

A	2004.9	CFC	汤美玲 2004.9.14	崔岚 2004.9.29	邢继 2004.9.29	
版次	日期	状态	编写	审核	批准	修改—说明

LING AO NUCLEAR POWER STATION UNITS 3 &4

岭 澳 核 电 站 3,4 号 机 组

DOC.NO	P	K	X	4	0	0	0	0	3	1	1	B	3	0	3	4	4	D	S
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

TITLE
标题

2、3 级热交换器管板用碳钢
锻件技术条件
20051011米 购存档

参考电站编码 Reference Document	P	L															版次	文 件 种 类	A	
																			B	
	(+FCR, FCN, DEN, CIN, 其它)																		C	X

编制单位: Issued by:	国 家 甲 级 证书号: 010003-sj	设计院内部编码: Internal Identification Number:
 核工业第二研究设计院 Beijing Institute Of Nuclear Engineering		0015T311

本文件产权属核工业第二研究设计院（BINE）所有，未经许可，不得以任何方式外传。
This document is the property of Beijing Institute Of Nuclear Engineering (BINE) , no part of this document may be reproduced by any means, nor transmitted without the written permission of the BINE.

图册(文件)编号
0015T311
共 1 册 第 1 册

岭澳核电站二期工程

工 程 号 0015

子项号或系统号

设 计 阶 段

工 种 材料

图册(文件)名称 2、3 级热交换器管板用碳钢
锻件技术条件

图册(文件)序号

批 准

： 核工业第二研究设计院
核工程设计甲级证书号 010003-SJ
二 00 四年九月

2、3 级热交换器管板用碳钢 锻件技术条件

审 批:	左 强 2004.10.19
审 定: 吴 明	吴明 2004.9.29 吴明 2004.10.7
审 核: 崔 岚	崔岚 2004.9.29
校 对: 路晓晖	路晓晖 2004.9.27
编 制: 汤美玲	汤美玲 2004.9.24

目录

- 1 适用范围
- 2 引用文件
- 3 订货要求
- 4 技术要求
 - 4.1 制造
 - 4.2 化学成分
 - 4.3 力学性能
 - 4.4 表面质量
 - 4.5 内部质量检验
 - 4.6 外观尺寸
- 5 检验规则和试验方法
 - 5.1 取样
 - 5.2 试验状态
 - 5.3 模拟消除应力热处理
 - 5.4 组批原则
 - 5.5 试验
 - 5.6 重新热处理
 - 5.6 缺陷的清除
 - 5.7 尺寸检验
 - 5.8 试料保管
- 6 标记
- 7 清洁、包装和运输
- 8 提交的文件
- 附录 1

2、3 级热交换器管板用碳钢锻件技术条件

1 适用范围

本技术条件规定了用于岭澳核电站二期工程厚度为 40mm~250mm, 用于辅助系统的 RCC-M2、3 级热交换器管板用可焊碳钢锻件的技术要求和检验方法。

本技术条件适用于岭澳核电站二期工程 RCC-M2、3 级热交换器管板用可焊碳钢锻件的采购和验收。

2 引用标准

GB/T222-1984	钢的化学分析用试样取样方法及成品化学成分允许偏差
GB/T223.5-1997	钢铁及合金化学分析方法 还原型硅钼酸盐光度法测定酸溶硅含量
GB/T223.59-1987	钢铁及合金化学分析方法 钼磷钼蓝光度法测定磷量
GB/T 223.64	钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定锰量
GB/T223.68-1997	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/T223.69-1997	钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后气体容量法测定碳含量
GB/T228-2002	金属拉伸试验方法
GB/T229-1994	金属夏比冲击试验方法
GB/T4338-1995	金属材料 高温拉伸试验
RCCM (2000 版)	Design and Construction Rules for Mechanical Components of PWR Nuclear Islands
NF A04-308	Steel forgings - Ultrasonic testing - Inspection methods - Limits acceptance

