

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 20010.6—2010

压水堆核电厂阀门 第6部分: 紧固件技术条件

PWR nuclear power plant valve—
Part 6: Specification for fastener

2010-05-01 发布

2010-10-01 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 订货要求 1

4 制造程序 1

5 技术要求 2

6 检验方法和检验规则 3

7 标志 5

8 清洁、包装和运输 5

9 质量证明书 5

附录 A（规范性附录） 紧固件和阀杆用锻轧棒技术条件 6

附录 B（资料性附录） 本部分中的材料牌号与 RCC-M 中的对应材料牌号和 ASME 标准中近似的材料牌
号对照表 18

✍

前 言

NB/T 20010《压水堆核电厂阀门》分为15个部分：

- 第1部分：设计制造通则；
- 第2部分：碳素钢铸件技术条件；
- 第3部分：不锈钢铸件技术条件；
- 第4部分：碳素钢锻件技术条件；
- 第5部分：奥氏体不锈钢锻件技术条件；
- 第6部分：紧固件技术条件；
- 第7部分：包装、运输和贮存；
- 第8部分：安装和维修技术条件；
- 第9部分：产品出厂检查与试验；
- 第10部分：应力分析和抗震分析；
- 第11部分：电动装置；
- 第12部分：气动装置；
- 第13部分：核用非核级阀门技术条件；
- 第14部分：柔性石墨填料技术条件；
- 第15部分：柔性石墨金属缠绕垫片技术条件。

本部分为NB/T 20010的第6部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

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。

本部分主要起草人：路晓晖、崔岚、汤美玲、曲昌明、王晓江。

压水堆核电厂阀门

第6部分：紧固件技术条件

1 范围

本部分规定了压水堆核电厂核安全相关阀门的压力边界用紧固件的订货要求、尺寸外形、技术要求、试验方法、检验规则等。

本部分适用于压水堆核电厂1、2、3级阀门的压力边界用紧固件。

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 196 普通螺纹 基本尺寸（GB/T 196—2003，ISO 724：1993，MOD）

GB/T 197 普通螺纹 公差（GB/T 197—2003，ISO 965—1：1998，MOD）

GB/T 228—2002 金属材料 室温拉伸试验方法（ISO 6892：1998，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 223（所有部分） 钢铁及合金化学分析法

GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法（GB/T 230.1—2009，ISO 6508—1：2005，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 2005：1999，MOD）

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 11170 不锈钢的光电发射光谱分析方法

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）

NB/T 20003（全部） 核电厂核岛机械设备无损检测

3 订货要求

3.1 需方应在订货合同中注明本部分号、牌号、螺栓、螺钉、螺柱和螺母的产品名称及其等级、交货状态和数量等。

3.2 需方应提供订货图样、尺寸允许偏差。

3.3 需方应在订货合同中明确以下要求：

——紧固件是否要求进行高温拉伸试验；

——2、3级紧固件是否需要逐个检查尺寸、外形和表面粗糙度；

——紧固件是否需要表面处理。

4 制造程序

对1、2级螺栓、螺钉、螺柱和螺母，制造厂在开始制造前应制订包括以下内容的制造程序：

——所用钢棒的直径和交货状态；

——制造工艺；

——热处理方式；

——按时间先后顺序，列出热处理、锻造、机加工或滚轧以及无损检测的各个操作过程。对小批量采购的紧固件，经供需双方协商，可简化上述程序。

5 技术要求

5.1 制造

制造螺栓、螺钉、螺柱和螺母的钢棒应按附录A的要求。所有螺栓、螺钉、螺柱和螺母均应采用接近成品件直径的钢棒制造。螺纹可用滚轧法或切削法加工，推荐采用滚轧法。螺栓头部可用热锻、冷锻或切削法加工。

5.2 交货状态

紧固件的交货状态包括以下四种情况：

——一般情况：制造前应对钢棒作热处理，制造中不作任何热加工；

——紧固件由热加工成形：在热加工后需进行热处理；

——由 05Cr17Ni4Cu4Nb 和 06Cr15Ni25Ti2MoAlVB 制造的紧固件：制造后为达到所要求的力学性能，应进行时效处理；

——冷加工硬化：当需方要求时，奥氏体不锈钢棒在热处理后可进行冷加工硬化，以获得所需的力学性能。

对后三种情况，热处理方式或冷加工量应在制造程序中注明。

制造厂应对热处理过程进行记录并进行分析评定。若该批紧固件需进行重新热处理，则热处理工艺应满足同样的要求。

5.3 力学性能

若制造螺栓、螺钉、螺柱和螺母的钢棒以热处理状态交货，且在制造过程中不进行热处理或冷变形加工，则螺栓、螺钉、螺柱和螺母可不进行力学性能试验。若螺栓、螺钉、螺柱和螺母制造过程中进行了热处理或冷变形加工，则制造厂应作力学性能试验。力学性能要求同钢棒，见附录A。

5.4 螺栓、螺钉、螺柱和螺母的螺纹

螺纹的基本尺寸按GB/T 196的规定，螺纹公差带按GB/T 197的规定。经供需双方协商，螺纹的尺寸和公差也可按用户规定执行。

5.5 表面缺陷检测

5.5.1 目视检测

在制造中的各个阶段，应对所有螺栓、螺钉、螺柱和螺母进行目视检测。

螺栓、螺钉、螺柱和螺母应完好无损，不允许有皱纹、裂缝、切痕或其他有损使用的缺陷。

5.5.2 渗透检测和磁粉检测

5.5.2.1 概述

对螺纹直径不小于25mm的紧固件应按NB/T 20003的规定对整个可达表面进行渗透检测或磁粉检测。检测应在螺纹加工和热处理完成后，表面处理前进行。当对合金钢进行磁粉检测时，应注意避免过热。

