

## 中华人民共和国能源行业标准

NB/T 20005.35—2017

---

### 压水堆核电厂用碳钢和低合金钢 第 35 部分: 控制棒驱动机构用碳钢钢管

**Carbon and low alloy steel for pressurized water reactor nuclear power plants -  
Part 35: Carbon steel tube used for control rod drive mechanism**

2017 - 02 - 10 发布

2017 - 07 - 01 实施

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 ..... 2

6 磁性能试验 ..... 3

7 晶粒度检验 ..... 3

8 重新热处理 ..... 3

9 表面质量 ..... 3

10 缺陷的清除与修整 ..... 3

11 尺寸和外形检查 ..... 4

12 标志、清洁、包装和运输 ..... 4

13 质量证明文件 ..... 4

## 前 言

NB/T 20005 与 NB/T 20006、NB/T 20007、NB/T 20008 和 NB/T 20009 共同构成了压水堆核电站核岛机械设备用材料系列标准。

NB/T 20005 《压水堆核电站用碳钢和低合金钢》分为若干部分，本部分为NB/T 20005的第35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。

本部分由上海第一机床厂有限公司负责起草，中国核动力研究设计院、中广核工程有限公司、上海核工程研究设计院参加起草。

本部分主要起草人：李延葆、米大为、任大峰、马鑫、李玲、陈刚、兰银辉、李跃忠。

## 压水堆核电厂用碳钢和低合金钢

### 第 35 部分：控制棒驱动机构用碳钢钢管

#### 1 范围

本部分规定了压水堆核电厂控制棒驱动机构用10或25碳钢无缝钢管的制造、检验和验收等要求。本部分适用于压水堆核电厂控制棒驱动机构导磁环用10或25碳钢无缝钢管。

#### 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 230.1 金属材料洛氏硬度 第1部分：试验方法（A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺）（GB/T 230.1—2009, ISO 6508-1: 2005, 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

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 13012 软磁材料直流磁性能的测量方法（GB/T 13012—2008, IEC 60404-4: 2000, 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）

#### 3 制造

##### 3.1 制造文件

钢管制造前，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

钢应采用电弧炉加炉外精炼或转炉加炉外精炼冶炼，也可采用其它相当或更好的工艺冶炼。

##### 3.3 成形

用于制造钢管的钢锭头、尾应有足够的切除量，以保证去除缩孔和严重偏析，用于制造钢管的圆钢或钢坯，应去除表面裂纹等有害缺陷。钢管可采用冷加工或热加工成形。

##### 3.4 热处理和交货状态

钢管应以退火状态交货。 热处理工艺由钢管制造厂确定。

所有热处理的过程（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。 钢管在所有热处理保温期间的温度偏差不得超过±10℃。

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

材料牌号	类别	化学成分（质量分数）							
		%							
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
10	冶炼分析	0.07~0.13	0.17~0.37	0.35~0.65	≤0.020	≤0.015	≤0.15	≤0.25	≤0.25
	成品分析	0.05~0.15	0.14~0.40	0.32~0.68	≤0.025	≤0.020	≤0.18	≤0.28	≤0.28
25	冶炼分析	0.22~0.29	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.020	≤0.015	≤0.15	≤0.25	≤0.25
	成品分析	0.20~0.31	0.14~0.40	0.47~0.83	≤0.025	≤0.020	≤0.18	≤0.28	≤0.28

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 4336或GB/T 20123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分析报告。 熔炼分析应在浇注钢锭时取样分析，每批钢管应进行成品分析，试样应取自拉伸试样的临近部位，也可取自试验后的室温拉伸试样端部。

5 力学性能

5.1 规定值

钢管的力学性能应满足表2的规定。

表2 力学性能

材料牌号	热处理状态	试验项目	力学性能	规定值
10、25	退火态	室温拉伸试验	下屈服强度 $R_{eL}$ /MPa	提供数据
			抗拉强度 $R_m$ /MPa	提供数据
			断后伸长率 $A$ /%	提供数据
			断面收缩率 $Z$ /%	提供数据
		硬度试验	硬度 HBW	≤150

5.2 取样

5.2.1 应在每批交货状态钢管中任取两根钢管，两根钢管各截取一块试料；拉伸试样的纵轴应位于 1/2 壁厚处，试样有用部位距离钢管热处理端面应大于或等于钢管壁厚。

5.2.2 试料应具有足够的尺寸，以便截取全部试验和可能复试所需的试样。



### 5.3 试验

#### 5.3.1 组批规则

一批钢管由相同熔炼炉号、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时间不超过8 h的同一次热处理、相同规格的钢管所组成。

#### 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个硬度试样。

#### 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表D.1中的R4圆形横截面比例试样。  
室温拉伸试验按GB/T 228.1—2010的规定进行。

##### 5.3.3.2 硬度试验

硬度试验按GB/T 230.1的规定进行。

## 6 磁性能试验

每批交货状态钢管任取一根按GB/T 13012进行磁感应强度B<sub>25</sub>（磁场强度H为25 A/cm时磁感应强度）、剩磁Br和矫顽力H<sub>c</sub>检测，并按环形磁芯法在80 A/m~10000 A/m的磁场强度范围内绘制磁化曲线。  
其中10钢要求B<sub>25</sub>≥1.4 T、Br≤0.8 T。  
其余检测结果提供数据。

## 7 晶粒度检验

每批钢管取一个晶粒度试样，试样应取自磁性能试样的邻近位置。  
钢管的晶粒度应按GB/T 6394进行评定，提供实测数据。并提供金相照片（包括放大倍数、标尺和浸蚀剂）。

## 8 重新热处理

若力学性能试验结果或磁性能结果不合格，可对该批钢管进行重新热处理。  
重新热处理后应进行除化学分析以外所有规定的试验和检验。  
重新热处理只允许进行一次。

## 9 表面质量

应对交货的每根钢管进行表面质量检验。钢管表面不允许存在肉眼可见的氧化皮、裂纹、气孔、折迭、结疤、夹杂及其它影响使用性能的缺陷。

## 10 缺陷的清除与修整

如果钢管的表面发现不可接受的缺陷,可采用磨削打磨的方法清除,磨削打磨后的区域应重新进行检测。

缺陷清除后,钢管的尺寸仍应符合订货文件和图纸的规定。

## 11 尺寸和外形检查

交货钢管的尺寸和外形应满足订货合同的规定。

## 12 标志、清洁、包装和运输

钢管的标志、清洁、包装和运输应符合订货合同的相关规定。

## 13 质量证明文件

钢管交货时,制造厂应提交质量证明文件,其内容应至少包括:

- 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) 磁性能检验报告(包括磁化曲线报告,);
- e) 晶粒度报告包括照片;
- f) 表面质量检验报告;
- g) 尺寸及外形检查报告;
- h) 未曾焊补的声明。

以上报告应至少包括:

- 制造厂名称或代号;
  - 订货合同号;
  - 本标准号和牌号;
  - 熔炼炉号、批号和件号;
  - 材料识别标记(如果有);
  - 检验机构名称(如适用);
  - 各种试验及复试(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  
压水堆核电厂用碳钢和低合金钢  
第 35 部分：控制棒驱动机构用碳钢钢管  
NB/T 20005.35—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 18.00 元