

ICS 25.160.20

J 33

备案号: 41414-2013

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 20009.5—2013

压水堆核电厂用焊接材料 第5部分: 1、2、3级设备用碳钢气体保护 电弧焊药芯焊丝

**Welding material for pressurized water reactor nuclear power plants -
Part 5: Carbon steel flux cored electrodes for gas shielded arc welding of class 1,
2, 3 components**

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 型号	2
4 技术要求	3
5 试验方法	4
6 检验规则	5
7 包装、标志及质量证明文件	6
附录 A（资料性附录） 不同标准药芯焊丝型号对照表	8

前 言

NB/T 20009《压水堆核电厂用焊接材料》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 20008《压水堆核电厂用其他材料》共同构成了压水堆核电厂核岛机械设备用材料系列能源行业标准。

NB/T 20009《压水堆核电厂用焊接材料》分为如下几个部分：

- 第1部分：1、2、3级设备用碳钢焊条；
- 第2部分：1、2、3级设备用低合金钢焊条；
- 第3部分：1、2、3级设备用不锈钢焊条；
- 第4部分：1、2、3级设备用镍基合金焊条；
- 第5部分：1、2、3级设备用碳钢气体保护电弧焊药芯焊丝；
- 第6部分：1、2、3级设备用碳钢气体保护电弧焊焊丝；
- 第7部分：1、2、3级设备用不锈钢焊丝和填充丝；
- 第8部分：1、2、3级设备用镍基合金焊丝和填充丝；
- 第9部分：1、2、3级设备埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂；
- 第10部分：1级设备埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂；
- 第11部分：1、2、3级设备埋弧焊用不锈钢焊丝和焊剂；
- 第12部分：1级设备镍基合金堆焊用焊带和焊剂；
- 第13部分：1、2、3级设备用不锈钢堆焊用焊带和焊剂；
- 第14部分：1、2、3级设备用硬质合金堆焊焊接材料。

本部分为NB/T 20009的第5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。

本部分起草单位：苏州热工研究院有限公司、上海核工程研究设计院、上海大西洋焊接材料有限责任公司、上海发电设备成套设计研究院、四川大西洋焊接材料股份有限公司、上海电气核电设备有限公司、中国核电工程有限公司、东方电气（广州）重型机器有限公司、哈电集团（秦皇岛）重型装备有限公司、中国核动力研究设计院。
（上海电气核电设备有限公司）

本部分主要起草人：朱平、吴丹蕾、左波、李强、曾志超、吴平、张茂龙、郭利峰、邹杰、王莉、尚恒、王峥、陈智。
（上海电气核电设备有限公司）

压水堆核电厂用焊接材料

第5部分：1、2、3级设备用碳钢气体保护电弧焊药芯焊丝

1 范围

本部分规定了压水堆核电厂1、2、3级设备用碳钢气体保护电弧焊药芯焊丝的型号、技术要求、试验方法及检验规则等内容。

本部分适用于压水堆核电厂1、2、3级设备用碳钢气体保护电弧焊药芯焊丝，具体范围应该满足设计要求。

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 223.12 钢铁及合金化学分析方法 碳酸钠分离-二苯碳酰二肼光度法测定铬量
- GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钽试剂萃取光度法测定钒含量
- GB/T 223.18 钢铁及合金化学分析方法 硫代硫酸钠分离-碘量法测定铜量
- GB/T 223.19 钢铁及合金化学分析方法 新亚铜灵-三氯甲烷萃取光度法测定铜量
- 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 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法
- GB/T 223.53 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定铜量（GB/T 223.53—1987，eqv ISO/DIS 4943:1986）
- GB/T 223.54 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定镍量（GB/T 223.54—1987，eqv ISO/DIS 4940:1986）
- 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铋磷钼蓝分光光度法
- 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 10700:1994，IDT）
- GB/T 223.67 钢铁及合金 硫含量的测定 次甲基蓝分光光度法（GB/T 223.67—2008，ISO 10701:1994，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 223.69 钢铁及合金 碳含量的测定 管式炉内燃烧后气体容量法
- GB/T 223.71 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后重量法测定碳含量
- GB/T 223.72 钢铁及合金 硫含量的测定 重量法
- GB/T 223.76 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收光谱法测定钒量
- GB/T 223.79 钢铁 多元素含量的测定 X射线荧光光谱法（常规法）
- 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 2650 焊接接头冲击试验方法（GB/T 2650—2008，ISO 9016:2001，IDT）
- GB/T 2652 焊缝及熔敷金属拉伸试验方法（GB/T 2652—2008，ISO 5178:2001，IDT）
- GB/T 3965 熔敷金属中扩散氢测定方法
- 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 10045 碳钢药芯焊丝
- 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）
- GB/T 25774.1 焊接材料的检验 第1部分：钢、镍及镍合金熔敷金属力学性能试样的制备及检验（GB/T 25774.1—2010，ISO 15792-1: 2000，MOD）
- GB/T 25775 焊接材料供货技术条件 产品类型、尺寸、公差和标志（GB/T 25775—2010，ISO 544:2003，MOD）
- GB/T 25778 焊接材料采购指南（GB/T 25778—2010，ISO 14344:2010，MOD）
- NB/T 20002.4 压水堆核电厂核岛机械设备焊接规范 第4部分：焊接填充材料的评定
- NB/T 20003.3 核电厂核岛机械设备无损检测 第3部分：射线检测

