.0~11.0	≤0.5	≤0.5	0.015~0.030	≤0.50	≤0.50	≤0.005
类别	化学成分（质量分数）/%								
	N	S	P	Cu	Nb	Mo	Co	Mg	Ta
熔炼分析	≤0.05	≤0.010	≤0.015	≤0.20	≤0.10	≤0.10	≤0.05	提供数据	提供数据
成品分析	≤0.05	≤0.010	≤0.015	≤0.20	≤0.10	≤0.10	≤0.05	提供数据	提供数据

4.2 化学成分分析

化学成分分析试样的取样和制样方法按本部分和GB/T 20066的规定执行，分析方法按GB/T 223适用部分、GB/T 11170、GB/T 20123或ASTM E2594的有关规定执行，仲裁分析应按GB/T 223适用部分执行。

制造厂应提供一份熔炼分析和成品分析的化学成分分析报告。熔炼分析应在每炉浇注合金锭时取样，对于重熔材料应在每个重熔锭端部取样。每批合金管进行一次成品分析，成品分析试样应取自拉伸试样的邻近部位，也可取自试验后的室温拉伸试样的端部。

5 力学性能和工艺性能

5.1 规定值

经固溶处理加特殊热处理后的合金管的力学性能应满足表2的规定。

表2 力学性能

试验项目	试验温度/℃	力学性能	规定值
拉伸试验	室温	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	240~345
		抗拉强度 R_m /MPa	≥586
		断后伸长率 A % (热加工管)	≥35
		断后伸长率 A % (冷加工管)	≥30
		断面收缩率 Z %	提供数据
	350*	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	≥190
		抗拉强度 R_m /MPa	≥496
		断后伸长率 A %	提供数据
断面收缩率 Z %		提供数据	
* 稳压器用合金管的试验温度为 360℃。			

5.2 取样

5.2.1 每批交货状态的合金管中任取一根截取一个试环。试环应具有足够的尺寸，以便截取所有试验及可能复试所需的试样。

5.2.2 试料、试样均应采用机加工方法截取。

5.2.3 拉伸试样的取样位置应符合如下规定：

- a) 当采用圆形横截面比例试样时，拉伸试样纵轴位于壁厚的中心；
- b) 拉伸试样的有用部位距合金管端面距离至少等于合金管的壁厚。

5.3 试验

5.3.1 组批规则

每批合金管应由相同熔炼炉号、相同制造工艺、同炉热处理或在连续式炉中经受相同条件的同一次热处理、相同尺寸的合金管组成。

5.3.2 试验项目和数量

从 5.2.1 所述的每块试料上加工如下试样：

- 1 个室温拉伸试样；
- 1 个高温拉伸试样；
- 1 个压扁试样。

5.3.3 试验方法

5.3.3.1 拉伸试验

拉伸试样采用GB/T 228.1—2010规定的比例试样。

室温拉伸试验应按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。

5.3.3.2 压扁试验

压扁试样为一段长度大于或等于63.5 mm的合金管。

压扁试验方法按GB/T 246的规定执行，并满足以下要求：

第一步延性试验。试验时将试样放在两个平行板之间压扁至公式（1）计算所得值 H 以下，压扁试验后试样的所有表面均不得出现任何裂纹或开裂。 H 值计算如下：

$$H = \frac{(1 + \alpha)t}{\alpha + t/D} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

H ——力作用下两压板之间的距离的数值，单位为毫米（mm）；

t ——合金管壁厚的数值，单位为毫米（mm）；

D ——合金管外径的数值，单位为毫米（mm）；

α ——单位长度变形系数，取0.08。

第二步完整性试验。继续压扁直到试样破裂或试样内壁相互接触为止。

在整个压扁试验过程中，若发现有分层或有其他缺陷的材料，应予以拒收。

5.4 复试

如果力学性能的试验结果不符合表2的要求，可在不合格试样的邻近部位取双倍试样进行复试。如果复试结果均合格，则该批合金管予以验收。

压扁试验不合格时，不允许复试。

6 晶间腐蚀试验

当订货合同规定时，应在5.2.1所述的试料上截取1个试样进行晶间腐蚀试验。晶间腐蚀试验按GB/T 15260—1994中方法D进行，试样不需进行敏化，按如下公式计算的试样腐蚀速率应小于0.083 g/(m²·h)。

腐蚀速率计算公式如下：

$$\text{腐蚀率} = \frac{W_{\text{前}} - W_{\text{后}}}{S \times t} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$W_{\text{前}}$ ——试验前试样重量的数值，单位为克（g）；