3 订货要求

3.1 需方应在订货合同上注明本技术要求文件号、钢号、等级和数量。

3.2 需方应提供订货图纸、尺寸及公差。

3.3 需方在订货合同中应明确以下技术要求：

—是否要求做高温拉伸性能试验；

—清洁、包装和运输要求；

—其他要求。

3.4 开始制造前，对于 2 级管板和厚度超过 80mm 的 3 级管板，锻造车间应制定包括以下内容的制造程序：

—冶炼方式；

—钢锭的重量和类型；

—锭头锭尾的切除百分比；

—锻件在钢锭中的位置：堆焊件的待堆焊表面，一定要位于钢锭的尾端（仅限于钢锭轴线平行于锻件轴线的情况）。

—锻件坯样图、热处理外形图、无损检测外形图以及交货件外形图；

—中间热处理和最终性能热处理条件；

—试料在锻件上的位置；

—试料上截取试样的位置图。

应按时间先后次序，列出热处理、试料截取和无损检验的各种操作。

3.5 制造厂应编制制造大纲和质量计划，提交采购方审查确认。

3.6 初次订货前，管板锻造厂应获得核电站业主和设计院的技术和质保认可。

3.7 锻造厂在交货时应提交本文要求的各项报告。

4 技术要求

4.1 制造

4.1.1 钢的冶炼方法

钢采用电弧炉或其它相当的冶炼工艺冶炼。

4.1.2 锻造

锻造应采用充分切除头尾的钢锭制造，以去除缩孔及大部分偏析。锻造比应大于等于 3。

4.1.3 机加工

热处理前,应粗机加工到尽量接近交货件外形。这些外形图应列入制造程序中。如果锻件外形已相当接近交货件外形,则可不进行粗机加工。

热处理后,最终超声波检验前进行精机加工,以达到交货外形要求。

4.1.4 交货状态

锻件应进行正火热处理(达到 $850^{\circ}\text{C}\sim 950^{\circ}\text{C}$ 之间的某一温度,然后空冷)。

对于重量大于 5000kg 的锻件,至少应将一根热电偶与锻件直接接触来测量温度。热电偶在锻件上的位置应在制造程序中注明。

4.2 化学成分

4.2.1 钢的牌号及化学成分

钢的牌号及化学成分应符合表 1 的要求,与 RCC-M 牌号的比较见附录 1。

钢厂应提供熔炼分析和成品分析报告。成品分析试样可在力学性能试验的余料上截取。

表 1

牌号	化学成分, % (m/m)					
	项目	C ≤	Si ≤	P ≤	S ≤	Mn
20HD	熔炼分析	0.18	0.30	0.025	0.015	≥0.60
	成品分析	0.20	0.35	0.030	0.018	≥0.60
16MnHD	熔炼分析	0.20	0.50	0.025	0.015	1.00~1.60
	成品分析	0.22	0.55	0.030	0.018	1.00~1.60

4.3 力学性能

热处理后锻件的力学性能应符合表 2 的规定。

表 2

牌号	力学性能指标						
	室温			300℃		冲击 (0℃)	
	R_m MPa ≥	$R_{p0.2}$ MPa ≥	$A\% (5d),$ ≥	R_m^t MPa ≥	$R_{p0.2}^t$ MPa ≥	$A_{Kv}, J \geq$	
						平均值	最小值 *
20HD	410~490	215	24	369	157	32	22
16MnHD	470~550	255	21	423	196	40	28

*: 3 个试样中只允许一个试样结果低于平均值,但不低于最小值。

4.4 表面质量

在制造和机加工的各个阶段,应仔细的检查锻件的各个表面,不允许有发纹、裂纹、切痕和其他对使用有害的缺陷。

最终机加工后,焊端和待堆焊表面应按 RCC-M MC5000 的规定进行磁粉检验。

可记录条件和验收准则:

尺寸大于等于 1mm 的显示均应记录。

锻件出现下列缺陷显示,应剔除:

—线状缺陷显示;

—尺寸大于 3 mm 的非线性缺陷显示;

—边缘间距小于 3 mm 的 3 个或 3 个以上排成一直线的缺陷显示,或间距为 3 mm~6mm,分布长度超过 15mm 的缺陷显示;

