

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 20008.16—2012

代替 EJ/T 1122—2000

压水堆核电厂用其他材料 第 16 部分: 控制棒驱动机构用钴基合金

Other material for pressurized water reactor nuclear power plants

Part 16: Cobalt-base alloy for control rod drive mechanism

2012-10-19 发布

2013-03-01 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 金相检查.....	4
7 低倍组织.....	5
8 表面质量.....	5
9 无损检测.....	5
10 缺陷部位的清除.....	5
11 尺寸检测.....	5
12 标志.....	5
13 清洁、包装和运输.....	6
14 质量证明文件.....	6

前 言

NB/T 20008《压水堆核电厂用其他材料》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 20007《压水堆核电厂用不锈钢》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 20008《压水堆核电厂用其他材料》分为若干部分，本部分为NB/T 20008第16部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分代替EJ/T 1122—2000《压水堆核电厂控制棒驱动机构SG6钴基合金技术条件》，与EJ/T 1122—2000相比，主要技术变化如下：

- 修改了材料的牌号，转换为GH5605，新牌号按照GB/T 14992的规则命名；
- 修改了产品形状说明，将棒材和块料统一为棒材；
- 增加了棒材渗透检测的要求；
- 修改交货状态为固溶处理+冷拉状态或固溶处理+冷拉+时效状态；
- 更新了引用标准，并从适用范围、制造、化学成分、力学性能、无损检测等方面进行了全面修订。

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。

本部分负责起草单位：上海第一机床厂有限公司。

本部分参加起草单位：中广核工程有限公司、中科华核电技术研究院、宝山钢铁股份有限公司。

本部分起草人：米大为、李延葆、任大峰、兰银辉、尤磊、黄大鹏、刘群。

EJ/T 1122—2000于2000年9月首次发布。

压水堆核电厂用其他材料

第 16 部分：控制棒驱动机构用钴基合金

1 范围

本部分规定了压水堆核电厂控制棒驱动机构用GH5605钴基合金棒材的制造、化学成分、力学性能、金相检验、无损检测等技术要求。

本部分适用于压水堆核电厂控制棒驱动机构钩爪销轴、连杆销轴和胀头用GH5605钴基合金圆形棒材。

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 223.20 钢铁及合金化学分析方法 电位滴定法测定钴量
- 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 223.43 钢铁及合金 钨含量测定 重量法和分光光度法
- 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 铋磷钼蓝分光光度法和铈磷钼蓝分光光度法
- 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 223.72 钢铁及合金 硫含量的测定 重量法
- GB/T 223.73 钢铁及合金 铁含量的测定 三氯化钛-重铬酸钾滴定法
- 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 9556:1989, IDT)
- 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 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法(GB/T 229—2007, ISO 148-1: 2006, MOD)
- GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 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 905 冷拉圆钢、方钢、六角钢尺寸、外形、重量及允许偏差(GB/T 905—1994, ISO 286-1:1988, NEQ)
- GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备(GB/T 2975—1998,ISO 377:1997,MOD)

GB/T 4162—2008 锻轧钢棒超声检测方法

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 6394 金属平均晶粒度测定法

GB/T 14999.2 高温合金横向低倍组织酸浸试验法

GB/T 14999.4 高温合金显微组织试验法

GB/T 14999.5 高温合金低倍、高倍组织标准评级图谱

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)

NB/T 20003.4 核电厂核岛机械设备无损检测 第4部分: 渗透检测

3 制造

3.1 制造大纲

在生产前,棒材制造厂应制定详细的制造大纲,制造大纲至少应包括如下内容:

- 合金锭的冶炼方式;
- 合金锭的重量和类型;
- 锭头和锭尾的切除百分比;
- 棒材总锻轧比;
- 热处理时棒材的直径和交货时的直径;
- 中间热处理和最终热处理工艺;
- 试验用试料上截取试样的位置图。

