

射线检测技术在工业锅炉中的应用

武鑫焱¹, 邬冠华¹, 黄长辉²

(1. 南昌航空大学, 南昌 330063; 2. 江西省锅炉压力容器检验检测研究院, 南昌 330029)

摘要:采用射线检测技术对工业锅炉重要组成部分进行检测, 从而分析出焊缝检测难点, 进而阐述了检测设备及检测工艺方法。经射线检测实践, 提出了一些对工业锅炉前顶棚管检测改进的技术要求。

关键词:工业锅炉; 射线检测; 技术要求

中图分类号: TG4

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2012)02-0054-02

1 检测设备

工业运用中的锅炉一般是由锅筒(锅壳)、下降管、联箱、省煤器、受热面管子、过热器、再热器、降温器、炉胆、下脚圈、炉门圈、喉管、冲天管组成。当进行射线检测时, 射线源为 X 射线源。

射线检测工作是射线检测工作质量保证的基本条件, 根据工业锅炉的特性, 准备了一套射线检测设备及技术要求, 如表 1 所示。

表 1 检测设备技术要求

检测技术要求	AB 级 或 B 级
胶片类型	T2 或 T1 级
局部 γ 射线照相	高梯度噪声比胶片
黑度计	可测 $D \leq 4.5$, $ \Delta \leq 0.05$
观片灯	当评定区 $D \leq 2.5$ 时, $L \geq 30 \text{ cd/m}^2$
	当评定区 $D > 2.5$ 时, $L \geq 10 \text{ cd/m}^2$

针对表格中涉及的黑度计应该做到至少每 6 个月校验一次, 并且所使用的标准黑度片也应至少每 2 年送有关计量单位验证。

曝光曲线又是一个影响 X 射线检测质量至关重要的因素, 曝光曲线的制作在实际检测中应满足检测要求, 出现设备维修记录或更换重要部件后应及时校验或重新制作曝光曲线。

2 工艺方案

要控制好射线检测质量就必须先编好检测工艺方案, 工艺方案的可行性决定了保检测结果的可靠性。工艺方案的可行性

主要由下面几个方面确定: 通用工艺规程; 射线检测工艺卡; 工艺稳定性控制; 新工艺的鉴定; 工艺执行控制情况。

根据实际的工作情况和经验, 并结合相关标准, 总结了安装监检时射线检测的工艺问题:

1) 应该针对已安装好的工业锅炉的具体情况编写好不同规格的小管径检测工艺卡。

2) 根据实际的透照厚度选择 γ 源。对于工业锅炉安装过程中受热面管子的固定焊口, 根据实践经验, 较多采用 192Ir 射线源, 在进行双壁双影透照时, 受热管透照厚度小于 20 mm, 标准要求与其不符, 则采用 192Ir 射线源时, 需要确定以下条件: ①透照厚度下限 $\geq 10 \text{ mm}$; ②得到施工单位和监理单位以及委托单位的认可; ③采用符合标准要求的像质计灵敏度; ④必要时采用有效补偿措施。75Se 源比 192Ir 源能量要低点, 射线检测底片的透照质量也将可能较好, 因此在必要时, 受热面管固定焊口应采用 75Se 射线源进行透照。

3) 当采用 γ 射线照相时, 胶片类型根据标准 JB/T4730—2005 确定, 并且考虑结构及材料自身因数。针对一般性缺陷采用 T2 类胶片, 针对裂纹并敏感性较大的材料, 可以采用 T1 类胶片。由于至今锅标规中未明确确定胶片类型, 这样导致了检测人员应用 JB/T4730—2005 标准时对胶片类型选用不重视。近些年, 随着工业锅炉大量建设, 其材质存在着许多对裂纹敏感性大的合金钢焊口, 且用的射线源是 γ 源。由于 γ 源产生的固有不清晰度大于 X 射线源, 将影响射线检测细长缺陷的能力, 所以采用 γ 源进行射线检测时, 胶片的类型应选 T1 或 T2, 因为这类胶片的高梯度噪声可用来弥补检测灵敏度的不足。针对 $R_m \geq 540 \text{ MPa}$ 高强度材料, 在对接焊接接头进行射线检测时, 容易出现的细小裂纹, 因此必须严格控制胶片类型

4) 射线检测实际还要求考虑到透照厚度、像质计。针对小径管, 应根据现行标准。透照厚度指的是两倍公称壁厚, 而一些工业锅炉的相关标准中规定的透照厚度 $TA = 0.8 \times [(D - T) \times T]^{0.5} + T$, 式中: D 为钢管外径; T 为管壁厚度。