5.5.2.2 渗透检测的验收准则

当出现下述缺陷显示时紧固件不能验收：

——线性显示；

——尺寸超过 3mm 的圆形显示；

——间距小于 3mm 的三个或三个以上排列成线性的显示；

——在 100cm² 矩形表面上有五个或五个以上的密集显示。该矩形选自缺陷显示最严重的部位，且长边不超过 20cm。

5.5.2.3 磁粉检测的验收准则

当出现下述显示时紧固件不能验收：
——线性显示；
——尺寸超过 3mm 的圆形显示；
——间距小于 3mm 的三个或三个以上排列成线性的显示；以及间距在 3mm~6mm 之间，分布长度超过 15mm 的显示。
当相邻的两个显示间距小于其中较小者长度的两倍时，这两个显示视为一个显示。它们的累计长度等于两个显示长度之和加上它们之间的间距。
如果发现线性显示，则应经渗透检测证实这些线性显示不属于表面呈现的缺陷，否则，该件应判为不合格。

5.6 内部缺陷检测

紧固件成品不要求作超声检测，该项检测应按附录 A 的规定在钢棒上进行。

5.7 表面处理

当订货合同有规定时，碳钢或合金钢的紧固件应按订货合同的规定进行表面处理。

5.8 尺寸、外形和表面粗糙度检查

1级紧固件应逐个进行尺寸、外形和表面粗糙度检查，2、3级紧固件应按表1规定的数量进行随机抽样检查。当订货合同中规定时，也可逐个检查。

表1 2、3级紧固件的尺寸、外形和表面粗糙度检查时随机抽样检查数量

制造的紧固件数量	检查的最少紧固件数
≤100	10
101~500	50
501~2500	100
注：被检查的紧固件应能代表紧固件从开始、中间和最终制造阶段的情况。	

采用投影仪或螺纹通规和螺纹止规检查紧固件的外形。紧固件的尺寸、外形和表面粗糙度应满足图纸或相关标准的规定。
用投影仪检查的螺栓或螺钉的头下圆角半径和螺纹的末端型式与尺寸应满足图纸或相关标准的规定。
下列缺陷为不合格：
——过渡区有缺陷；
——头部偏心；
——螺纹末端或螺栓或螺钉的头下圆角处有刀具撞击缺陷。
抽样检查中，如果不合格紧固件数量超过被检紧固件数量的10%，则应对出自同一制造过程的所有紧固件逐个进行检查。

6 检验方法和检验规则

6.1 检查和验收

紧固件的检查和验收由供方的技术监督部门进行。

6.2 组批规则

每批紧固件由同批钢棒、相同制造工艺制造的同类型、同螺纹规格并同炉次进行热处理的紧固件组成。

6.3 检验方法

螺栓、螺钉、螺柱和螺母的检验项目、试验方法和取样数量应符合表2的规定。

6.4 取样

试样应从紧固件或从制造该批紧固件的钢棒上截取，该钢棒与紧固件同炉进行热处理。试样的取样方式、试样形式按对钢棒的要求执行。

表2 螺栓、螺钉、螺柱和螺母的检验项目、试验方法和取样数量

序号	检验项目	试验方法	取样数量
1	硬度试验	GB/T 230.1、GB/T 231.1	逐根
2	室温拉伸试验	GB/T 228-2002	见6.5
3	高温拉伸试验 ^a	GB/T 4338	见6.5
4	冲击试验	GB/T 229-2007	见6.5
5	尺寸、外形和表面粗糙度检查	见5.8	见5.8
6	目视检测	肉眼检查	见5.5.1
7	渗透检测	NB/T 20003	见5.5.2
8	磁粉检测	NB/T 20003	见5.5.2
^a 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 80MPa/min。			

6.5 取样数量

6.5.1 每批的试验数量

若紧固件进行过热处理，则应在每个紧固件上进行硬度试验，以检验每批紧固件的均匀性。每批紧固件的最大硬度与最小硬度的差值应不超过30HBW。

每批的试验数量按紧固件数量做如下规定：

- 一批紧固件的数量不超过 500 个，作两组试验；
- 一批紧固件的数量超过 500 个，作四组试验。

所作的各组试验如下：

- 在紧固件上作验收：在每批硬度最低和最高的紧固件上各作一组或两组试验；
- 在钢棒上作验收：钢棒应从制造同批紧固件的钢棒中随机抽取两根或四根，并与紧固件一起进行热处理。热处理后及试验前，应在这些钢棒上测量硬度。测量结果应在该批紧固件实测的硬度范围内。

6.5.2 每组的试验数量

除在每个紧固件上作硬度试验外，螺栓、螺钉和螺柱的每组试验还应包括：

- 一个室温拉伸试验；
- 当订货合同有规定时，则进行一个 350℃ 高温拉伸试验；
- 对螺纹直径不小于 15mm 的 1 级紧固件和螺纹直径不小于 25mm 的 2、3 级紧固件，作三个试样为一组的夏比 V 型缺口冲击试验。由合金钢或马氏体不锈钢棒制造的紧固件，试验温度为 0℃；由奥氏体钢棒制造的紧固件，试验温度为室温。当 06Cr19Ni10 或 06Cr17Ni12Mo2 制造的紧固件以固溶状态交货时，紧固件不进行冲击试验。

6.6 复验规则

6.6.1 拉伸试验复验

对于室温和高温拉伸试验，如果某一项试验结果不符合要求，可截取双倍数量的试样进行复验。如果复验的结果(包括该项目试验所要求的任一指标)都合格，则该批紧固件可以验收；否则，该批紧固件应判为不合格。

