

ICS 27.120.10
F 65
备案号: 54740-2016

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 25055 — 2016

核电厂汽轮机焊接转子检验规程

The inspection code for welding of turbine shaft in nuclear power plants

2016-02-05 发布

2016-07-01 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 检验方法	1
4 评定标准	3
5 检验周期	4
6 检验报告及记录	4
附录 A（规范性附录） 对比试块	5
附录 B（资料性附录） 超声波检验报告和记录	7

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出并归口。

本标准主要起草单位：苏州热工研究院有限公司、中广核核电运营有限公司、东方汽轮机有限公司。

本标准主要起草人：夏樑、匡立中、童忠贵、卢立刚、钟杰。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

核电厂汽轮机焊接转子检验规程

1 范围

- 1.1 本标准规定了在役核电厂汽轮机焊接转子焊缝磁粉检测、涡流检测和焊缝超声波检测的基本要求、检验方法、评定标准、检验周期、检验报告及记录要求。
- 1.2 本标准适用于核电厂在役汽轮机焊接转子对接焊缝的无损检测。

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 14480.3 无损检测 涡流检测设备 第3部分：系统性能和检验

GB/T 29302 无损检测仪器 相控阵超声检测系统的性能与检验

JB/T 8428 无损检测 超声试块通用规范

JB/T 9214 无损检测 A型脉冲反射式超声检测系统工作性能测试方法

JB/T 10061 A型脉冲反射式超声探伤仪 通用技术条件

JB/T 10062 超声探伤用探头 性能测试方法

NB/T 25017 核电厂常规岛金属技术监督规程

NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测

3 检验方法

3.1 基本要求

- 3.1.1 从事核电厂汽轮机焊接转子焊缝无损检测的人员，应取得磁粉、涡流、超声波检测专业Ⅱ级及以上资质证书。
- 3.1.2 检测区表面应清洁，无影响磁粉、涡流、超声波检测的锈蚀和氧化皮。
- 3.1.3 转子焊缝及热影响区均应进行100%检测。

3.2 表面检测

- 3.2.1 转子焊缝宜采用磁粉检测，当转子焊缝部位叶轮间距小于300mm时，可用涡流检测。
- 3.2.2 磁粉检测方法可按NB/T 47013.4的相关技术要求执行。
- 3.2.3 涡流检测可选择点探头或其他涡流探头，以焊缝及热影响区表面为探测面，对焊接转子焊缝及热影响区表面及近表面进行检测。
- 3.2.4 涡流检测设备应符合下列要求：
- 两个独立可选频率，频率范围为1kHz~1MHz；
 - 阻抗平面显示功能；
 - 滤波器、报警装置、记录、储存和回放功能。
- 3.2.5 涡流检测试块应符合以下要求：
- 对比试块应选择与被检转子材质相同或相近的材料；
 - 对比试块RW-E外形及具体尺寸见附录A；

- c) 人工缺陷用线切割或电火花方法加工, 缺陷深度分别为 0.5、1.0、1.5mm, 宽度不大于 0.12mm, 表面粗糙度不大于 1.6 μ m, 缺陷长度为 5mm。

3.2.6 涡流检测灵敏度应符合以下要求:

在对比试块上用 0.5mm 深度缺陷调整调试检测灵敏度, 使检测线圈通过人工缺陷时, 人工缺陷信号的响应幅度不低于满刻度的 40%, 人工缺陷信号与噪声信号比不小于 5。

3.2.7 涡流检测技术要求应符合以下要求:

- a) 检测时使探头端部与检测面保持垂直, 并弹性接触;
- b) 探头最大扫查速度应使对比试块上的人工缺陷信号幅度不低于标准值的 90%;
- c) 连续工作 4h 以上及工作结束时, 应复核涡流系统灵敏度, 如发现灵敏度偏差大于 10%时, 应对上一次复核以后所有的检测部位进行复检;
- d) 探头扫查宜采用自动扫查装置。

3.3 超声波检测

3.3.1 超声波检测宜采用 A 型脉冲反射法; 可采用相控阵超声波检测, 相控阵超声波检测时, 其检测灵敏度和缺陷定量准确性不得低于 A 型脉冲反射法。

3.3.2 设备应符合下列要求:

- a) 超声波检测仪器频带宽度应满足 1MHz~10MHz, 超声波检测仪器宜采用具有记录、存贮、回放等功能, 且组合灵敏度的有效余量不小于 10dB 的设备。
- b) A 型脉冲反射式超声波探伤仪性能指标应符合 JB/T 10061 的规定, A 型脉冲反射式超声检测系统性能测试应符合 JB/T 9214 的规定; 相控阵超声波检测仪器性能应符合 GB/T 29302 的规定。
- c) 探头扫查宜使用自动扫查装置。