—如果两个邻近缺陷显示的间距小于其中较小者的二倍,则该两个缺陷显示视为一个缺陷显示。

剔除后的锻件可按 5.7 的规定进行处理。

4.5 内部质量检验

应对锻件作 100% 超声波检验。检验在热处理后,且已加工到交货状态的尺寸后进行,成型后不能检验的部分应提前做。

按 RCC-M MC2310 的规定进行超声波检验和信号评定。

锻件类型为 II 型。

检验两个水平端面。

探头频率为 4MHz。

扫查时,相邻两次扫查之间的重叠应为探头扫查宽度的 20%。

可记录信号范围和验收限制按 AFNOR 标准 A04-308 质量等级 3 级。

4.6 外观尺寸

交货锻件的尺寸及公差应满足图纸及合同要求。

5 检验规则和试验方法

锻件由供货方检查部门按订货合同和本技术条件的要求进行检查。

5.1 取样

试料取自锻件直径的延长部位。在热处理后截取试料，试料应打上标记，并标明在锻件上的取向。试料距试验环端面的距离至少为 20mm，距圆周表面的距离至少为 40mm。

试料必须足够大，以便能获取所有试验和复试用试样。

截取试样时，试样的轴线为切向。

冲击试样的切口中心线为轴向（与试环端面垂直）。

试料在零件上的位置示意图及试料上截取试样的平面图必须列入制造程序。

5.2 试验状态

5.2.1 对于交货后不再经受热处理的锻件，在交货状态下进行力学性能验收试验。

5.2.2 对于交货后还需经受消除应力热处理的管板锻件，可按 5.3.1 或 5.3.2 的规定或在模拟消除应力热处理后，或在交货状态下进行力学性能验收。

5.3 模拟消除应力热处理

5.3.1 模拟消除应力热处理必须考虑到零件在交货以后加工制造过程中实际要经受的全部消除应力热处理。保温温度要精确到 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，保温时间应至少是加工制造过程中实际进行的热处理阶段保温时间总和的 80%，并须考虑到制造过程中可能要做的补充热处理。模拟消除应力热处理的保温应满足以下要求：

—保温温度为 $605^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；

—保温时间按每毫米保温 6min.，但不得少于 2h。

在温度超过 400°C 时的加热和冷却速率应符合以下规定：

—当管板焊接部位的厚度 $S \leq 25\text{mm}$ 时，为 220°C/h ；

—当管板焊接部位的厚度 $S > 25\text{mm}$ 时，加热和冷却速率按下式计算，但不低于 55°C/h 。

$$\frac{220}{S} \times 25^{\circ}\text{C/h}$$

5.3.2 只有在制造商提供了由于进行了消除应力热处理引起力学性能降低的情况书面报告证明，并且设计单位在确定许用应力时已考虑到这种力学性能降低的情况下，才可在交货状态下取样对锻件进行力学性能验收。

5.3.3 试验数量、取样方向和试验温度应符合表 2 关于交货状态试验的规定。试料应取自经正火热处理后的试环，试料按 5.3.1 的规定进行模拟消除应力热处理。

5.4 组批规则

2 级锻件每批由一个锻件组成。

对单件重量不超过 500kg 且厚度小于 80mm 的 3 级锻件可以按批验收：每批由出自同一炉罐号、经相同制造程序并同炉热处理、厚度相近（最大厚度与最小厚度之比不大于 1.1）的锻件组成。每批锻件的总重量不超过 3000kg。