6.6.2 冲击试验复验

6.6.2.1 由合金钢或马氏体不锈钢制造的紧固件

如果冲击试验有两个或两个以上试样低于规定值,则该批紧固件判为不合格。如果只有一个试样低于规定值的70%,可截取三个试样一组的两组试样进行复验。如果两组试样的复验结果都合格,则该批紧固件可以验收;否则,该批紧固件应判为不合格。

6.6.2.2 由奥氏体钢制造的紧固件

如果冲击试验结果不合格,则再取一组三个试样进行复验,只有在前后两组六个试样的算术平均值不低于规定值,最多有两个试样小于规定值,其中小于规定值70%的试样只有一个的情况下,该批紧固件才可验收。

6.6.3 复验用试样的截取

6.6.3.1 复验用试样应尽可能在不合格试样的邻近部位截取,当不能这样截取时,应按6.6.3.2~6.6.3.3的规定进行。

6.6.3.2 当验收在紧固件上进行时,复验用试样应在硬度最接近原取样的紧固件上截取。

6.6.3.3 当验收在钢棒上进行时,复验用试样应在硬度最高和最低的紧固件上分别截取。

6.7 重新热处理

如果一批紧固件的一项或几项力学性能不合格,则该批紧固件可进行重新热处理,重新热处理的条件应在质量证明书中注明。

重新热处理后按本章的规定,重新进行力学性能试验,重新热处理只允许一次。

6.8 缺陷部位的清除

当紧固件表面存在不可验收的缺陷时,在保证紧固件尺寸公差要求的前提下,可采用打磨法清除缺陷,但螺纹部分不能作任何修整。打磨时,应注意避免可能引起局部组织变化的过热现象。打磨后应按5.5.2的规定作渗透检测或磁粉检测,以保证缺陷被完全清除。

6.9 试料保管

力学性能试验的剩余试料和试验后的试样应进行保管,从紧固件验收之日起至少保留12个月。

7 标志

紧固件制造厂应按订货合同的规定制定标记方法和标志内容。

8 清洁、包装和运输

紧固件的清洁、包装和运输应按订货合同的规定进行。

9 质量证明书

制造厂在交货时应提交下列文件:

- 钢棒的验收报告;
 - 热处理报告(包括重新热处理);
 - 力学性能试验报告(包括复验);
 - 无损检测报告,包括目视检测、渗透检测、磁粉检测;
 - 尺寸、外形和表面粗糙度检查报告;
 - 表面处理报告(如要求)。
- 这些报告应包括:
- 制造厂名;
 - 订货合同号;
 - 检查机构名称(如必要);
 - 本部分号、钢牌号、炉罐号、批号、紧固件名称、等级、规格和数量。

附 录 A
(规范性附录)
紧固件和阀杆用锻轧棒技术条件

A.1 范围

本附录规定了制造压水堆核电厂核安全相关阀门的压力边界的紧固件和阀杆的锻轧棒的技术要求、试验方法、检验规则等。

本附录适用于制造压水堆核电厂1、2、3级阀门的压力边界的紧固件和阀杆用锻轧棒。

A.2 订货要求

A.2.1 需方应在订货合同上注明本部分号、钢牌号、钢棒用于制造紧固件和阀杆的等级、交货状态和数量等。

A.2.2 需方应提供订货图样、尺寸允许偏差。

A.2.3 需方应在订货合同中明确以下要求：

——钢棒是否要求进行高温拉伸试验；

——对制造螺纹直径大于50mm的螺母用钢棒是否需要进行超声检测。

A.3 螺栓类紧固件和阀杆用钢棒的技术要求、检验方法和检验规则

A.3.1 技术要求

A.3.1.1 制造

A.3.1.1.1 冶炼

合金钢应采用电炉或氧气碱性转炉冶炼，亦可采用其他相当的工艺冶炼。

不锈钢应采用电炉或感应炉冶炼，亦可采用其他相当的工艺冶炼。

A.3.1.1.2 轧制或锻造

每个钢锭的头尾应有足够的切除量，以保证钢棒无缩孔和严重偏析等缺陷。

A.3.1.1.3 机加工

钢棒热处理前，其直径应尽可能接近交货件直径；热处理后，钢棒按订货合同的规定进行机加工。钢棒表面粗糙度应不大于 $6.3\mu\text{m}$ 。

A.3.1.2 化学成分

钢的牌号和化学成分(熔炼分析和成品分析)应符合表A.1的规定。本部分中的材料牌号与RCC-M中的对应材料牌号和ASME标准中近似的材料牌号对照表参见附录B。

A.3.1.3 热处理

A.3.1.3.1 钢棒应按表A.2的规定进行热处理。当订货合同中有规定时，钢棒可按其他状态交货，在这种情况下，钢厂应对试料按表A.2的规定进行热处理，以证明钢棒经热处理后可获得规定的性能。

