

ICS 77.140.80

J 31

备案号: 41404-2013

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 20007.20—2013

压水堆核电厂用不锈钢
第 20 部分: 泵用马氏体不锈钢 A、B、C 类
非承压铸造内件

**Stainless steel for pressurized water reactor power plant -
Part 20: Martensitic stainless steel for non-pressure-retaining internal category
A,B and C parts of pumps**

2013 - 06 - 08 发布

2013 - 10 - 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	3
5 力学性能	3
6 无损检测	5
7 缺陷清除与修补	6
8 试料保管	7
9 尺寸检查	7
10 标志、清洁、包装和运输	7
11 质量证明文件	7
附录 A (规范性附录) 样件	9
附录 B (规范性附录) 泵内件分类进行的检验	12
附录 C (规范性附录) 缺陷清除区面积与类别的关系	17
附录 D (规范性附录) 缺陷清除区深度与类别的关系	18

前 言

NB/T 20007《压水堆核电站用不锈钢》与NB/T 20005《压水堆核电站用碳钢和低合金钢》、NB/T 20006《压水堆核电站用合金钢》、NB/T 20008《压水堆核电站用其他材料》和NB/T 20009《压水堆核电站用焊接材料》共同构成了压水堆核电站核岛机械设备用材料系列能源行业标准。

NB/T 20007《压水堆核电站用不锈钢》分为如下若干部分。本部分为NB/T 20007的第20部分。本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分是参照RCC-M M3201《泵用马氏体不锈钢A、B、C类非承压铸造内件》（2000年版+2002年补遗+2005年补遗）制定。

本部分由国家能源局提出。

本部分由核工业标准化研究所归口。

本部分起草单位：中国核电工程有限公司，安徽应流集团。

本部分主要起草人：焦少阳、郑越、路晓晖、崔岚、杜应流。

压水堆核电厂用不锈钢 第20部分： 泵用马氏体不锈钢 A、B、C类非承压铸造内件

1 范围

本部分规定了压水堆核电厂2、3级泵A、B、C类非承压可焊马氏体不锈钢铸造内件的制造、化学成分、力学性能、试验方法、无损检测等技术要求。

本部分适用于压水堆核电厂2、3级泵A（包括A1和A2）、B（包括B1和B2）、C类非承压马氏体不锈钢铸件。

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 223.3 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷磷钼酸重量法测定磷量
- 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 223.11 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 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法
- 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 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法
- GB/T 223.58 钢铁及合金化学分析方法 亚砷酸钠-亚硝酸钠滴定法测定锰量
- GB/T 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 钼磷钼蓝分光光度法
- GB/T 223.60 钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水重量法测定硅含量
- GB/T 223.61 钢铁及合金化学分析方法 磷钼酸铵容量法测定磷量
- 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 10070:1994，IDT）
- GB/T 223.68 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后碘酸钾滴定法测定硫含量
- GB/T 223.72 钢铁及合金 硫含量的测定 重量法
- 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 9559:1989，IDT）
- GB/T 228.1—2010 金属材料 室温拉伸试验方法（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 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 16702—1996 压水堆核电站核岛机械设备设计规范

GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的制样和取样方法 (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 20001—2013 压水堆核电站核岛机械设备制造规范

NB/T 20002.6 压水堆核电站核岛机械设备焊接规范 产品焊接

NB/T 20003.2 核电站核岛机械设备无损检测 第2部分: 超声检测

NB/T 20003.3—2010 核电站核岛机械设备无损检测 第3部分: 射线检测

NB/T 20003.4 核电站核岛机械设备无损检测 第4部分: 渗透检测

NB/T 20003.7 核电站核岛机械设备无损检测 第7部分: 目视检测

3 制造

3.1 制造大纲

铸造厂应在生产前制定详细的制造大纲,对铸件生产的全过程进行质量控制。制造大纲按制造顺序至少应包含以下内容:

- a) 钢的冶炼方式;
- b) 铸造方式;
- c) 铸件采购图,若试料取自铸件本体或附铸试块,应在图中标注取自铸件本体的试料或附铸试块的位置和尺寸;若取自单铸试块,应给出试块的形状和尺寸;
- d) 热处理工艺;
- e) 试样在试料上的位置图。

