

ICS 27.100

F 23

备案号: 29050-2010

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1105.3 — 2010

电站锅炉集箱小口径接管座角焊缝

无损检测技术导则

第3部分: 涡流检测

The technical guideline of non-destructive inspection for fillet welds of small
diameter nozzle stubs on boiler headers in power stations

Part 3: Eddy current testing



2010-05-24 发布

2010-10-01 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 一般要求	1
4 检测方法	3
5 缺陷信号的判定	6
6 检测报告	7

前 言

DL/T 1105《电站锅炉集箱小口径接管座角焊缝无损检测技术导则》分为以下四个部分：

- 第1部分：通用要求
- 第2部分：超声检测
- 第3部分：涡流检测
- 第4部分：磁记忆检测

本部分为DL/T 1105的第3部分。本部分是根据《国家发展改革委办公厅关于下达2004年行业标准项目计划的通知》（发改办工业〔2004〕872号文）安排制定的。

本部分主要参照EN 1711—2000《焊缝无损检测：焊缝涡流阻抗平面分析检验》、DIN EN 1330-5—1998《无损检测 专业术语 第5部分：涡流检验时用的概念》的有关内容并结合国内电力行业实际应用情况制定。本部分主要内容如下：

1. 规定了电站锅炉集箱小口径接管座角焊缝涡流检测的适用范围。
2. 规定了涡流检测用仪器、探头和试块相关的性能、参数等具体要求。
3. 规定了仪器和探头系统校准校验以及检测方法。
4. 规定了缺陷信号的评定原则。
5. 规定了检测报告的相关内容。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由电力行业电站金属材料标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：爱德森（厦门）电子有限公司、福建省电力试验研究院、西安热工研究院有限公司、华东电力试验研究院有限公司、黑龙江省电力科学研究院、华北电力科学研究院有限公司、江苏省电力试验研究院有限公司、浙江省电力试验研究院。

本部分主要起草人：林俊明、陈朝阳、韩传高、蒋云、胡先龙、严晓东、池永滨、于强、周重回。

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中心（北京市白广路二条1号，100761）。

电站锅炉集箱小口径接管座角焊缝无损检测技术导则

第3部分：涡流检测

1 范围

DL/T 1105 的本部分规定了电站锅炉集箱小口径接管座角焊缝涡流检测方法及其检测结果的评定。本部分适用于电站锅炉集箱小口径接管座角焊缝表面和近表面缺陷的检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

DL/T 1105.1 电站锅炉集箱小口径接管座角焊缝无损检测技术导则 第1部分：通用要求

3 一般要求

3.1 检测准备

3.1.1 涡流检测应符合 DL/T 1105.1 的有关规定。

3.1.2 在实施检测前，检测人员应了解检测对象的基本信息，包括：

- a) 母材的成分；
- b) 填充金属的牌号；
- c) 被检焊缝的位置及范围；
- d) 焊缝的几何形状；
- e) 表面状态；
- f) 涂层类型和厚度；
- g) 其他有助于缺陷判断的信息。

3.1.3 被检焊缝表面几何形状及表面状态应能保证探头与检测面的良好接触，当表面几何形状影响探头与检测面的良好接触时，应进行局部修磨；表面焊接飞溅、氧化皮和锈垢以及导电性涂层（如热喷涂的铝或铅）应去除，非导电性涂层厚度不得大于 2mm，否则应通过灵敏度试验以确定是否需要去除涂层。

3.2 检测设备

3.2.1 检测仪器

检测仪器应能显示和分析带有相位和幅度的阻抗平面图并满足以下要求：

- a) 频率范围：1kHz~1MHz。
- b) 灵敏度：对于选定的检测探头，在平衡和提高效应补偿后，校准试块上 1mm 深人工缺陷的信号幅度应达到全屏，0.5mm 深人工缺陷的信号幅度至少为 1mm 人工缺陷的 50%。
- c) 信号的显示：应能够显示缺陷信号的阻抗平面图，并具有信号示踪冻结功能，信号示踪在检测场地光照条件下应清晰可见。
- d) 相位控制：具有 360° 相位旋转功能，连续可调，步长不大于 1°。

- e) 信号分析：能对信号阻抗平面图上的任一矢量进行相位和幅度分析，并可将当前信号与先前存储的参考信号进行对比分析。

3.2.2 检测探头

3.2.2.1 用于估计涂层厚度及被检材料与校准试块材料相似性的探头

采用工作频率为 1kHz~1MHz 的绝对式探头，在被检工件或校准试块上提离时，应能在仪器上产生满屏提高信号。

3.2.2.2 焊缝检测探头

焊缝检测探头应满足如下要求：

- 焊缝涡流检测应使用特殊设计的探头，探头的组装应是差动、正交或其他等效方式，其特点是受焊缝和热影响区的电导率、磁导率变化和提离效应影响最小。
- 探头的直径应根据被检工件的尺寸选择。
- 探头的工作频率范围应在 100kHz~1MHz 之间。
- 探头表面可覆盖一薄保护层，保护层应由非金属耐磨材料制成。若焊缝检测时探头使用保护层，则探头校准时也应带保护层。