A.3.1.3.2 按需方要求，奥氏体不锈钢钢棒在热处理后可进行冷变形加工，以获得所要求的力学性能。钢厂应在有关文件中规定冷变形量和加工程序。

A.3.1.4 力学性能

各牌号钢棒的力学性能应符合表A.2的规定。

对高温拉伸试验，应记录抗拉强度 R_m 和断后伸长率 A ，对1级钢棒还应记录断面收缩率 Z ，作为资料提供。

表A.1 棒的化学成分

单位为%

类型	牌号	C	Si	Mn	P ≤	S ≤	Cr	Ni	Mo	Cu	其他元素
合金钢 ^a	42CrMoE	0.38~0.48	0.10~0.40	0.75~1.00	0.025	0.015	0.80~1.15	—	0.15~0.30	—	—
	40CrMoV	0.36~0.44	0.20~0.35	0.45~0.70	0.025 ^b	0.015 ^b	0.80~1.15	—	0.50~0.65	—	V: 0.25~0.35
马氏体型	05Cr16Ni4Mo ^c	≤0.07	≤1.00	≤1.50	0.025 ^d	0.020 ^d	15.00~17.00	3.50~5.00	0.70~1.50	—	—
	10Cr12Ni3Mo2VN ^e	0.08~0.15	≤0.35	0.50~0.90	0.025 ^d	0.015 ^d	11.00~12.50	2.00~3.00	1.50~2.00	—	V: 0.25~0.40 N: 0.020~0.040
	12Cr13	0.08~0.15	≤1.00	≤1.00	0.030	0.030	11.50~13.50	—	—	—	—
	12Cr13Ni	0.08~0.15	≤1.00	≤1.00	0.030	0.020	11.50~13.50	0.50~1.00	≤0.60	—	—
奥氏体型	06Cr19Ni10	≤0.08	≤1.00	≤2.00	0.030 ^d	0.015 ^d	17.00~20.00	8.00~12.00	—	—	—
	06Cr17Ni12Mo2	≤0.08	≤1.00	≤2.00	0.030 ^d	0.015 ^d	16.00~19.00	10.00~14.00	2.00~2.50	—	—
	06Cr15Ni25Ti2MoAlVB	0.03~0.08	≤1.00	1.00~2.00	0.025 ^d	0.015 ^d	13.50~16.00	24.00~27.00	1.00~1.50	—	V: 0.10~0.50 Ti: 1.90~2.30 Al: ≤0.35 B: 0.001~0.010
	05Cr17Ni4Cu4Nb ^c	≤0.07	≤1.00	≤1.00	0.025 ^d	0.020 ^d	15.50~17.50	3.00~5.00	—	3.00~5.00 0	Nb: 0.15~0.45
马氏体沉淀硬化型	05Cr15Ni4Cu4Mo2 ^c	≤0.07	≤1.00	≤1.00	0.025 ^d	0.020 ^d	13.50~15.50	3.00~5.00	1.20~2.00	3.00~5.00 0	—

^a 在工作温度高于 150℃ 的水或蒸汽中使用时应考虑应力腐蚀的危险。

^b 用于制造 2、3 级紧固件和阀杆的钢棒，钢中的 S、P 含量可放宽到不超过 0.030%。

^c 在高于 250℃ 温度下长时间使用时应考虑脆断的危险。

^d 成品分析时 S、P 含量的上限允许提高 0.005%。

^e 钢棒的最高使用温度应不超过 350℃。

表A.2 钢棒的力学性能

牌 号	热 处 理 制 度	钢棒直径 <i>d</i> /mm	力 学 性 能									
			拉 伸 试 验						冲 击 试 验		硬 度 试 验	
			<i>R_m</i> /MPa	<i>R_{p0.2}</i> /MPa ≥	<i>A</i> / % ≥	<i>Z</i> % ≥	350℃ <i>R_{p0.2}</i> /MPa ≥	<i>KV₂</i> /J ≥	侧膨胀值 ^a mm ≥	<i>HRC</i>	<i>HBW</i>	
42CrMoE	锻造或轧制后缓慢冷却; 奥氏体化处理; 水淬或油淬; 在不低于 600℃回火。	<i>d</i> ≤65	860~1060	720	14	50	570	60 ^b 40 ^c	0.64	—	248~352	
		65< <i>d</i> ≤105	790~990	650	14		520				248~352	
		105< <i>d</i> ≤180	690~890	520	16		410				248~352	
40CrMoV	锻造或轧制后缓慢冷却; 奥氏体化处理; 水淬或油淬; 在不低于 650℃回火。	<i>d</i> ≤65	865~1065	722	14	50	620	60 ^b 40 ^c	0.64	—	248~352	
		65< <i>d</i> ≤105	790~990	655	14		570				248~352	
		105< <i>d</i> ≤180	690~890	585	16		510				248~352	
12Cr13	锻造或轧制后缓慢冷却; 奥氏体化处理; 水淬或油淬; 在不低于 600℃回火。	<i>d</i> ≤100	760~960	590	15	50	490	40	—	—	228~285	
12Cr13Ni	同上。	<i>d</i> ≤100	760~960	590	15	50	490	60	—	—	228~285	
05Cr16Ni4Mo	1020℃~1060℃固 溶热处理; 油淬; 在不低于 580℃回火。	<i>d</i> ≤250	900~1050	700	16	45	585	60	—	—	—	
10Cr12Ni3Mo2VN ^a	锻轧后缓慢冷; 奥氏体化; 空冷或油淬; 在不低于 650℃回火。	<i>d</i> ≤250	850~1050	700	15	—	570	40	—	—	—	
06Cr19Ni10	1050℃~1150℃固溶热处理。	—	≥520	210	45	50	125	—	—	—	126~192	
06Cr17Ni12Mo2		—	≥520	210	45	50	130	—	—	—	126~192	

表 A.2 (续)