5) 存在部分部件射线检测比例不能满足要求。《锅监规》96 版中规定:受热面管子接触焊除外,当外径 $D \geq 159 \text{ mm}$ 或 $T \geq 20 \text{ mm}$ 的环焊缝,应进行 100% 探伤。而工业锅炉相关规范中涉及到的探伤比例取决于承受压力。

3 前顶棚管射线检测

前顶棚管(图 1)由联箱和排管连接而成,排管之间由鳍片连接密封。顶棚管是炉膛及炉膛内大型部件安装完成后的最后一道安装工序。

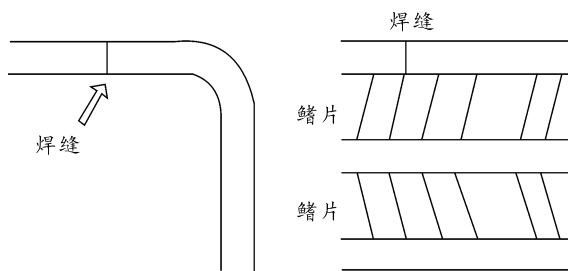


图 1 顶棚管示意图

当进行 X 射线检测时,通用的方法就是胶片贴在焊缝下部,射线机在焊缝的上部。这样探伤人员就需要进入到锅炉内部进行工作,将带来诸多问题,如照明、内部空间小、人身安全等,且费时、费力、检测效率低,因此本文不采用此检测法。

前顶棚管在制造设计时,焊缝坡口距鳍片之间的垂直距离约 500 mm。当前顶棚管安装好以后,在未完成管子焊缝检验前,预留的 500 mm 的距离不会焊上鳍片,可以用来安放放射源。工业锅炉进行探伤时,用 ^{75}Se 源进行焊缝检测(图 2)。

从图 2 中可以看出,采用此法检测,是将胶片贴在顶棚管焊缝外侧,源将利用排管之间的空隙,从而伸进被检焊缝下方,这样检测人员不需要进入锅炉内部,进而减少了安全隐患,提高了效率。

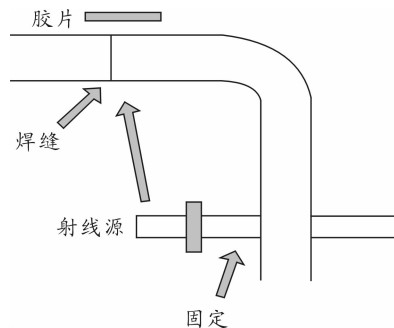


图 2 ^{75}Se 源进行检测焊缝

放射源前导管可固定在一根细钢管上,可以与上排管平行地伸到被检焊缝下方,并将钢管固定。

针对小管径顶棚管,采用双壁双影的透照方式。偏心距公式为

$$L_0 = (b + q)L_1/L_2 \quad (1)$$

其中: L_0 为偏心距; b 为焊缝宽度; q 为椭圆开口宽度(椭圆影像短轴方向间距); L_1 为焦点至工件表面的距离; L_2 为工件表面至胶片的距离。

对某工业锅炉顶棚管($\Phi 50 \times 4$)用 ^{75}Se 检测,那么透照厚度 $T_A = 0.8 \times [(D - T) \times T]^{0.5} + T = 14.85 \text{ mm}$,按规范要求像质指数应达到 12,实际达到了 13,满足规范要求。

参考文献:

- [1] 强天鹏. 射线检测 [M]. 2 版. 北京:中国劳动社会保障出版社,2007:60-61,99-101.
- [2] JB/T4730—2005,承压设备无损检测[S].
- [3] 王晓雷. 承压类特种设备无损检测相关知识 [M]. 2 版. 北京:中国劳动社会保障出版社,2007:181.

(责任编辑 刘 舸)

(上接第 45 页)

参考文献:

- [1] 路旭,赵德勇,胡玉清. 合同商保障是我军装备保障的发展趋势[J]. 国防技术基础,2010(2):7-10.
- [2] 叶术青,卢兴华. 试论我军装备合同商保障建设 [J]. 军事物流,2009,28(6):150-152.
- [3] 吕岳卿,程中华,王禄超. 美军合同商保障分析[J]. 价值工程,2007,17(1).

- [4] 耿昕,姚晓军. 美军武器装备社会化保障成功的经验及对我军的启示[J]. 兵工自动化,2007,26(11):6-7.
- [5] 战仁军. 武警装备学[M]. 西安:武警工程大学训练部,2011.
- [6] 路旭,顾雁弘. 美军装备合同商保障的主要做法及启示[J]. 国防技术基础,2009(8):54-57.
- [7] 周常建,郭波. 美军推行合同商装备保障的做法与发展趋势 [J]. 科技信息,2009(7):505-506.

(责任编辑 周江川)