3 型号

本部分中焊丝型号包括E50×T-1和E50×T-1M，焊丝型号的命名应符合GB/T 10045规定，不同标准药芯焊丝型号对照表见附录A。

本部分中焊丝的焊接位置、保护类型、极性和适用性要求见表1。

焊接材料制造厂应按照NB/T 20002.4的规定对本部分焊接材料进行评定。

表1 焊接位置、保护类型、极性和适用性要求

焊丝型号 ^a	外加保护气体	极性	适用性
E50×T-1	CO ₂	DCEP ^b	单道焊、多道焊
E50×T-1M	75%~80%Ar+CO ₂	DCEP ^b	单道焊、多道焊

^a 符号×表示推荐的焊接位置：0表示平焊和横焊位置；1表示全位置；T表示药芯焊丝；短线后的1表示焊丝的类型特点，可用于单道焊和多道焊；M表示保护气体为75%-80%Ar+CO₂，无“M”时表示保护气体为CO₂。

^b DCEP表示直流电源，焊丝接正极。

4 技术要求

4.1 尺寸

焊丝的尺寸和公差应符合 GB/T 25775 的规定。根据供需双方协议，也可生产其他尺寸的焊丝。

4.2 表面质量

焊丝应具有光洁的表面，应无对焊丝特性、焊接设备的操作或熔敷金属的性能有不利影响的裂纹、凹坑、划痕、氧化层、皱纹、折叠和外来物。

4.3 卷绕要求

每盘焊丝不应有接头。
焊丝的卷绕应符合 GB/T 10045 标准的要求。

4.4 药芯的填充

焊丝的药芯应填充均匀，以使焊接工艺性能和熔敷金属力学性能不受影响。

4.5 熔敷金属化学成分

熔敷金属化学成分应符合表2的规定。

表2 熔敷金属化学成分

焊丝型号	化学成分（质量分数）%									
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Cu
E50×T-1 E50×T-1M	≤0.12	≤0.90	≤1.75	≤0.025	≤0.015	≤0.50	≤0.20	≤0.30	≤0.08	≤0.25

4.6 熔敷金属力学性能（焊态或/和模拟消除应力热处理状态）

4.6.1 室温拉伸

室温拉伸试验结果应符合表3规定。

4.6.2 高温拉伸

当设计文件或图纸对被焊材料有高温拉伸性能要求时，需进行高温拉伸试验，试验温度和试验结果应满足相应文件和图纸要求。

4.6.3 夏比 V 型缺口冲击试验

夏比V型缺口冲击试验结果应符合表4规定。

表3 熔敷金属拉伸试验

焊丝类别	R_m /MPa	$R_{p0.2}$ 或 R_{el} /MPa	A /%
E50×T-1 E50×T-1M	490~670	≥390	≥22

表4 熔敷金属夏比V型缺口冲击试验

焊丝型号	试验温度/℃	冲击吸收功/J	
		平均值	单个最小值 ^a
E50×T-1	0	≥60	≥42
E50×T-1M	-20 ^b	≥27	≥20

^a 一组三个试样, 仅允许有一个试样的试验结果低于平均值。
^b 当设计有要求时, 应进行-20℃下冲击试验。

4.7 焊缝射线检测

焊缝射线检测结果应符合NB/T 20003.3中1级焊接接头的要求。

4.8 熔敷金属扩散氢含量

熔敷金属的扩散氢含量采用水银法或色谱法测定, 含量不应大于0.5 ml/100g。

4.9 T型接头角焊缝试验

T型接头角焊缝试验结果应符合GB/T 10045规定, 且焊缝根部不允许有未熔合。

5 试验方法

5.1 熔敷金属化学成分分析

5.1.1 试件制备

熔敷金属化学成分分析试件应在平焊位置多层堆焊制成, 堆焊的熔敷金属最小尺寸为40 mm×13 mm×13 mm。用于堆焊化学分析试件的母材金属表面应干净, 试件的焊前温度不应低于15℃。试件堆焊的焊道道间温度不应超过165℃, 每道焊完后可将试块浸入水中冷却。