牌 号	热处理制度	钢棒直径 d/mm	力学性能									
			拉伸试验					冲击试验		硬度试验		
			R_m /MPa	$R_{p0.2}$ /MPa \geq	A / % \geq	Z ^a / % \geq	350°C $R_{p0.2}$ /MPa \geq	KV_2 /J \geq	侧膨胀值 ^a mm \geq	HRC	HBW	
06Cr19Ni10 06Cr17Ni12Mo2	1050℃~1150℃固溶热处理; 冷变形。	$d \leq 20$	≥ 760	≥ 655	15	45	510	50 ^d	—	—	≥ 320	
		$20 < d \leq 25$	≥ 690	≥ 550	20	45	440	50 ^d	—	—	≥ 320	
		$25 < d \leq 35$	≥ 655	≥ 450	25	45	350	50 ^d	—	—	≥ 320	
		$35 < d \leq 40$	≥ 620	≥ 350	30	45	270	50 ^d	—	—	≥ 320	
05Cr17Ni4Cu4Nb ^{eh} 05Cr15Ni4Cu4Mo2 ^{eh}	1020℃~1060℃固溶热处理; 空冷或油冷到 30℃或更低; 595℃~620℃保温 4 h, 空冷。	$d < 10$	≥ 960	790	14	45 ^j 35 ^k	630	—	—	$\geq 32^f$	—	
		$10 \leq d \leq 200$	≥ 960	790	14	45 ^j 35 ^k	630	60 ^b 40 ^c	0.64	—	$\geq 302^g$	
05Cr17Ni4Cu4Nb ^{bi} 05Cr15Ni4Cu4Mo2 ^{bi}	1020℃~1060℃固溶热处理; 空冷或油冷到 30℃或更低; 595℃~620℃保温 4 h, 空冷。	$d < 10$	≥ 930	720	16	35	580	—	—	$\geq 28^f$	—	
		$10 \leq d \leq 200$	≥ 930	720	16	35	580	60 ^b 40 ^c	—	—	$\geq 277^g$	
06Cr15Ni25Ti2MoAlVB	980℃±15℃至少保温 1 h; 水淬或油淬; 725℃±10℃保温 16 h, 空冷。	—	900~1200	600	15	35	555	50 ^a	—	—	248~341	
<p>^a 仅适用于 1 级紧固件和阀杆用钢棒。</p> <p>^b 用于制造 1 级紧固件和阀杆的钢棒, 直径小于 15 mm 时不进行冲击试验。</p> <p>^c 用于制造 2、3 级紧固件和阀杆的钢棒, 直径小于 25 mm 时不进行冲击试验。</p> <p>^d 允许一个试样低于规定值, 但不得低于规定值的 70 %。</p> <p>^e 当钢棒以固溶热处理状态交货时, 钢棒的硬度为: 钢棒直径小于 10 mm 时, 硬度不超过 38HRC; 钢棒直径不小于 10 mm 时, 硬度不超过 363HBW。</p> <p>^f 如果仅进行固溶热处理, 固溶热处理后的硬度应不超过 38HRC。</p> <p>^g 如果仅进行固溶热处理, 固溶热处理后的硬度应不超过 363HBW。</p> <p>^h 用于制造螺栓类紧固件和阀杆。</p> <p>ⁱ 用于制造阀杆。</p> <p>^j 1 级紧固件用钢棒。</p> <p>^k 1 级阀杆用钢棒。</p>												

A.3.1.5 表面缺陷检查

A.3.1.5.1 在钢棒的各个制造阶段和加工阶段，应对钢棒表面进行目视检测。钢棒表面不得有裂纹、折叠、结疤和夹杂及其他对使用有害的缺陷。

A.3.1.5.2 用于制造直径不小于25mm的1、2级阀杆用钢棒应进行渗透检测或磁粉检测，应在最终机加工后对整个表面进行检测。在检测时，对尺寸超过1mm的任何显示均应予以记录。磁粉检测时应避免发生过热。制造紧固件的钢棒可不进行渗透检测或磁粉检测。

A.3.1.5.3 渗透检测的验收准则

当出现下述缺陷显示时钢棒不能验收：

- 线性显示；
- 尺寸超过 3mm 的圆形显示；
- 间距小于 3mm 的三个或三个以上排列成线性的显示；
- 在 100cm² 矩形表面上有五个或五个以上的密集显示。该矩形选自显示最严重的部位，且长边不超过 20cm。

A.3.1.5.4 磁粉检测的验收准则

当出现下述显示时钢棒不能验收：

- 线性显示；
- 尺寸超过 3mm 的圆形显示；
- 间距小于 3mm 的三个或三个以上排列成线性的显示；以及间距在 3mm~6mm 之间，分布长度超过 15mm 的显示。

两个相邻显示的间距小于较小缺陷显示长度的两倍时，可视为一个显示。该显示的累积长度等于两个显示长度之和再加上两者之间的距离。

A.3.1.6 超声检测

用于制造直径不小于50mm的1、2级紧固件和阀杆的钢棒应逐根进行超声检测。

超声检测应在交货件上进行。

应对钢棒的整个体积进行超声检测。当该钢棒做为承压边界的一部分时，应按NB/T 20003的规定进行100%扫查。

钢棒的信号评定、可记录信号范围和验收准则按NB/T 20003的规定进行。

A.3.2 检验方法和检验规则

A.3.2.1 检查和验收

钢棒的检查和验收由供方的技术监督部门进行。

A.3.2.2 组批规则

每批钢棒应由同一炉罐号、经相同制造工艺、同炉热处理和尺寸相近的钢棒组成。

尺寸相近是指最大钢棒直径(或厚度)与最小钢棒直径(或厚度)之比不大于1.1，且最大钢棒横截面积与最小钢棒横截面之比不大于1.25。

A.3.2.3 钢棒的检验项目、试验方法和取样数量

钢棒的检验项目、试验方法和取样数量应符合表A.3的规定。

A.3.2.4 取样

A.3.2.4.1 试样应取自钢棒的加长部分。对以热处理状态交货的钢棒，试样应在热处理后截取；对以非热处理状态交货的钢棒，或在加工制造中需进行热处理的钢棒，钢棒的试料应在模拟热处理后取样。

