

ICS 77.140.85

H 43

备案号: 57380-2017

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 20007.45—2016

压水堆核电厂用不锈钢 第45部分:压紧弹性环用 04Cr13Ni5Mo 马氏体不锈钢锻件

**Stainless steel for pressurized water reactor nuclear power plants-Part
45:04Cr13Ni5Mo martensitic stainless steel for hold-down spring**

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..... 3

6 金相检验..... 4

7 重新热处理..... 4

8 表面质量..... 5

9 无损检测..... 5

10 表面缺陷的清除与整修..... 5

11 尺寸及外形检查..... 5

12 标记、清洁、包装和运输..... 5

13 质量证明文件..... 5

前 言

NB/T 20007《压水堆核电厂用不锈钢》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 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 20007《压水堆核电厂用不锈钢》分为若干部分，本部分为NB/T 20007的第45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设计院负责起草，中国核动力研究设计院、中广核工程有限公司、上海第一机床厂有限公司参加起草。

本部分主要起草人：杨义忠、李辉、宁冬、李宁、尤磊、吕品、李延葆、施誉。

压水堆核电厂用不锈钢 第45部分： 压紧弹性环用 04Cr13Ni5Mo 马氏体不锈钢锻件

1 范围

本部分规定了压水堆核电厂压紧弹性环用04Cr13Ni5Mo马氏体不锈钢锻件的制造、检验和验收等要求。

本部分适用于压水堆核电厂压紧弹性环用04Cr13Ni5Mo马氏体不锈钢锻件。

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 229—2007 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法（ISO 148-1: 2006, MOD）

GB/T 231.1 金属布氏硬度试验 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 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 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 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

3 制造

3.1 制造文件

锻件制造前，锻件制造厂应编制一份说明冶炼、锻造和热处理等操作的文件。

3.2 冶炼

应采用电炉加真空脱气及精炼或电炉加电渣重熔冶炼，也可采用其它相当或更好的工艺冶炼。

3.3 锻件图

锻件制造前,锻件制造厂应提交一份标明锻件热处理的尺寸、主加工方向以及所有试样的取样位置、方向和标识的详细图纸,并作为质量证明文件的一部分。

3.4 锻造

钢锭应有足够的切除量,以保证去除缩孔和严重偏析。
锻造在具有足够能力的锻压机上进行多次塑性压缩加工,以保证锻件密实并形成所需的形状。
锻件总锻造比应大于3。

3.5 热处理和交货状态

锻件锻造后应冷却到538℃以下方可进行热处理。
锻件应以正火加回火或淬火加回火状态交货。
锻件的性能热处理应在不低于1010℃进行奥氏体化,然后空冷或水冷至95℃以下;回火温度为560℃~600℃。

所有热处理过程(包括热处理保温温度及其偏差、保温时间、加热速率和冷却方法等)应记录并列入质量证明文件。锻件在性能热处理保温期间的温度偏差不得超过±10℃。

3.6 机加工

锻件性能热处理前应粗加工到尽可能接近交货产品的形状和尺寸。
锻件性能热处理后应按订货合同的要求进行精加工。

3.7 临时焊接

不允许在锻件上焊接非结构附件和临时附件。

3.8 热切割

不允许对锻件进行热切割。

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

类别	化学成分(质量分数)								
	%								
	C	Si	Mn	Mo	P	S	Cr	Ni	Co
熔炼分析	≤0.05	≤0.60	0.50~1.00	0.50~1.00	≤0.015	≤0.010	11.50~14.00	3.50~5.50	≤0.05
成品分析	≤0.06	≤0.65	0.47~1.03	0.47~1.05	≤0.015	≤0.010	11.35~14.15	3.43~5.60	≤0.05

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或GB/T 20123的有关规定,但仲裁分析应按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分析报告。熔炼分析试样应在浇注钢锭时取样（电渣重熔时应在每个重熔钢锭的两端取样），成品分析试样应取自5.2所述试料，也可取自试验后的拉伸试样端部。

5 力学性能

5.1 规定值

交货状态锻件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	≥ 620
		抗拉强度 R_m /MPa	≥ 790
		断后伸长率 $A/\%$	≥ 15
		断面收缩率 $Z/\%$	≥ 45
	350	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	≥ 530
		抗拉强度 R_m /MPa	≥ 635
冲击试验	10	吸收能量 KV_s/J	提供数据
		侧膨胀值 LE/mm	≥ 1.00
硬度试验	室温	布氏硬度 HBW	≤ 295

5.2 取样

5.2.1 试验用试环应从交货状态的每个锻件上截取。试环、试料及所有试样应采用机加工方法截取。

5.2.2 在试环相隔 180° 的两个位置上各截取一块力学性能试验试料，试料的切取应使试样纵轴离任何热处理表面至少为 1/4 T （此处 T 为锻件的最大热处理厚度）；对于淬火加回火锻件，试样长度的中线到其他热处理表面的距离至少为 T 。