5.1.2 取样方法

化学分析试样从试件上制取时, 取样处至堆焊金属母材表面的距离不应小于10 mm, 制取方法可采用任何机械方法。

化学分析试样除可从5.1.1规定的堆焊金属试件上制取外, 也可从无母材稀释影响的力学性能试验用试件的熔敷金属上制取, 仲裁试验用化学分析试样应按5.1.1规定制取。

5.1.3 试验方法

熔敷金属化学分析方法可采用GB/T 223的相关部分、GB/T 4336、GB/T 20123等供需双方同意的任何适宜的方法。仲裁试验应按GB/T 223进行。

5.2 熔敷金属试件制备

5.2.1 试验用母材

试验用母材(包括试板和垫板)应采用与焊丝熔敷金属化学成分和力学性能相当的材料, 也可以在普通碳钢材料上用被检焊丝堆焊隔离层后作为试验用母材。隔离层应覆盖试验中熔敷金属可能接触的所有母材表面。在对坡口和垫板表面加工后, 隔离层至少应包含3层。

5.2.2 试板尺寸

试板可选择GB/T 25774.1中的1.3、1.4或1.5型。试板应足够长，以满足取样要求。

5.2.3 制备条件

试件的焊接应在平焊位置进行，焊接后角变形大于 5° 的试件应予以报废，焊后试件不允许矫正。为防止角变形超过 5° ，应预做反变形或/和焊接过程中使试件受到拘束。

试件应先定位焊，然后在试件温度不低于 15°C 时开始焊接，道间温度、焊接电流及焊接热输入量应接近允许使用的最大值。

如果中断焊接，允许试件在室温下的静止空气中冷却。重新施焊时试件应预热至道间温度上限。

每一焊道都要进行目视检查，并刷扫清理。焊渣应完全清理干净，必要时进行打磨清理。

如果用被检焊材完成的产品焊缝在制造过程中需要进行消除应力热处理，则试件应进行模拟消除应力热处理。模拟消除应力热处理保温时间应至少等于制造中实际热处理保温时间的80%。一般可取保温温度 $610^\circ\text{C}\pm 10^\circ\text{C}$ ，保温时间10 h。 350°C 以上的升温、降温速度不应高于 $55^\circ\text{C}/\text{h}$ 。

5.3 熔敷金属力学性能试验

5.3.1 拉伸试验

拉伸试验按图1 a)所示位置取样，每个试验温度应各取1个拉伸试样。

室温拉伸试验按GB/T 2652的规定进行，高温拉伸试验按GB/T 4338的规定进行。试样标距段直径为10 mm，标距为50 mm。

5.3.2 夏比 V 型缺口冲击试验

冲击试验按图1 b)所示位置取样，每个试验温度应取1组（3个）冲击试样。冲击试验按GB/T 2650的规定进行。试样截面尺寸为 $10\text{ mm}\times 10\text{ mm}$ 。

5.4 焊缝射线检测

焊缝射线检测应在从试件上截取拉伸和冲击试样之前进行。

射线检测前应去除垫板。焊缝射线检测按NB/T 20003.3进行。评定焊缝射线底片时，试板两端各25 mm不应予考虑。

5.5 熔敷金属扩散氢含量测试

熔敷金属扩散氢含量测定方法应符合GB/T 3965规定。

5.6 T型接头角焊缝试验

T型接头角焊缝试验应符合GB/T 10045的规定。

6 检验规则

6.1 批量划分

成品药芯焊丝由焊材制造厂质量检验部门按批检验。

药芯焊丝的批量划分应符合GB/T 25778中T4级的规定。



图1 力学性能试验取样位置

6.2 取样方法

对每批药芯焊丝随机取样进行检验。也可供需双方协商取样规则。

6.3 验收

每批焊丝验收按下列要求验收：

- a) 熔敷金属化学成分应符合 4.5 的规定；
- b) 熔敷金属力学性能试验结果应符合 4.6 的规定；
- c) 焊缝金属射线检测结果应符合 4.7 的规定；
- d) 熔敷金属的扩散氢试验结果应符合 4.8 的规定；
- e) 角焊缝试验结果应符合 4.9 的规定。