A.3.2.4.2 试样轴线应平行于钢棒轴线。试样轴线的位置为：

- 当钢棒直径 $d \leq 25\text{mm}$ 时，在钢棒轴线处；
- 当 $25\text{ mm} < d \leq 50\text{ mm}$ 时，在距钢棒表面 12.5mm 处；
- 当 $d > 50\text{mm}$ 时，在距钢棒表面 $d/4$ 处。

试样有用部分与钢棒端面的距离应不小于钢棒的直径。

A.3.2.4.3 硬度试验应在钢棒的加长部位上进行。

A.3.2.4.4 室温拉伸试样和高温拉伸试样采用GB/T 228—2002中规定的R4试样。

A.3.2.4.5 冲击试样采用GB/T 229—2007中规定的标准夏比V型缺口冲击试样，冲击试样为三块一组。试样应并排截取，试样的缺口轴线垂直于钢棒表面。

表A.3 钢棒的检验项目、试验方法和取样数量

序号	检验项目	试验方法	取样数量
1	化学成分	GB/T 20066 GB/T 223 的相关部分 GB/T 4336、GB/T 11170	熔炼分析：每炉罐取一个试样 成品分析：每批取一个试样
2	硬度试验	GB/T 230.1 GB/T 231.1	逐根
3	室温拉伸试验	GB/T 228-2002	见 A.3.2.4
4	高温拉伸试验	GB/T 4338 ^a	见 A.3.2.4
5	冲击试验	GB/T 229-2007	见 A.3.2.4
6	目视检测	肉眼检查	逐根
7	渗透检测	NB/T 20003	见 A3.1.5.2
8	磁粉检测	NB/T 20003	见 A3.1.5.2
9	超声检测	NB/T 20003	见 A.3.1.6
10	尺寸检查	按图纸或订单的规定	逐根
^a 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 80MPa/min。			

A.3.2.5 硬度试验

为验证每批钢棒的均匀性，硬度最高的钢棒与硬度最低钢棒的布氏硬度值之差应不超过30HBW。

A.3.2.6 力学性能试验数量

A.3.2.6.1 钢棒的取样数量

A.3.2.6.1.1 对非加工硬化的钢棒

在每批中取4%(至少为两根)钢棒进行试验。若钢棒以热处理状态交货,则须在每根钢棒进行硬度测定后取样,其中2%为该批中硬度最高的钢棒,另外2%为该批中硬度最低的钢棒。

A.3.2.6.1.2 经加工硬化的奥氏体不锈钢钢棒

需在每根钢棒上进行取样,当几根钢棒同属一根加工硬化的原轧制棒时,只需在来自该原轧制棒顶端的一根钢棒上取样。

A.3.2.6.2 每根钢棒的试验数量

在每根取样的钢棒上进行下列试验:

——一次室温拉伸试验;

——若有要求,一次高温拉伸试验;

——按表A.2要求进行冲击试验,每批一组冲击试验(三个试样)。其中,对奥氏体钢棒,试验温度为室温;对碳钢、合金钢和马氏体不锈钢棒,试验温度为0℃。

A.3.2.7 复验规则

A.3.2.7.1 拉伸试验复验

对于室温和高温拉伸试验,如果某一项试验结果不符合要求,可在不合格试样的邻近部位截取双倍数量的试样进行该不合格项目的复验。如果复验的结果(包括该项目试验所要求的任一指标)都合格,则该批钢棒可以验收;否则,该批钢棒判为不合格。

A.3.2.7.2 冲击试验复验

A.3.2.7.2.1 合金钢或马氏体不锈钢钢棒

如果冲击试验有超过一个试样低于规定值,则该批钢棒判为不合格。如果只有一个试样低于规定值的70%,可在不合格试样的邻近部位截取三个试样一组的两组试样进行复验。如果复验结果都合格,则该批钢棒可以验收;否则,该批钢棒应判为不合格。

A.3.2.7.2.2 奥氏体钢钢棒

如果冲击试验结果不合格,则可在不合格试样的邻近部位取一组三个试样进行复验,只有在前后两组六个试样的算术平均值不低于规定值,最多有两个试样低于规定值,其中低于规定值70%的试样只有一个的情况下,该批钢棒才可验收。