按时间先后顺序列出热处理、试料截取及无损检测的各个操作过程。

3.2 冶炼

GH5605钴基合金材料应采用真空感应炉加电渣重熔的方法冶炼,也可采用其它相当或更好的工艺冶炼。

3.3 加工

合金锭头尾应充分切除,以便清除合金锭的缩孔和主要偏析部分。

合金锭的重量和锭头、锭尾切除的百分比应作记录。

棒材的总锻轧比应不小于3。

3.4 交货状态

钴基合金棒材应以固溶处理和冷拉状态交货,或固溶处理和冷拉以及时效状态交货,交货状态应在订货合同中明确。

固溶处理保温温度为1175℃~1230℃,保温足够的时间后在水中快速冷却。

时效处理保温温度为540℃~565℃,最少保温4小时后空冷。

热处理保温期间棒材与设定温度偏差应控制在±10℃以内。

棒材制造厂应保留棒材热处理记录,并作为质量证明文件的一部分提交订货方。

棒材热处理后通过机加工或订货方认可的方法去除氧化皮。交货状态下,棒材的表面应满足无损检测要求。

4 化学成分

4.1 GH5605 钴基合金熔炼分析和成品分析的化学成分应符合表 1 的规定。

4.2 棒材制造厂应提供材料熔炼分析和成品分析报告。熔炼分析应每炉取样分析,采用电渣重熔冶炼时,应在每个重熔锭上取样分析;成品分析应在每批棒材上取一个试样进行分析,试样可在力学性能试验余料上取样。

4.3 化学成分测定用试样的制样和取样按照 GB/T 20066 的规定进行,化学成分分析按 GB/T 223 相关部分的规定进行。

表1 化学成分

元素	化学成分(质量分数)%									
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	W	Fe	Co
熔炼分析	0.05~ 0.15	1.00~ 2.00	≤0.40	≤0.030	≤0.030	19.00~ 21.00	9.00~ 11.00	14.00~ 16.00	≤3.00	余量
成品分析	0.04~ 0.16	0.96~ 2.04	≤0.45	≤0.035	≤0.035	18.75~ 21.25	8.85~ 11.15	13.90~ 16.10	≤3.10	余量

5 力学性能

5.1 规定值

在交货状态下, GH5605 钴基合金棒材的力学性能应满足表2的规定。

表2 力学性能

交货状态	试验温度 ℃	拉伸试验				冲击试验	硬度试验
		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 /%	断面收缩率 Z /%	吸收能量 KV_2 /J	HRC
固溶+冷拉	室温	≥995	提供数据	≥25	≥30	提供数据	35~40
	350	提供数据	提供数据	—	—	—	—
固溶+冷拉 +时效	室温	≥1105	≥830	≥12	提供数据	提供数据	38~45
	350	提供数据	提供数据	—	—	—	—

5.2 取样

试料应在交货状态的成品棒材上截取,试料的有用部分距棒材端部的距离不小于棒材直径,试样的截取应按照GB/T 2975进行,试样纵轴应与棒材轴线平行。

截取的试料和试样不应再进行任何热处理。

5.3 试验

5.3.1 组批规则

批是由同一冶炼炉号、同炉热处理、相同的制造过程、相同的冷变形量、相同直径的合金棒材组成。每批棒材重量不应超过2 000 kg。

5.3.2 试验项目和数量

棒材的试验项目和取样数量应符合表3的规定。

表3 试验项目和取样数量

序号	检验项目	取样数量
1	熔炼分析	每炉取一个试样
2	成品分析	每批取一个试样
3	室温拉伸试验	每批取两根棒，分别取一个试样
4	350℃拉伸试验	每批取两根棒，分别取一个试样
5	冲击试验	每批一组，每组三个试样
6	硬度试验	每批 5%根上各取一个试样，每批至少两个试样，每个试样 检验三次
7	金相检查	每批一个试样
8	低倍组织	每批两个试样
9	超声检测	逐根
10	渗透检测	逐根

5.3.3 试验方法

5.3.3.1 室温和高温拉伸试验

拉伸试样应符合 GB/T 228.1—2010 的规定。直径等于或大于 20 mm 的棒材，应选用 R4 试样；直径小于 20 mm 的棒材，应选用 R7 试样。