3.3.3 探头应符合下列要求:

- a) 探头频率宜采用 2MHz~5MHz;
- b) 探头性能应按 JB/T 10062 的规定进行测定。

3.3.4 试块应符合下列要求:

- a) 标准试块采用 JB/T 8428 规定的 1 号标准试块, 标准试块用于进行探头有关性能测试和仪器时基线调整;
- b) 对比试块材料应具有与被检转子材料相似的声学特性, 对比试块用于检测灵敏度调整, 对比试块见附录 A;
- c) 在满足基准灵敏度要求时, 试块上的人工缺陷反射体根据检测需要可添加或采取其他布置形式, 也可采用其他形式的等效试块。

3.3.5 耦合剂应具有良好的润滑性能和透声性能, 且不损伤检测表面, 宜选用水或机油。

3.3.6 灵敏度应符合下列要求:

- a) 根据检测深度范围分别选择使用对比试块 RW-1、RW-2、RW-3 的 ϕ 1.5 横通孔反射体为基准灵敏度 (H_r) 制作距离波幅曲线;
- b) 检测灵敏度为基准灵敏度增益 6dB;
- c) 连续工作 4h 以上及工作结束时, 应复核仪器和探头系统灵敏度, 如发现扫查灵敏度或距离波幅曲线上任一深度人工反射体回波幅度下降大于 2dB 时, 应对上一次复核以后所有的检测部位进行复检。

3.3.7 扫查要求包括:

3.3.7.1 应分别在焊缝两侧检测面进行轴向横波、周向横波和径向纵波扫查, 通过探头入射角选择确保声束能检测到整个被检区域, 探头的每次扫查覆盖应大于探头直径或宽度的 15%, 焊缝两侧扫查因结构原因不能满足横波扫查全覆盖要求时, 可在相邻级叶轮斜面进行纵波扫查 [见图 1d)]。

3.3.7.2 探头扫查移动速度应不大于 150mm/s。

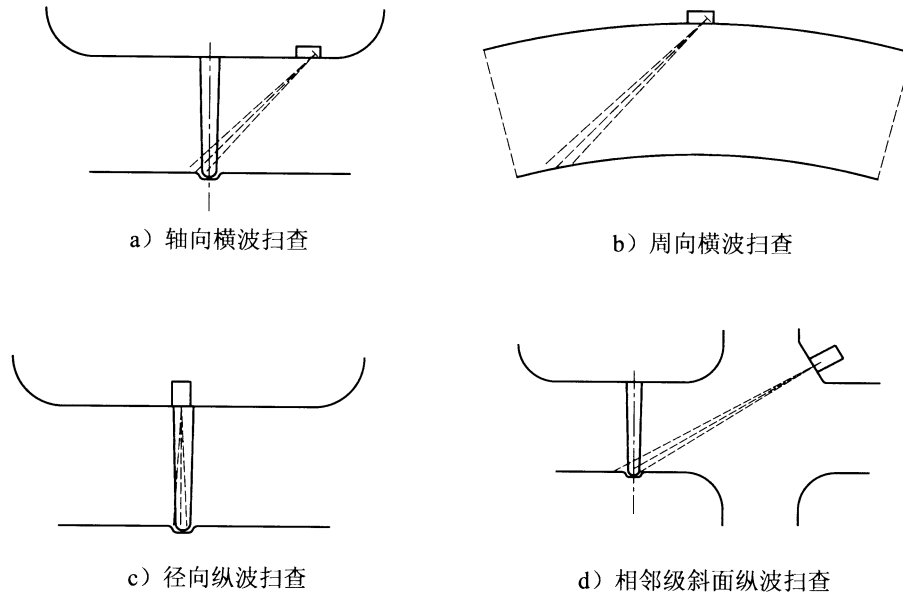


图 1 扫查示意图

3.3.8 纵波检测：

焊缝深度小于或等于 45mm 范围宜采用双晶直探头进行纵波检测，焊缝深度大于 45mm 范围宜采用单晶直探头进行纵波检测。

3.3.9 横波检测：

3.3.9.1 根据焊缝检测区宽度选择探头折射角。

3.3.9.2 轴向扫查焊缝根部区域可采用折射角为 $35^\circ \sim 45^\circ$ 的探头，轴向扫查焊缝中上部区域宜采用折射角为 $60^\circ \sim 70^\circ$ 的探头。扫查区宽度不能满足折射角大于或等于 35° 时，可通过相邻级斜面纵波扫查焊缝根部区域。