应按时间先后顺序,列出冶炼、铸造、热处理、试料截取、无损检测和焊补等各种操作过程。

3.2 样件制造

当制造A类和B1类非承压铸件时,在首次制造前,应按附录A的要求制造样件。

3.3 冶炼

钢采用电炉、中频或高频感应炉冶炼,也可采用其它相当的冶炼工艺冶炼。

3.4 铸造

铸造工艺由铸造厂确定,并在制造大纲中说明。

3.5 机加工

铸件应按采购图的规定进行机加工。

表面粗糙度应满足无损检测的要求。

3.6 交货状态

铸件应以热处理状态交货。

性能热处理为淬火加回火，回火前的奥氏体化温度及回火温度由铸造厂确定。名义回火温度应高于600℃。

热处理温度通过放置在铸件上的热电偶来测量。经供需双方协商，对按批进行热处理的小尺寸铸件，当满足NB/T 20001—2013中13.1.4的要求时，热电偶可不放置在铸件上。

热处理过程应予记录。在保温期间，铸件偏离热处理保温温度的最大允许偏差为±15℃。

4 化学成分

铸件的熔炼分析和成品分析结果应符合表1的规定。

化学成分分析用试样按GB/T 20066的规定制取，化学成分分析按照GB/T 223适用部分、GB/T 11170或GB/T 20123执行。

熔炼分析每炉罐号取一个试样，仅对A类非承压铸件进行成品分析，成品分析每批取一个试样，试样取自同炉浇铸的单铸试块，或取自与铸件相连的附铸试块，或在力学性能试验后的试样上取样。

表1 化学成分

牌号	化学成分（质量分数）/%								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	B
ZG06Cr13Ni4Mo	≤0.060	0.30~0.80	≤1.00	≤0.030	≤0.020	3.50~4.50	12.00~13.50	0.40~0.70	提供数据
ZG08Cr12Ni1	≤0.080	≤0.60	0.40~0.80	≤0.030	≤0.020	0.90~1.30	11.50~13.00	≤0.50	提供数据

5 力学性能

5.1 力学性能的规定值

交货状态下铸件和模拟消除应力热处理后试料的力学性能应符合表2的规定。

表2 力学性能

牌号	室温拉伸试验			0℃冲击试验 ^a	
	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 %	吸收能量 KV_2 /J	
				平均值	单个值
ZG06Cr13Ni4Mo	750~900	≥550	≥15	≥40	≥28
ZG08Cr12Ni1	540~700	≥380	≥18	≥32	≥24

^a 每组三个试样中，只允许一个试样试验结果低于规定的平均值，但不低于规定的单个值。

5.2 取样

试块可以取自铸件的延长段、附铸试块或单铸试块。采用附铸试块时，除模拟消除应力热处理外，附铸试块应在全部热处理完成后切割。当采用单铸试块时，应与铸件同炉进行性能热处理。

试料应足够大，以便能获得所有试验和复试用试样。单铸试块的最小截面尺寸应代表铸件的最大壁厚(轮毂除外)，且不得小于28 mm。当铸件的最大壁厚小于28 mm时，试块截面的最小尺寸可以小于28 mm，但应大于14 mm。

试样的轴线与试块轴线一致。

试料应在性能热处理后截取。

5.3 试验

5.3.1 组批规则

按批进行力学性能试验，每批由来自同一炉罐号、同炉热处理的铸件组成。每批数量为：
 ——对于单重大于50kg的铸件，每批铸件数量不超过10个，或总重量不超过3 000 kg；
 ——对于单重不超过50kg的铸件，每批铸件数量不超过30个，或总重量不超过1 500 kg。