室温拉伸试验按照 GB/T 228.1—2010 的规定进行；350℃拉伸试验按照 GB/T 4338 的规定进行。

5.3.3.2 冲击试验

冲击试验按照GB/T 229规定进行，试样的缺口的轴线应垂直于棒材的最近表面。

5.3.3.3 硬度试验

硬度试验按照GB/T 230.1规定进行，应在相当于棒材半径的1/2处进行。

5.4 复试

如果由于试样的物理缺陷（但不影响产品使用性能），或因试样装夹不妥，或因为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试验。如果第二次试验的结果合格，则该批棒材予以验收。

如果拉伸试验结果不合格，且不是由于上述任一情况引起，应在不合格试样邻近部位另取双倍试样进行复试。若复试结果有一项指标不合格，则该批棒材应不予以验收。

6 金相检查

6.1 纯洁度

当合同要求时，合金的纯洁度可按照GB/T 14999.4进行检验，评级按照GB/T 14999.5进行。

6.2 晶粒度

当合同要求时，棒材应在冷变形前的最后一次固溶热处理后按照GB/T 6394进行晶粒度检测，要求棒材晶粒度等于或细于4级。

7 低倍组织

合金材料的低倍组织检验应在合金坯或合金棒的端部横截面（相当于合金锭头部和尾部）进行，检验方法按GB/T 14999.2中规定，不应有肉眼可见的影响使用性能的缩孔、气泡、夹杂和裂纹。

8 表面质量

棒材在制造和加工的各个阶段中，应仔细检查，表面不允许有发纹、裂纹、切痕或有损于使用的其它缺陷。

交货状态的棒材表面粗糙度 $Ra \leq 3.2 \mu m$ 。

9 无损检测

9.1 渗透检测

当合同要求时，则应在最终交货的棒材表面按NB/T 20003.4进行渗透检测和验收。

9.2 超声检测

交货状态的棒材应按GB/T 4162—2008逐根进行100%体积的超声检测，可记录缺陷和验收标准按照GB/T 4162—2008表4中AA级执行。

10 缺陷部位的清除

棒材表面缺陷允许用打磨的方法清除，清除过程中应避免材料表面过热，清除区域与周围表面应平滑过渡，缺陷清除后，打磨区域应按照9.1进行渗透检测，打磨后棒材应在合同规定的尺寸范围内。

棒材不允许任何形式的焊补。

11 尺寸检测

棒材应按照订货合同要求进行检查和验收。

合同中未规定时，按GB/T 905进行验收。

12 标志

棒材应采用在端部打钢印或挂牌的方法进行标志，标志应至少包括以下内容：

- 订货合同号；
- 本部分的编号；
- 材料牌号；
- 熔炼炉号；
- 交货状态；

- 材料批号及数量；
- 棒材编号；
- 棒材制造厂识别标志。

标志位置和方法应无损于材料的最终使用。

13 清洁、包装和运输

棒材在制造过程中，应避免与影响材料性能和表面质量的物质接触，如：铅、铜、铝、镉、锡、汞、铈、铋、硫、卤素及化合物和低熔点合金。应避免采用含氯塑料及其耦合剂、渗透剂和油漆等进行标识、包装。

不应使用碳素钢钢丝直接对棒材进行捆扎及运转，可使用不锈钢丝材进行捆扎。

包装和运输应保证棒材在运输过程中免受碰撞和损坏。

14 质量证明文件

棒材制造厂在每项试验完成后，应编制试验报告，并作为棒材的质量证明文件提供给订货方，试验报告至少应包括以下内容：

- 熔炼分析和成品分析的化学成分报告；
- 热处理报告；
- 力学性能试验（包括复验）报告；
- 金相检验报告；
- 低倍组织检验报告；
- 表面质量检验报告；
- 无损检测报告；
- 尺寸检查报告。

这些报告至少应包括以下内容：

- 牌号、熔炼炉号、热处理炉号、批号、棒材编号；
 - 交货状态；
 - 棒材制造厂名称；
 - 订货合同号；
 - 检验机构名称（必要时）；
 - 试验和重新试验结果及其规定值。
-

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
压水堆核电厂用其他材料 第 16 部分：
控制棒驱动机构用钴基合金
NB/T 20008.16—2012

*

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

*

2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷
印数 1—200