3.3.9.3 周向扫查焊缝根部区域宜选用折射角 45° 探头，周向扫查焊缝中上部区域选用折射角为 $60^\circ \sim 70^\circ$ 的探头。

3.3.10 缺陷记录应符合以下要求：

- 记录所有反射波幅信号达到检测灵敏度的缺陷，并记录缺陷信号检测探头、扫查方向、缺陷位置、缺陷长度、缺陷深度、反射波当量等；
- 缺陷位置需采用两种及以上探头分别进行检测、记录和评定；
- 根据不同扫查方向、不同探头检测结果综合分析判定缺陷性质；
- 缺陷指示长度的测量宜采用半波高度法。

4 评定标准

4.1 磁粉检测应表面无缺陷显示。

4.2 涡流检测表面缺陷深度超过 0.5mm 当量为超标。

4.3 超声波检测具有下列情况之一时，应评定为超标：

- 面积型缺陷；
- 缺陷反射波当量 (H_d) 大于基准灵敏度 (H_r) 的缺陷 ($H_d > H_r$)；
- 缺陷反射波当量 (H_d) 大于或等于检测灵敏度 ($50\% H_r \leq H_d \leq H_r$)，且缺陷指示长度 L 大于 15mm 的缺陷。

5 检验周期

- 5.1 运行 5 万 h 应进行检验，一般可结合大修进行。
- 5.2 对于发现超标缺陷的焊缝，检验周期应根据安全评估确定。

6 检验报告及记录

6.1 检验报告应包括下列内容：

- a) 机组编号、设备编号、材质、制造厂家、运行时间；
- b) 检测条件、仪器、探头、试块、耦合剂、检测灵敏度；
- c) 检测结果、缺陷尺寸、位置、缺陷分析（包括照片和图片）；
- d) 检测日期、检测人员资格等级、签名。

6.2 超声波检验报告和记录格式参见附录 B。

附录 A
(规范性附录)
对比试块

- A.1 对比试块 RW-E、RW-1、RW-2、RW-3 尺寸应符合图 A.1~图 A.4 要求。
- A.2 试块所有加工孔尺寸公差按 D7 级标准。
- A.3 试块材质采用与转子相同的材质或采用与转子有相似声学特性的材质。