5.3.2 试验项目和数量

布氏硬度在每批的每个铸件和试块上进行。

铸件的力学性能应在两种状态下取样进行试验：一组为试块随铸件经性能热处理后取样，一组为试块经性能热处理后再经模拟消除应力热处理后取样。

如果在性能热处理前进行焊补，或该批铸件均没有进行过焊补且在今后的加工制造过程中也不进行消除应力热处理，则只要求在性能热处理后进行试验。

试验的项目、条件和数量见表3。

表3 试验的项目、条件和数量

试验项目	试验状态	试验温度	试验数量
拉伸试验	HTMP	室温	1
	HTMP+SSRHT		1
冲击试验	HTMP	0℃	3
	HTMP+SSRHT		3
布氏硬度试验	HTMP	室温	逐件
	HTMP+SSRHT		
注：HTMP：性能热处理；SSRHT：模拟消除应力热处理。			

5.3.3 试验方法

5.3.3.1 拉伸试验

室温拉伸试验按GB/T 228.1—2010的规定执行，采用该标准中的R4试样。
 断面收缩率作为资料提供。

5.3.3.2 冲击试验

冲击试验按GB/T 229—2007的规定执行，试样采用标准尺寸夏比V型缺口冲击试样，每组三个试样并排截取。

冲击试样的剪切断面率和侧膨胀值作为资料提供。

5.3.3.3 硬度试验

布氏硬度按GB/T 231.1规定的方法进行。
 布氏硬度试验结果仅作为资料提供。

5.4 复试

5.4.1 拉伸试验

如果由于试样存在物理缺陷（但不影响产品的使用性能），或因试样装夹不妥，或因试验机运行失常而使测试结果不合格，则应用另一试样重新做试验。如果第二次试验的结果合格，则该批铸件予以验收。

如果试验结果不合格，且不是由于上述任一情况引起，可在不合格试样的邻近部位截取双倍数量的试样进行该不合格项目的复验。如果复验结果全部合格，则该批铸件可以验收；否则，该批铸件应判为不合格（可按5.6执行）。

5.4.2 冲击试验

冲击试验的结果如果不符合要求，则该批铸件应判为不合格。但仅因一个试样的试验结果低于规定的单个值而使试验结果不符合要求；其他条件均满足（即平均值达到要求，仅一个结果低于规定的单个值），则允许按以下方式进行复验：在结果不合格试样的邻近部位再取三个一组的两组试样进行复验，若这两组试样的试验结果都符合要求，则该批铸件可以验收。若两组试样的试验结果有一项不合格，则该批铸件应判为不合格（可按5.6执行）。

5.5 模拟热处理

应截取试料进行模拟消除应力热处理，模拟消除应力热处理应考虑铸件经受的全部消除应力热处理。

模拟消除应力热处理应满足以下要求：

- 试料保温期间的温度最大允许偏差为 ± 5 °C，且其相应的温度区间要与制造过程中的最大区间相一致；
- 保温时间至少是实际进行的各个热处理保温时间总和的 80%，该保温时间应考虑可能要作补充热处理的时间；
- 在温度大于 400 °C 时的加热和冷却速率不应大于下列数值：
 - 对于焊接端部厚度不大于 25 mm 的铸件：220 °C/h；
 - 对于焊接端部厚度大于 25 mm 的铸件，取下列两数中的较大值：220 °C/h 除以用 25 mm 的倍数表示的最大厚度；或 55 °C/h。

5.6 重新热处理

如果铸件的一项或几项力学性能不合格，可重新进行热处理，重新热处理应按照3.6的规定执行。重新热处理后，应按本章的规定在相同的条件下进行力学性能试验。重新热处理不应超过两次。

6 无损检测

6.1 目视检测

应在所有热处理和最终机加工后，按NB/T 20003.7对整个铸件进行目视检测。铸件应仔细清砂和修整。铸件冒口、气道、飞边和浇道等应予去除。铸件表面不允许有氧化皮、裂纹、疏松、夹砂或其它有损于使用的缺陷。