A.3.2.8 重新热处理

如果一批钢棒的一项或几项力学性能不合格,则该批钢棒可进行重新热处理,重新热处理的条件应在质量证明书中注明。

重新热处理后按A.3.2的规定,重新进行力学性能试验,重新热处理不得超过两次。

A.3.2.9 缺陷部位的清除

对钢棒目视检测中发现的缺陷,在保证钢棒尺寸公差要求的前提下,可采用打磨法清除缺陷。对钢棒不允许做任何焊补。

A.3.2.10 尺寸检查

按图纸或订货合同的规定进行尺寸检查,所测数值应在规定的公差范围内。

A.3.2.11 试料保管

力学性能试验的剩余试料和试验后的试样应进行保管，从钢棒验收之日起至少保留12个月。

A.4 螺母用锻轧棒的技术要求、检验方法和检验规则

A.4.1 技术要求

A.4.1.1 制造

A.4.1.1.1 冶炼

碳素钢应采用电炉或采用其他相当的工艺冶炼。

合金钢应采用电炉或氧气碱性转炉，亦可采用其他相当的工艺冶炼。

不锈钢应采用电炉或感应炉冶炼，亦可采用其他相当的工艺冶炼。

A.4.1.1.2 轧制或锻造

每个钢锭的头尾应有足够的切除量，以保证钢棒无缩孔和严重偏析等缺陷。

A.4.1.1.3 机加工

钢棒热处理前，其直径应尽可能接近交货件直径；成品热处理后，钢棒按订货合同的规定进行机加工。钢棒表面粗糙度应不大于 $6.3\mu\text{m}$ 。

A.4.1.2 化学成分

钢的牌号和化学成分(熔炼分析和成品分析)应符合表A.4的规定。

A.4.1.3 交货状态

钢棒一般以热处理状态交货。也可按需方要求在不同于表A.5规定的热处理状态下交货。在这种情况下，制造厂应进行模拟热处理，以证明钢棒经最终热处理后可获得规定的性能。

A.4.1.4 力学性能

各牌号钢棒的力学性能应符合表A.5的规定。

A.4.1.5 表面缺陷检查

A.4.1.5.1 在钢棒的各个制造阶段和加工阶段，应对钢棒表面进行目视检测。钢棒表面不得有裂纹、折叠、结疤和夹杂及其他对使用有害的缺陷。

A.4.1.5.2 钢棒不需进行渗透检测或磁粉检测。

表A.4 钢棒的化学成分

单位为 %

牌号	C	Si	Mn	P ≤	S ≤	Cr	Ni	Mo	Cu ≤
45 ^a	0.42~0.50	≤0.40	0.50~0.80	0.035	0.035	≤0.40	≤0.40	≤0.10	—
42CrMoE ^b	0.38~0.48	0.10~0.40	0.75~1.00	0.025	0.015	0.80~1.15	—	0.15~0.30	—
12Cr13	0.08~0.15	≤1.00	≤1.00	0.030 ^c	0.030 ^c	11.50~13.50	—	—	—
06Cr19Ni10	≤0.08	≤1.00	≤2.00	0.030 ^c	0.015 ^c	17.00~20.00	8.00~12.00	—	—
06Cr17Ni12Mo2	≤0.08	≤1.00	≤2.00	0.030 ^c	0.015 ^c	16.00~19.00	10.00~14.00	2.00~2.50	—
^a 熔炼分析时钢中Cr+Ni+Mo≤0.63 %。 ^b 在工作温度高于150℃的水或蒸汽中使用时应考虑应力腐蚀的危险。 ^c 成品分析时S、P含量的上限可提高0.005 %。									

表A.5 钢棒的力学性能

牌 号	热 处 理 制 度	力 学 性 能					
		钢棒直径 <i>d</i> /mm	<i>R_m</i> /MPa	<i>R_{eH}</i> 或 <i>R_{p0.2}</i> ^a MPa ≥	<i>A</i> / % ≥	<i>RHC</i>	<i>HBW</i>
45	820℃~860℃ 淬火; 水冷或油冷; 550℃~660℃ 回火	<i>d</i> ≤16	700~850	490	14	—	201~285
		16< <i>d</i> ≤40	650~800	430	16	—	201~285
		40< <i>d</i> ≤100	630~780	370	17	—	201~285
	840℃~880℃ 正火	<i>d</i> ≤16	≥620	340	14	—	201~285
		16< <i>d</i> ≤100	≥580	305	16	—	201~285
		100< <i>d</i> ≤250	≥560	275	15	—	201~285
42CrMoE	锻造或轧制后缓慢冷却; 奥氏体化处理; 水淬或油淬; 在不低于600℃回火	<i>d</i> ≤65	860~1060	720	14	—	248~352
		65< <i>d</i> ≤105	790~990	650	14	—	248~352
		105< <i>d</i> ≤180	690~890	520	16	—	248~352
12Cr13	锻造或轧制后缓慢冷却; 奥氏体化处理; 水淬或油淬; 在不低于600℃回火	—	760~960	590	15	20~30	228~285
06Cr19Ni10	1050℃~1150℃ 固溶热处理	—	≥520	210	45	—	126~192
06Cr17Ni12Mo2		—	≥520	210	45	—	126~192
^a 对于45钢棒, 应首先测定 <i>R_{eH}</i> , <i>R_{eH}</i> 应满足规定值。当 <i>R_{eH}</i> 不明显时, 测 <i>R_{p0.2}</i> 。							

A. 4. 1. 6 超声检测

订货合同有规定时，对用于制造螺纹直径大于50mm的1级螺母用钢棒，可进行超声检测。

A. 4. 2 检验方法和检验规则

A. 4. 2. 1 检查和验收

钢棒的检查和验收由供方的技术监督部门进行。

A. 4. 2. 2 组批规则

每批钢棒应由同一炉罐号、经相同制造工艺、同炉热处理和尺寸相近的钢棒组成。

尺寸相近是指最大钢棒直径(或厚度)与最小钢棒直径(或厚度)之比不大于1.1，且最大钢棒横截面积与最小钢棒横截面之比不大于1.25。

A. 4. 2. 3 钢棒的检验项目、试验方法和取样数量应符合表A.6的规定。

表A.6 钢棒的试验项目、试验方法和取样数量

序号	试验项目	试验方法	取样数量
1	化学成分	GB/T 20066 GB/T 223的相关部分 GB/T 4336、GB/T 11170	熔炼分析：每炉罐取一个试样。 成品分析：每批取一个试样。
2	硬度试验	GB/T 230.1 GB/T 231.1	逐根
3	拉伸试验	GB/T 228-2002	见A.4.2.4
4	目视检测	肉眼检查	逐根
5	超声检测	NB/T 20003	见A.4.1.6
6	尺寸检查	按图纸或订单的规定	逐根