3.2.3 校准试块

3.2.3.1 校准试块用于对涡流探伤设备进行设定和校准。

3.2.3.2 校准试块应采用与被检工件同类型的材料进行加工，材料应无影响校准的缺陷。

3.2.3.3 校准试块上应采用电火花加工深度分别为 0.5、1.0mm 和 2.0mm 的矩形槽，深度允许误差为 ± 0.05 mm，槽的宽度应不大于 0.20mm。校准试块的尺寸如图 1 所示。

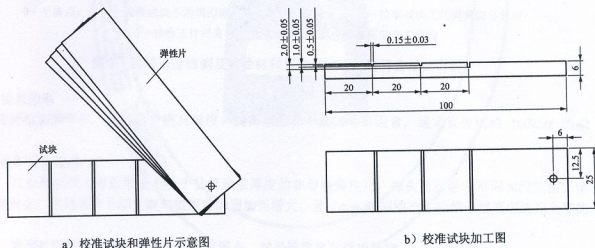


图 1 校准试块

3.2.4 非导电弹性片

可以用已知厚度的非导电弹性片来模拟涂层，也可以直接在校准试块上喷涂涂层。推荐弹性片厚度为 0.5mm，可随涂层厚度的增大，增加使用的弹性片数。

3.2.5 探头延长线

只有在检测系统的功能、灵敏度和分辨率能得到保证的情况下，才可以在探头和仪器之间使用延长线。

3.2.6 远距离显示和控制

使用延长线进行检测时，检测系统应包括一台位于操作者位置的信号显示装置。

4 检测方法

4.1 涂层厚度的估测及被检材料与校准试块材料符合性的评价

焊缝表面的涂层厚度一般是不均匀的,会对检测灵敏度产生影响,因此在焊缝检测之前应对热影响区处的最大涂层厚度进行估测。

采用 3.2.2 的探头,分别得出校准试块和被检试件的提高信号,通过比较可估算出被检试件上的涂层厚度,如图 2 所示。

被检试件的提高信号对校准试块提高信号的偏离应在 $\pm 5^\circ$ 范围内,否则应采用与被检试件材料成分更接近的材料重新加工制作校准试块。

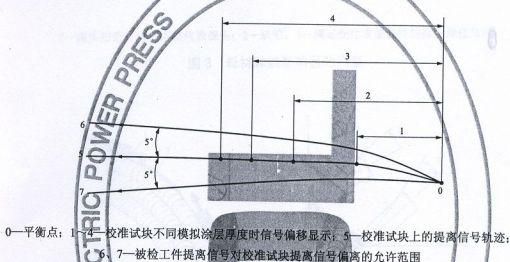


图 2 涂层厚度估测及被检材料与校准试块材料符合性的评价

4.2 检测频率

选择检测频率时,应综合考虑灵敏度、提高效应和干扰信号等因素,通常宜使用约 100kHz 的频率。

4.3 检测设备校准

4.3.1 在校准试块上覆盖厚度不小于估算涂层厚度的非导电弹性片,探头依次通过不同深度刻槽。调整检测设备,使刻槽信号幅度随刻槽深度的增加而增大,且 1mm 深刻槽产生的信号幅度应达到全屏的 80%。

4.3.2 检测时应根据被检工件的表面几何形态,对灵敏度进行适当补偿。

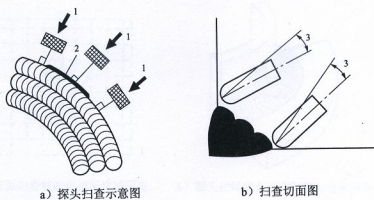
4.3.3 检测设备应定期进行校准,至少在开始检验和结束检验以及工作条件发生变化时应进行校准。每次校准应予以记录。

4.3.4 每次校准完成时,建议把平衡调回显示屏中心。

4.4 扫查

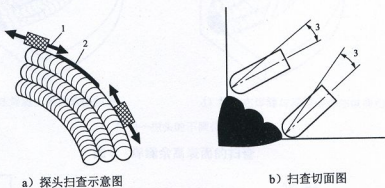
4.4.1 若被检工件的结构条件允许,探头应作垂直于主要缺陷方向的扫查。若缺陷取向不明,或估计缺陷取向不同,则应作相互垂直的 2 个方向的扫查。

4.4.2 焊缝和热影响区应分别进行扫查,热影响区扫查如图 3~图 5 所示,焊缝扫查如图 6 和图 7 所示。由于检查结果的可靠性高度依赖于探头相对于被检表面的取向,因此必须随着焊缝和热影响区表面条件的变化改变探头角度,以保证始终保持最优的检测角度。对于差动探头,缺陷相对于探头的取向性也影响灵敏度,因此在扫查过程中也应予以控制。



