

ICS 23.040.10

H 48

备案号: 54704—2016

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 20006.33—2016

压水堆核电厂用合金钢 第33部分: 蒸汽发生器用 10Cr1Mo 钢管

Alloy steel for pressurized water reactor power plant—Part33:

10Cr1Mo pipe for steam generator

2016 - 02 - 05 发布

2016 - 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 力学性能与工艺性能	2
6 宏观浸蚀试验	4
7 水压试验	4
8 重新热处理	5
9 表面质量	5
10 缺陷的清除与修整	5
11 尺寸和外形检查	5
12 标志、清洁、包装和运输	5
13 质量证明文件	5

前 言

NB/T 20006《压水堆核电厂用合金钢》与NB/T 20005《压水堆核电厂用碳钢和低合金钢》、NB/T 20007《压水堆核电厂用不锈钢》、NB/T 20008《压水堆核电厂用其他材料》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 20006《压水堆核电厂用合金钢》分为若干部分。本部分为NB/T 20006的第33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：中广核工程有限公司、上海核工程研究设计院、中国核动力研究设计院。

本部分主要起草人：阴志英、李承亮、左超平、王永东、李辉、汤臣杭。

压水堆核电厂用合金钢 第33部分： 蒸汽发生器用 10Cr1Mo 钢管

1 范围

本部分规定了压水堆核电厂蒸汽发生器用10Cr1Mo无缝钢管的制造、检验和验收等要求。
本部分适用于压水堆核电厂蒸汽发生器用10Cr1Mo无缝钢管（直管或弯管）。

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 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法

GB/T 228.1 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 229—2007 金属材料 夏比摆锤冲击试验 (ISO 148-1:2006, 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 4336 碳素钢和中低合金钢火花源原子发射光谱分析方法(常规法)

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 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)

GB/T 20125 低合金钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

NB/T 20004—2014 核电厂核岛机械设备材料理化检验方法

3 制造

3.1 制造文件

钢管制造前，钢管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

钢应采用电炉冶炼，也可采用其它相当或更好的工艺冶炼。

3.3 成形

直管可采用热加工或冷拔成形。弯管应采用热弯工艺成形。

3.4 热处理和交货状态

- 3.4.1 直管应以完全退火、等温退火或正火加回火状态交货，如果以正火加回火状态交货，最低回火温度应为 650 ℃。
- 3.4.2 弯管应以整体热处理状态交货，热处理工艺按 3.4.1 的规定执行。弯制用直管可不以热处理状态交货。
- 3.4.3 钢管在所有热处理保温期间的温度偏差不得超过±10 ℃。
- 3.4.4 所有热处理的过程（包括热处理保温温度、保温时间、加热速率和冷却方法等）应予以记录并列入材料质量证明文件。

4 化学成分

4.1 规定值

钢的化学成分（熔炼分析和成品分析）应符合表1的规定。

表1 化学成分

化学成分（质量分数）						
%						
C	Si	Mn	P ^a	S ^a	Cr	Mo
0.05~0.15	0.50~1.00	0.30~0.60	≤0.020	≤0.015	1.00~1.50	0.44~0.65
^a 成品分析上限增加 0.005%。						

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适用部分或GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20125的有关规定执行，仲裁分析应按GB/T 223适用部分执行。

钢管制造厂应提供一份熔炼分析的化学分析报告，同时还应提供一份成品分析的化学分析报告。

熔炼分析试样应在钢锭浇注过程中取样。相同熔炼炉号、相同直径和壁厚的钢管（不超过100根）应抽取两根分别进行成品分析，试样应取自拉伸试样的邻近部位，也可取自室温拉伸试验后的试样端部。

如果成品分析有一根钢管的分析结果不符合表1的规定，则应对该批钢管逐根进行成品分析，分析合格的钢管可予验收。

5 力学性能与工艺性能

5.1 力学性能规定值

交货状态下的钢管的力学性能应符合表2的规定。

当订货合同要求时，如果钢管在后续制造过程中进行焊后热处理，制造厂应截取试料按照后续制造工艺进行模拟焊后热处理，试验结果应符合表2的规定。

5.2 取样

- 5.2.1 应在交货状态的每根钢管任一端截取一个试环。

所有试样应采用机加工方法截取，拉伸、冲击试样应取纵向试样，所有试样中心线应位于管壁厚度的中心，试样有用部分距热处理端面至少为一个壁厚。冲击试样缺口底线应垂直于钢管的最近热处理表面。压扁试样为全横截面钢管。

5.2.2 试环应具有足够的尺寸，以便能截取全部试验和可能复试所需的试样。

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	≥205
		抗拉强度 R_m /MPa	≥415
		断后伸长率 $A_{t.51}$ /%	≥22 ^a
		断后伸长率 $A_{50\text{ mm}}$ /%	≥30 ^b
	350	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	≥158
		抗拉强度 R_m /MPa	≥373
冲击试验	0	吸收能量 ^c KV_8 /J	≥68
		侧膨胀值 ^c LE /mm	≥0.90