A. 4. 2. 4 取样

A. 4. 2. 4. 1 试样应取自钢棒的加长部分。对以热处理状态交货的钢棒，试样应在热处理后截取；对以非热处理状态交货的钢棒，或在加工制造中需进行热处理的钢棒，钢棒的试料应在模拟热处理后取样。

A. 4. 2. 4. 2 取样位置

试样轴线应平行于钢棒轴线。试样轴线的位置为：

- 当钢棒直径 $d \leq 25\text{mm}$ 时，在钢棒轴线处；
- 当 $25\text{ mm} < d \leq 50\text{mm}$ 时，在距钢棒表面 12.5mm 处；
- 当 $d > 50\text{mm}$ 时，在距钢棒表面 $d/4$ 处。

试样有用部分与钢棒端面的距离应不小于钢棒的直径。

A. 4. 2. 4. 3 硬度试验应在钢棒的加长部位上进行。

A. 4. 2. 4. 4 拉伸试样采用GB/T 228—2002中规定的R4试样。

A. 4. 2. 5 力学性能试验数量

在每批中取两根钢棒进行试验。若钢棒以热处理状态交货，则须在每根钢棒进行硬度测定后取样，其中一根为该批中硬度最高的钢棒，另一根为该批中硬度最低的钢棒。在每根取样的钢棒上进行一次室温拉伸试验。

A. 4. 2. 6 复验规则

对于室温试验,如果某一项试验结果不符合要求,可在不合格试样的邻近部位截取双倍数量的试样进行该不合格项目的复验。如果复验的结果(包括该项目试验所要求的任一指标)都合格,则该批钢棒可以验收;否则,该批钢棒判为不合格。

A.4.2.7 重新热处理

如果一批钢棒的一项或几项力学性能不合格,则该批可进行重新热处理,重新热处理的条件应在质量证明书中注明。

重新热处理后按A.4.2的规定,重新进行力学性能试验,重新热处理不得超过两次。

A.4.2.8 缺陷部位的清除

对钢棒目视检测中发现的缺陷,在保证钢棒尺寸公差要求的前提下,可采用打磨法清除缺陷。对钢棒不允许做任何焊补。

打磨后应按A.3.1.5.3和A.3.1.5.4的规定进行渗透检测或磁粉检测,以保证缺陷被完全清除。

A.4.2.9 尺寸检查

按图纸或订货合同的规定进行尺寸检查,所测数值应在规定的公差范围内。

A.4.2.10 试料保管

力学性能试验的剩余试料和试验后的试样应进行保管,从钢棒验收之日起至少保留12个月。

A.5 标志

钢厂应按订货合同的规定制定标记方法和标志内容。

A.6 清洁、包装、运输

按订货合同的规定进行。

A.7 质量证明书

钢厂在交货时应提交下列文件:

- 熔炼分析和成品分析报告;
- 热处理(包括重新热处理)报告;
- 力学性能试验(包括复验)报告;
- 无损检测报告,包括目视检测、磁粉检测、渗透检测和超声检测;
- 尺寸检查报告。

这些报告应包括:

- 钢厂名;
- 订货合同号;
- 本部分号、钢牌号、炉罐号、批号、钢棒等级、规格和数量;
- 检验机构名称(如必要);
- 试验和复验结果以及规定值。

附 录 B
(资料性附录)

本部分中的材料牌号与 RCC-M 中的对应材料牌号和 ASME 标准中近似的材料牌号对照表

表B.1 本部分中的材料牌号与 RCC-M 中的对应材料牌号和 ASME 标准中近似的材料牌号对照表

序号	材料类型	本部分中的材料牌号	RCC-M 中的对应材料牌号	ASME 标准中相近的材料牌号
1	螺栓材料	42CrMoE	42CrMo4	ASME SA-193/SA-193M Gr.B7
2	螺栓材料	40CrMoV	42CDV4	ASME SA-193/SA-193M Gr.B16
3	螺栓材料	12Cr13	X12Cr13	ASME SA-193/SA-193M Gr.B6
4	螺栓材料	05Cr16Ni4Mo	X6CrNiMo16-4	—
5	螺栓材料	06Cr19Ni10(固溶处理)	Z6CN18-10 Z5CN18-10	ASME SA-193/SA-193M Gr.B8 Class 1
6		06Cr19Ni10(加工硬化)		ASME SA-193/SA-193M Gr.B8 Class 2
7	螺栓材料	06Cr17Ni12Mo2(固溶处理)	Z6CND17-12 Z5CND17-12	ASME SA-193/SA-193M Gr.B8M Class 1
8		06Cr17Ni12Mo2(加工硬化)		ASME SA-193/SA-193M Gr.B8M Class 2
9	螺栓材料	10Cr12Ni3Mo2VN	X12CrNiMoV12-3	—
10	螺栓材料	06Cr15Ni25Ti2MoAlVB	X6NiCrTiMoVB25-15-2	ASME SA-453/SA-453M Gr.660
11	螺栓材料	05Cr17Ni4Cu4Nb	X6CrNiCu17-04	ASME SA-564/SA-564M Type 630
12	螺栓材料	05Cr15Ni4Cu4Mo2	X6CrNiCuMo15-04	—
13	螺母材料	45	C45E、C45R	ASME SA-194/SA-194M Gr.2
14	螺母材料	42CrMoE	42CrMo4	ASME SA-194/SA-194M Gr.7
15	螺母材料	12Cr13	X12Cr13	ASME SA-194/SA-194M Gr.6
16	螺母材料	06Cr19Ni10	Z6CN18-10 Z5CN18-10	ASME SA-194/SA-194M Gr.8A
17	螺母材料	06Cr17Ni12Mo2	Z6CND17-12 Z5CND17-12	ASME SA-194/SA-194M Gr.8MA

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
压水堆核电厂阀门
第 6 部分：紧固件技术条件
NB/T 20010.6-2010

*

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

*

2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月第 1 次印刷
印数 1—200 定价 66.00 元