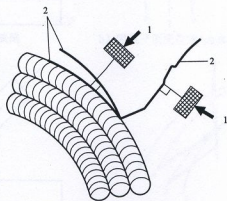
1—探头扫查方向，方块代表探头；2—缺陷；3—满足变化表面条件的探头最佳角度

图3 母材和热影响区的扫查



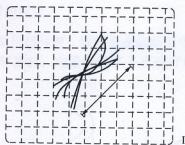
1—探头扫查方向，方块代表探头；2—缺陷；3—满足变化表面条件的探头最佳角度

图4 在焊缝根部的单次扫查



1—探头扫查方向，方块代表探头；2—缺陷

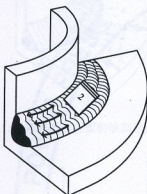
图5 热影响区的补充扫查



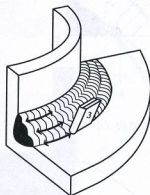
a) 焊缝表面扫查时的涡流阻抗平面图



b) 探头在焊缝表面与短管结合部纵向扫查



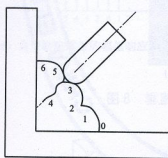
c) 探头在焊缝上纵向来回扫查



d) 探头在焊缝与母材结合部纵向扫查

1~3—探头的不同位置

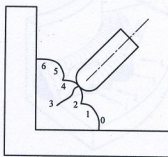
图6 焊缝余高表面的扫查



a) 焊缝位置4有缺陷



b) 阻抗平面图位置4为典型缺陷信号



c) 焊缝位置3有缺陷



d) 阻抗平面图位置3为典型缺陷信号

0~6—探头的不同位置

图7 焊缝扫查时的典型缺陷信号

5 缺陷信号的判定

当发现缺陷信号时,应对存在缺陷信号的区域进行纵向扫描(见图8)以确定缺陷长度,缺陷长度应记录。有可能时,应沿着缺陷长度进行单次扫描(见图9)以确定缺陷信号幅度,最大缺陷幅度应记录。

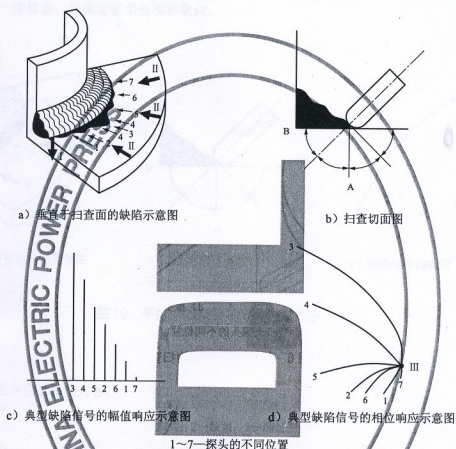


图8 垂直于扫描面的缺陷的典型响应

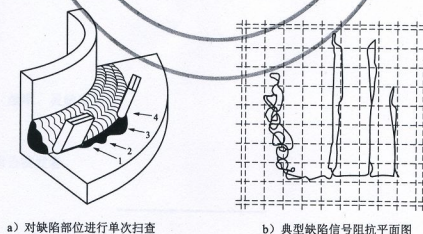


图9 纵向扫描时疲劳和未熔合缺陷的典型响应

必要时可采用其他无损检测方法,如磁粉探伤(MT)或渗透探伤(PT),进行补充检查,以对缺陷作进一步确认。

当涡流检测方法无法得到缺陷深度信息(见图10)时,则应采用其他无损检测方法,如超声或电位法等,以确定缺陷的深度和取向。

当发现缺陷信号且涡流检测方法确认缺陷深度超过5mm时,应采用其他无损检测方法对存在缺陷信号的区域作进一步检查,以确定缺陷范围和取向。

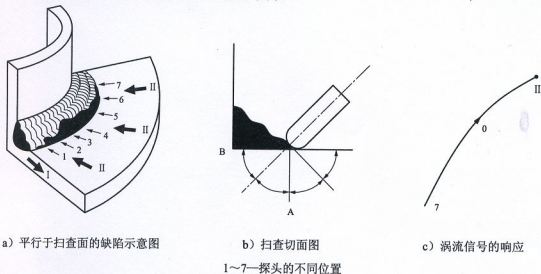


图10 平行于扫描面缺陷的典型响应

6 检测报告

检验报告应至少包括下列内容:

- a) 工件标识;
- b) 材料;
- c) 材料厚度;
- d) 热处理状态;
- e) 焊接工艺;
- f) 表面状态;
- g) 检测范围;
- h) 检测设备;
- i) 校准试块;
- j) 检测条件(频率、灵敏度等);
- k) 检测结果;
- l) 检测日期;
- m) 操作者和报告签发者。