$W_{\text{后}}$ ——试验后试样重量的数值，单位为克（g）；

S ——试样总面积的数值，单位为平方米（m²）；

t ——试验时间的数值，单位为小时（h）。

7 宏观浸蚀试验

当订货合同规定时，应在每批交货的一根合金管在交货前进行宏观浸蚀试验，应在合金管的两端切头横截面部位进行试验，用肉眼或借助10倍以下的放大镜进行评定，不允许有缩孔、空洞、裂纹、夹渣及针孔等缺陷。

宏观浸蚀试验按GB/T 14999.2进行。

8 金相检验

8.1 试样

应在5.2.1所述的试料上截取试样分别进行显微组织、晶粒度和非金属夹杂物检验。

8.2 显微组织

合金管应在所有晶界处表现为连续的碳化物析出，且晶粒内析出极少。对经2%溴-甲醇溶液或盐酸-乙醇-双氧水溶液浸蚀的材料，应在500倍扫描电镜下观察其显微组织并拍摄显微组织照片。显微组织照片、放大倍数或标尺、浸蚀剂等应作为质量证明文件的一部分。

图1为期望的固溶处理加特殊热处理后的显微组织（经2%溴-甲醇溶液侵蚀）。

8.3 晶粒度

合金管的晶粒度应按GB/T 6394评定。热加工管的晶粒度应为4级或更细；冷加工管的晶粒度应为5级或更细。



500X

图1 固溶处理加特殊热处理 NS3105 合金的扫描电镜显微照片。

8.4 非金属夹杂物

非金属夹杂物按GB/T 10561—2005方法A进行评定，试验结果应符合如下要求：

- A类：粗系、细系分别小于或等于1.5级；
- B类：粗系、细系分别小于或等于1.5级；
- C类：粗系、细系分别小于或等于1.0级；
- D类：粗系、细系分别小于或等于1.0级。

9 重新热处理

如果合金管的力学性能试验不合格,允许对合金管进行重新热处理,并进行除化学成分分析以外所有规定的试验和检验。

重新热处理只允许一次。

10 表面质量

交货合金管的表面不得有裂纹、折叠、结疤、夹杂及其他有损于合金管使用的缺陷。

11 无损检测

11.1 渗透检测

在所有热处理并最终机加工后,应对每根合金管的所有外表面和可达内表面进行100%渗透检测。渗透检测方法和验收标准按NB/T 20328.4的规定进行。

11.2 超声检测

在所有热处理并最终机加工后,应对每根合金管进行100%体积的超声检测。超声检测方法和验收标准按NB/T 20328.2的规定进行。

12 缺陷的清除与修整

如果合金管的表面或近表面发现不可验收的缺陷,可以用打磨的方法清除。磨具应为仅含碳化硅、氧化铝或金刚石磨料的磨具,该磨具应是未使用过的或此前仅在镍基合金上使用过的。打磨过程中应避免局部过热,打磨区应与邻近表面平滑过渡。清除缺陷后的尺寸仍应符合交货尺寸的规定。打磨后的区域还应按12.1要求重新进行检测。

不允许对合金管进行任何焊补。

13 水压试验

每根交货的合金管按GB/T 241的规定进行水压试验。水压试验的保压压力和时间按订货合同执行。保压期间合金管无任何渗漏。

14 尺寸和外形检查

交货合金管的尺寸和公差应符合订货合同的要求。

15 标志、清洁、包装和运输

合金管的标志、清洁、包装和运输应符合订货合同的相关规定。

在合金管的制造、加工和运输过程中,应避免接触到可能对材料性能和完整性产生不利影响的物质,如:铅、锌、铜、铝、镉、锡、砷、汞、铋、铈、硫、卤素和其它低熔点金属和它们的合金及化合物。此外,由于含氯材料老化产生的酸性氯化物是潜在的危险,因此需合理选用胶带、标记物、耦合剂、磁性墨水、渗透剂及涂料等来予以避免。

合金管表面应没有锈斑、油污及其它污染物。

16 质量证明文件

在合金管交货的同时应提交材料质量证明文件，其内容至少包括：

- a) 化学成分（熔炼分析和成品分析）分析报告；
- b) 热处理报告（包括重新热处理，如果有）；
- c) 力学性能试验报告（包括复试，如果有）；
- d) 晶间腐蚀试验报告；
- e) 宏观浸蚀试验报告；
- f) 金相检验报告（包括显微组织、晶粒度和非金属夹杂物）；
- g) 表面质量检验报告；
- h) 无损检测报告；
- i) 压扁试验报告；
- j) 水压试验报告；
- k) 尺寸和外形检查报告；
- l) 未曾焊补的声明；

以上报告应至少包括：

- 合金管制造厂名称或代号；
- 订货合同号；
- 材料标准号和牌号；
- 熔炼炉号、热处理炉号、批号和件号；
- 材料识别标记（如果有）；
- 检验机构名称（如适用）；
- 各种试验结果（包括复试，如果有），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 30 部分：
安全级设备用 NS3105 合金管
NB/T 20008.30—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