6.2 渗透检测

6.2.1 检测方法

应在所有热处理完成后，按NB/T 20003.4要求进行渗透检测。

6.2.2 检测范围

见附录B。

6.2.3 记录条件和验收准则

尺寸等于或大于2 mm的任一显示应予记录。

验收准则见本部分附录B。

6.3 射线检测

6.3.1 检测方法

除非另有规定，应在铸件最终热处理完成后，按NB/T 20003.3—2010的规定进行射线检测。

6.3.2 检测区域

见附录B。

6.3.3 检测范围

焊接边缘的检测宽度为从铸件最终轮廓线算起，至少等于铸件壁厚的三倍，但不必超过75 mm。

6.3.4 验收准则

不允许存在热裂纹、裂缝、残存芯撑和冷铁残余。根据不同铸件的类别，附录B列出了NB/T 20003.3—2010中规定的验收准则。

对于壁厚不超过25.4 mm，用熔模铸造的特殊铸件，验收准则按NB/T 20003.3—2010中11.14.5的规定执行。

7 缺陷清除与修补

7.1 不需焊补的缺陷清除

当目视检测或渗透检测发现铸件存在不可验收的缺陷时，可通过打磨的方式清除缺陷，打磨过程中应避免打磨表面的局部过热。打磨后的厚度应在图纸规定的公差范围内并与周边平滑过渡，且不对打磨区邻近部位造成有害影响。打磨后，按6.2的规定对打磨区进行渗透检测。

7.2 需焊补的缺陷清除

7.2.1 缺陷清除

对内部缺陷和按7.1要求打磨后不满足验收要求的缺陷部位，可通过打磨、铲凿或碳弧气刨后再打磨等方法予以清除(用碳弧气刨时，铸件需预热至120℃左右)，然后用焊补的办法进行修补。

按上述方式清除缺陷后，打磨区应按6.2的规定进行渗透检测。

如果怀疑射线检测查出的不可验收缺陷没有被彻底清除，尤其是在同一截面上有上下两个缺陷时，可对该区重新进行射线检测(可不按NB/T 20003.3—2010的规定进行)，来确定是否还存在不可验收的缺陷。

如果打磨区在规定的渗透检测和射线检测区域之外，则打磨区按C级叶轮的验收准则做渗透检测。

7.2.2 焊补

焊补的熔敷金属应与母材为同类型材料。铸造厂应按NB/T 20002.6的有关规定制定详细的焊补程序。

7.2.3 焊后热处理

铸件经焊补后应进行性能热处理或消除应力热处理。消除应力热处理的名义温度不得低于580℃。由于特殊情况不能进行焊后热处理的铸件，应按NB/T 20002.6的要求进行处理。

焊补后如进行了性能热处理，则应对铸件按照第5章和第6章的要求进行力学性能试验和无损检测，同时按7.2.4中的规定对焊补区进行无损检测。

7.2.4 焊补区检查

7.2.4.1 渗透检测

焊补区的渗透检测方式和验收准则应按6.2的规定进行。

如果焊补区在规定的渗透检测区域之外，验收准则按C类叶轮的规定进行。

7.2.4.2 较大缺陷清除区的射线检测

缺陷清除区按缺陷清除面积或深度分类，“较大”和“较小”缺陷清除区的分类见附录C和附录D。较大缺陷清除区应进行射线检测，检测方法和验收准则按本部分第7章的规定进行。

如果缺陷清除区在规定的射线检测区域之外，则按NB/T 20003.3—2010的规定进行射线检测，除非该区不能进行射线检测。验收准则按3级严重程度，射线检测底片应按NB/T 20003.3—2010的要求评定。

8 试料保管

剩余试料(含试块)及用于验收的试样应由铸造厂予以保管，并从铸件验收之日起至少保留12个月。

9 尺寸检查

最终机加工后的铸件尺寸应符合采购图的规定。

10 标志、清洁、包装和运输

铸件的标志、清洁、包装和运输要求应在订货合同中规定。

11 质量证明文件

铸造厂在交货时应提交下列质量证明文件：

- 化学成分的熔炼分析和成品分析报告；
- 热处理(包括重新热处理，如需要)报告；
- 力学性能试验(包括复验，如需要)报告；
- 无损检测报告；
- 尺寸检查报告；
- 如有修补，则应提供修补情况及较大缺陷清除区的简图；
- 对所有修补(较大和较小)：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/318007143133006023>