5.5 试验

5.5.1 化学成分分析

熔炼分析每炉罐取一个试样，成品分析每批取一个试样。

试验方法按 GB / T222，GB / T223 的规定进行。

5.5.2 力学性能试验

5.5.2.1 试验数量

1) 每批作一组力学性能试验。一组力学性能包括：

——一个室温拉伸试验；

——一个高温拉伸试验（合同要求时）；

——一组冲击试验。

2) 若锻件的单件重量大于 5000kg，则在两端相对 180°的位置上各作一组力学性能试验。

5.5.2.2 试验方法

A——室温拉伸试验

拉伸试样采用 GB/T228 规定的 R4 试样。

试验方法按照 GB/T228 的规定进行，应记录以下测定值：

(1) 规定非比例延伸率为 0.2% 时的应力 ($R_{p0.2}$)，MPa；

(2) 抗拉强度 (R_m)，MPa；

(3) 断后伸长率 (A)，%。

(4) 断面收缩率作为资料保存。

结果应符合表 2 规定值。但若由于试样存在物理缺陷（不影响产品的使用能力）、或因试样装夹不当，或试验机运行失常而使试验结果未达指标，则可另取试样重作试验。

若试验结果不满足要求，每个不合格结果需进行双倍试样的复试。复试试样

取自原试样邻近部位,并在原试样相同条件下进行。复试结果均应符合要求,否则,该产品需予剔除,并按 5.6 条执行。

B——300℃高温拉伸试验

试样与室温拉伸试样相同。

试验方法按 GB/T4338 的规定执行。记录以下数值:

- (1) 规定非比例延伸率为 0.2% 时的应力 ($R'_{p0.2}$), MPa;
- (2) 抗拉强度 (R'_m), MPa;
- (3) 记录断后伸长率 (A%), 记入试验报告中。

结果应满足表 2 的要求。如果试验结果满足要求,产品可接受。否则,应按室温拉伸试验的规定执行。

C——冲击试验

冲击试样采用 GB/T229 规定的标准夏比 V 型缺口试样,每组并排截取 3 个试样。试样缺口轴线垂直于锻件表面。

试验方法按 GB/T229 的规定进行。

试验结果应符合表 2 给出的规定值。如果有一个结果不符合规定值,则该锻件应予剔除。但如果不合格结果是个别值低于所规定的最小值,其他条件满足要求(三个试样的平均值合格,仅一个结果低于最小值),则可按下列方式进行复试,在不合格试样的邻近部位再截取 3 个一组两组试样在原试验温度下进行复验。如果复试结果全部满足要求,则该批锻件可以验收,否则,则应拒收。

5.6 重新热处理

当产品因一项或几项力学性能试验结果不合格而被剔除时,可对其作重新热处理,处理方式需列入试验报告。

重新热处理后,试样按 5.1 条规定的条件截取,试验项目同 5.5.2。

重新热处理只允许两次。

5.7 缺陷的清除

当表面检查发现锻件存在不可验收的缺陷时,可通过磨削的方式清除缺陷。磨削后的尺寸应在允许的公差范围内。打磨后,应按 4.4 的要求进行磁粉检验,以保证缺陷被完全清除。

不允许焊补。

5.8 尺寸检验

不论是锻造车间提供的锻件还是成品件，都必须按采购图的要求进行最终尺寸检查。

5.9 试料保管

力学性能试验的剩余试料和试验后的试样应由供货商保管，从锻件验收之日起至少保留 12 个月。

6 标记

按本技术文件交货的零件至少应有下列标志：

- 厂名或厂标；
- 钢的牌号；
- 锻件规范等级；
- 炉批号。

标志应打在锻件的明显位置，标志的位置应无损于锻件的最终使用。

标记方法应无损于锻件的性能。

试料应用钢印进行标记。

7 清洁、包装和运输

按订货合同的要求。

8 提交的文件

8.1 供货商在制造前至少应提交下列文件：

- 制造程序；
- 质量计划；
- 重要操作人员资格证书；
- 包装、运输工艺规程。

8.2 锻件交货前，供货者应在检验后，建立并提交如下各种试验报告：

- (1) 熔炼分析和成品分析报告；
- (2) 热处理记录分析报告（包括所有热处理报告）；

- (3) 力学性能试验;
- (4) 无损检测报告;
- (5) 尺寸检查报告。

这些试验报告至少应包括以下内容:

- (1) 炉号及锻件编号;
- (2) 制造商识别标志;
- (3) 订单号;
- (4) 检验机构名称;
- (5) 各种试验和复试结果及相应要求值;
- (6) 检验时间及检验者签名。

附录 1

本文件中材料牌号与 RCC-M M1121 中牌号比较

本文件中材料牌号	RCC-M M1121 中牌号
20HD	A42
16MnHD	A48