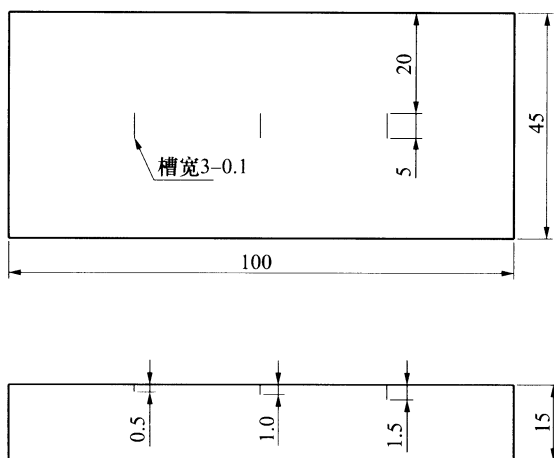


图 A.1 涡流检测对比试块 RW-E

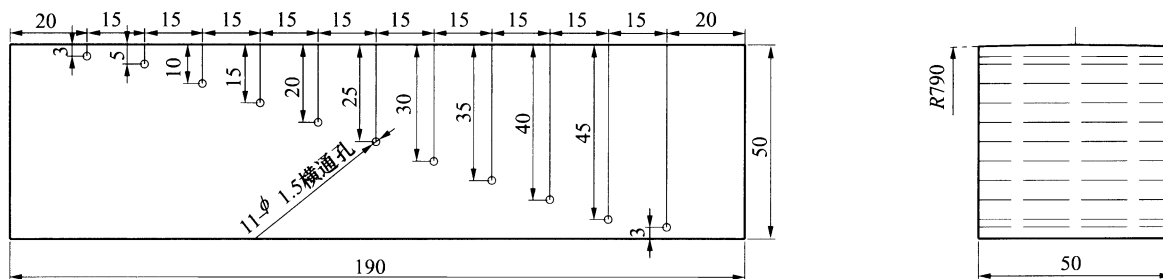


图 A.2 超声波检测对比试块 RW-1

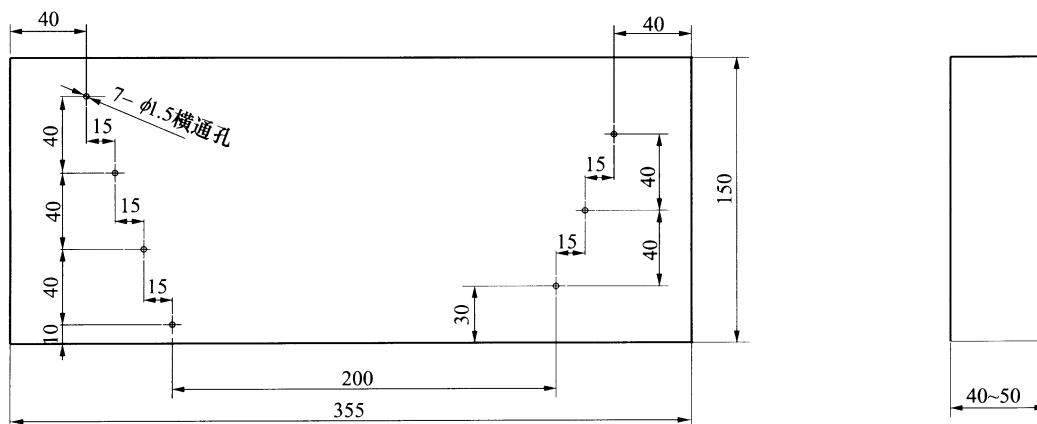


图 A.3 超声波检测对比试块 RW-2

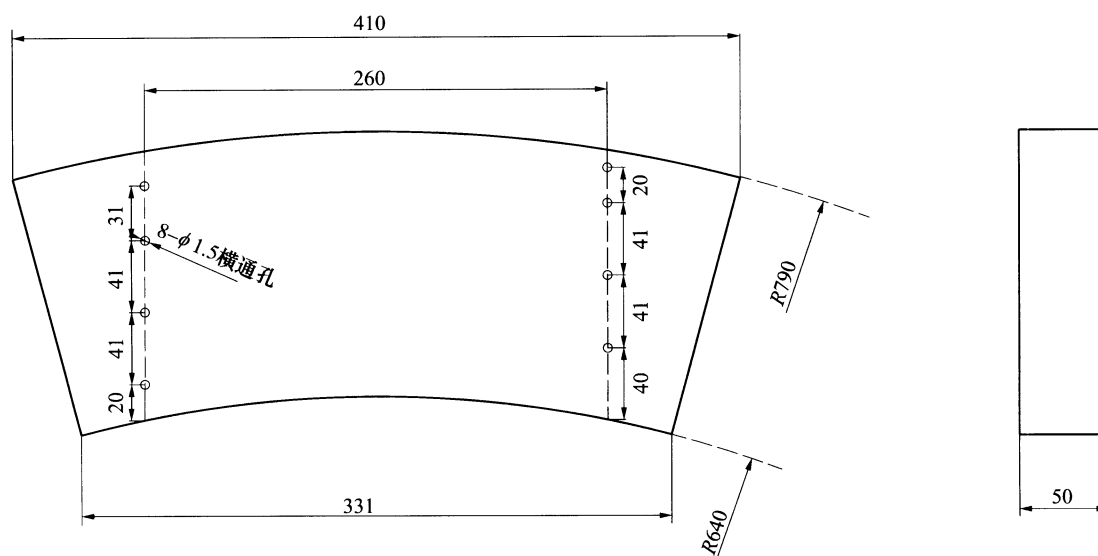


图 A.4 超声波检测对比试块 RW-3

附录 B
(资料性附录)
超声波检验报告和记录

汽轮机焊接转子超声波检验报告见表 B.1。

表 B.1 汽轮机焊接转子超声波检验报告

报告编号：

单位及机组编号				转子名称			
制造厂及出厂日期				投运日期			
检验部位		(焊缝编号)		材质			
仪器型号				检验标准			
探头参数							
编号	形式	型号	折射角	频率	晶片尺寸	适用范围	
						(深度范围)	
参考试块				检测灵敏度			
耦合剂				表面补偿			
检验结果							
检验/资格				审核/资格			

汽轮机焊接转子超声波检验记录见表 B.2。

表 B.2 汽轮机焊接转子超声波检验记录

机组编号				检测部位		(焊缝编号)	
缺陷编号	缺陷当量	缺陷深度	指示长度	缺陷位置	探头编号	备注	

表 B.2 (续)

机组编号					检测部位	(焊缝编号)	
缺陷编号	缺陷当量	缺陷深度	指示长度	缺陷位置	探头编号	备注	
说明:							
记录人员		检验人员		检验日期			