^a 对标距为 50 mm 的标准圆形横截面试样，或标距等于 4 倍试样直径的小尺寸比例试样；

^b 厚度大于或等于 8 mm 的纵向条形试样的基本断后伸长率，标距 50 mm；对厚度小于 8 mm 的纵向条形试样，试样每减薄 0.8 mm，规定的最小断后伸长率减 1.5%（绝对值）；

^c 单个试样最小值。

5.3 试验

5.3.1 试验项目和数量

应在每个试环上截取如下试样：

- 1 个室温拉伸试样；
- 1 个高温拉伸试样；
- 3 个夏比（V 型缺口）冲击试样（仅对壁厚大于或等于 12 mm 的钢管）；
- 1 个压扁试样。

5.3.2 试验方法

5.3.2.1 拉伸试验

拉伸试样应符合 NB/T 20004—2014 附录 A 中 A.1 或 A.3 的规定。

室温拉伸试验按 GB/T 228.1 的规定执行。

高温拉伸试验按 GB/T 4338 的规定执行。

5.3.2.2 冲击试验

冲击试样应符合GB/T 229—2007表2中标准试样（V型缺口）的规定，三个试样应在相邻位置截取。
冲击试验方法按GB/T 229—2007的规定执行。

5.3.2.3 压扁试验

压扁试样为一段长度大于或等于63.5 mm的钢管。

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 ——钢管壁厚的数值，单位为毫米（mm）；

D ——钢管外径的数值，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

如果钢管的一项或几项力学性能试验结果不符合5.1的规定，可在不合格试样的邻近部位取两个补充试样进行复试。当两个补充试样均满足要求时，该钢管可予验收。

其中冲击试验不合格时，仅在同时满足下列要求时，方可进行一次复试：

- a) 试验结果的平均值满足表2的规定；
- b) 仅有一个试样的试验结果低于表2的规定，但其吸收能量比规定值低14 J以内，或侧膨胀值比规定值低0.13 mm以内。

压扁试验不合格时，不允许复试。

6 宏观浸蚀试验

在每根交货状态钢管的端部截取一段长度约为20 mm的全横截面试片进行宏观浸蚀试验。

试验方法按GB/T 226的规定执行。

在宏观浸蚀试片上，不得有肉眼可见的缩孔、气泡、裂纹、夹杂、夹渣及翻皮等缺陷。

7 水压试验

每根交货状态钢管应按GB/T 241的规定进行水压试验。试验产生的应力应不小于规定塑性延伸强度最小值的60%。水压试验压力应由公式（2）计算：

$$P = 2St/D \dots\dots\dots (2)$$

式中：

P ——水压试验压力的数值，单位为兆帕（MPa）；

S ——管壁应力的数值，单位为兆帕（MPa）；

t ——规定壁厚的数值，单位为毫米（mm）；

D ——规定外径的数值，单位为毫米（mm）。

除非订货合同另有规定，试验压力应不超过 19 MPa。
在试验压力下应至少保持 5 s，不允许出现渗漏现象。

8 重新热处理

如果钢管的力学性能试验不合格，允许对不合格的钢管进行重新热处理，并按第5章的规定重新进行力学性能和工艺性能试验。

重新热处理不允许超过两次。

9 表面质量

每根交货成品钢管应进行表面质量检查，钢管的表面不允许存在裂纹、气泡、结疤、折叠和夹杂等对使用有害的缺陷。

10 缺陷的清除与修整

如果钢管表面检验发现存在不可验收的缺陷，允许采用打磨或机加工方法进行清除。缺陷清除区域应与周围表面平滑过渡，钢管的尺寸仍应符合订货合同和图纸的规定。

缺陷清除后，应对该修整区域重新进行表面质量检查，保证该缺陷已被完全清除。

不允许钢管制造厂对钢管进行焊补。

11 尺寸和外形检查

交货前，应对所有成品钢管进行尺寸和外形检查。钢管的所有尺寸、外形及表面粗糙度等应满足订货合同和图纸的规定。

12 标志、清洁、包装和运输

钢管的标志、清洁、包装和运输应按订货合同的相关规定执行。

钢管表面应没有锈斑、油污及其它污染物。

13 质量证明文件

钢管制造厂在交货时应提交质量证明文件，其内容至少应包括：

- 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) 压扁试验报告；
- e) 宏观浸蚀试验报告；
- f) 水压试验报告；
- g) 表面质量检查报告；
- h) 尺寸和外形检查报告；

i) 未曾焊补的声明。

以上报告至少应包括：

——钢管制造厂名称或代号；

——订货合同号；

——钢管标准号和牌号；

——熔炼炉号和件号；

——材料识别标记（如果有）；

——检验机构名称（如适用）；

——各种试验和复试结果，以及相应的规定值。

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
压水堆核电厂用合金钢 第 33 部分：
蒸汽发生器用 10Cr1Mo 钢管
NB/T 20006.33—2016

*

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

机械工业信息研究院印制部印刷

版权专有 不得翻印

*

2016 年 7 月第 1 版 2016 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—100

定价 21.00 元