6.4 复验

如果一项或几项试验结果不符合验收要求，则可对不合格试验再取双倍试样进行复验。

复验试样应在原试件上切取，若不能满足此要求，应重新制备验收试件，制取全套试样，对不合格的试验项目取双倍试样。所有复验结果应合格：

- a) 复验拉伸试验时，抗拉强度与屈服强度及伸长率均应同时复验；
- b) 冲击试验若不合格，则应在规定温度下做两组复验，两组试样的复验结果均应合格；
- c) 对于化学成分，只需要对不符合要求的那些元素进行复验。

7 包装、标志及质量证明文件

7.1 包装

药芯焊丝的包装要求按 GB/T 10045 规定或供需双方协议进行。

7.2 标志

每件焊丝的外包装及焊丝卷的内侧或焊丝盘的侧缘上至少应标有：

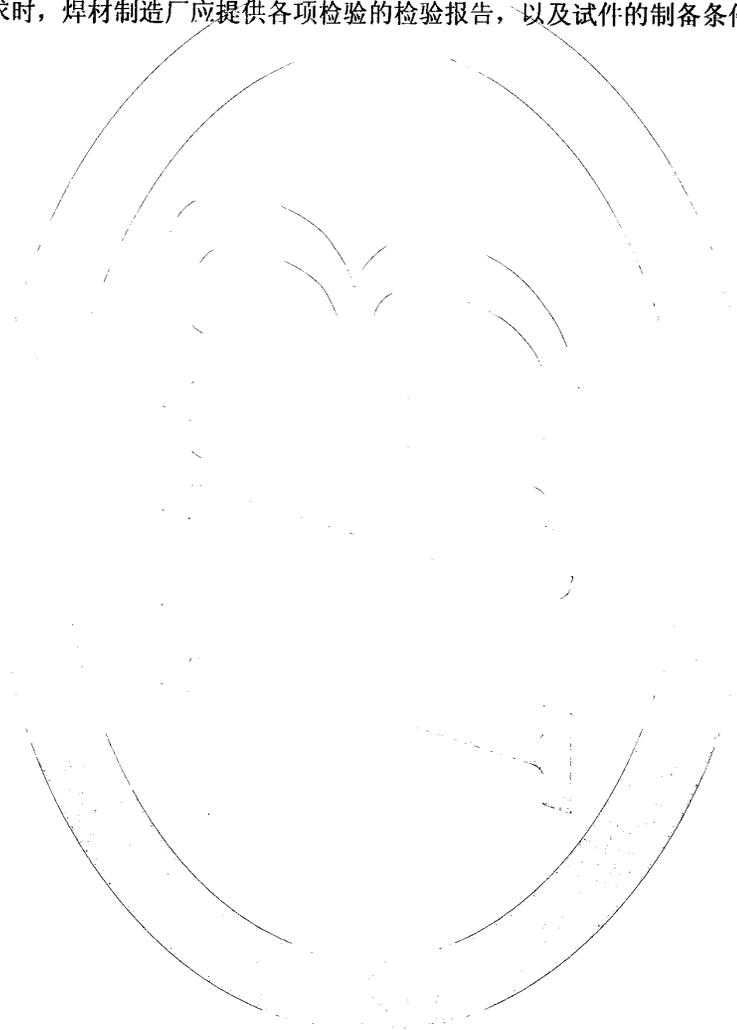
- 制造厂名称及商标；
- 焊材的牌号、执行标准和型号；
- 批号及生产日期；
- 规格及净质量。

7.3 质量证明文件

焊材制造厂对每一批焊材，根据实际检验结果出具质量证明文件，以供需方查询。其内容至少应包括：

- 焊材制造厂名及商标；
- 焊材牌号、执行标准和型号；
- 批号及生产日期；
- 规格及净质量；
- 所有试验的规定值和实测结果；
- 检验合格签字及日期。

需方有要求时，焊材制造厂应提供各项检验的检验报告，以及试件的制备条件。



附 录 A
 (资料性附录)
 不同标准药芯焊丝型号对照表

不同标准药芯焊丝型号对照表见表A.1。

表A.1 不同标准药芯焊丝型号对照表

本部分	ASME SFA5.20(2010版)	ASME SFA5.20M (2010版)	RCC-M (2007版)
E50×T-1	E7×T-1	E49×T-1	E 70 T 1
E50×T-1M	E7×T-1M	E49×T-1M	
注：符号“×”表示推荐的焊接位置；0表示平焊和横焊位置；1表示全位置。			

中华人民共和国
能源行业标准
压水堆核电厂用焊接材料
第5部分：1、2、3级设备用碳钢气体保护
电弧焊药芯焊丝
NB/T 20009.5—2013

*

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

机械工业信息研究院印制部印刷

版权专有 侵权必究

*

2013年10月第1版

2013年10月第1次印刷

印数 1—200

定价 21.00 元