5.2.3 拉伸试样应切向取样。冲击试样的纵轴应垂直于锻件的主加工方向。每组 3 个冲击试样应并排截取，缺口底线应垂直于锻件的最近热处理表面。

5.2.4 力学性能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。

5.3 试验

5.3.1 试验项目和数量

从5.2.2所述的每块试料上分别加工如下试样：

- 1 个室温拉伸试样；
- 1 个高温拉伸试样；
- 1 组(3 个)冲击试样。

应在5.2所述试环彼此相隔90° 的四个位置上取样进行硬度试验。

5.3.2 试验方法

5.3.2.1 拉伸试验

拉伸试样采用GB/T 228.1—2010中的R4试样。

室温拉伸试验按GB/T 228.1—2010的规定进行。

高温拉伸试验按GB/T 4338的规定进行。

5.3.2.2 冲击试验

夏比（V型缺口）冲击试样采用GB/T 229—2007表2中的标准试样。

冲击试验按GB/T 229—2007的规定进行。

5.3.2.3 硬度试验

硬度试验按GB/T 231.1的规定进行。

5.4 复试

5.4.1 如果拉伸试验结果不满足表2的要求，可在不合格试样的邻近部位截取双倍数量的试样进行复试。如果复试结果均合格，则予以接收。

5.4.2 如果冲击试验结果不满足表2的要求，仅在同时满足下列条件时，方可进行复试：

——试验结果的平均值满足表2的规定值；

——仅有一个试样的试验结果小于表2的规定值，且低于规定值不超过0.13 mm。

复试时应在不合格试样的邻近部位取两个试样进行试验。若两个复试试样的冲击试验结果均大于或等于表2中的规定值，则锻件予以接收。

6 金相检验

6.1 试样

应在5.2.2所述的每块试料上取样进行金相检验。

6.2 晶粒度

锻件的晶粒度应按GB/T 6394进行评定，评定结果应为4级或更细，并提供金相照片（包括放大倍数或标尺）。

6.3 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2.0级；

——B类：粗系、细系分别小于或等于2.0级；

——C类：粗系、细系分别小于或等于1.5级；

——D类：粗系、细系分别小于或等于1.5级；

——DS类按订货合同规定。

7 重新热处理

如果力学性能试验结果不合格，则可对锻件进行重新热处理，并进行除化学成分分析、非金属夹杂物以外所有规定的试验和检验。

重新热处理仅允许进行一次。

8 表面质量

应对交货的每个锻件进行表面质量检验。锻件表面不允许存在肉眼可见的氧化皮、裂纹、气孔、折迭、结疤、夹渣及其它影响使用性能的缺陷。

9 无损检测

9.1 渗透检测

每个成品锻件应按NB/T 20328.4规定的检测方法和验收标准进行100 %表面的渗透检测。

9.2 超声检测

所有热处理结束并精加工后，每个锻件应按NB/T 20328.2规定的检测方法和验收标准进行100 %体积的超声检测。

10 表面缺陷的清除与整修

锻件表面缺陷应采用磨削或机加工方法进行清除，清除过程中，应避免打磨表面局部过热。缺陷清除后，凹痕和周围表面应平滑过渡，锻件的尺寸仍应满足订货合同要求。

缺陷清除后的区域应按9.1重新进行渗透检测。

不允许对锻件进行焊补。

11 尺寸及外形检查

交货前，应对所有交货锻件进行尺寸和外形检查，锻件的所有尺寸和外形应满足订货合同的规定。

12 标记、清洁、包装和运输

锻件的标记、清洁、包装和运输应符合订货合同的相关规定。

在锻件的制造、加工和运输过程中，应避免接触到可能对锻件性能和完整性产生不利影响的物质，如：硫、铅、锌、铜、汞、铝、镉、锡、锑、砷、铋、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、渗透剂及涂料等予以避免。

锻件表面应无锈斑、油污及其它污染物。

13 质量证明文件

在锻件交货的同时应提交锻件质量证明文件，锻件质量证明文件应至少包括如下内容：

- 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) 金相检验报告（晶粒度、非金属夹杂物和金相照片等）；
- e) 表面质量检查报告；

- f) 尺寸和外形检查报告;
- g) 无损检测报告;
- h) 锻件图;
- i) 未曾焊补的声明。

以上报告应至少包括:

- 锻件制造厂名称或代号;
 - 订货合同号;
 - 锻件标准号和牌号;
 - 熔炼炉号;
 - 锻件编号;
 - 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(如果有)结果,以及相应的规定值。
-

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
压水堆核电厂用不锈钢 第45部分：压紧
弹性环用 04Cr13Ni5Mo 马氏体不锈钢锻件
NB/T 20007.45—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 21.00 元