

# 便携式 X 射线数字成像技术在锅炉管道 氧化物堆积检查中的应用

朱春旺<sup>1</sup>, 刘森玉<sup>1</sup>, 柏振峰<sup>2</sup>, 陈晓敏<sup>1</sup>, 王航利<sup>1</sup>

(1. GE 检测控制技术, 上海 201203; 2. 上海吴泾第二发电有限责任公司, 上海 200241)

**摘要:**为解决锅炉管道因氧化物堆积而影响机组安全运行的问题,提出用工业 X 射线 DR 技术进行检查。在现场实践中,氧化物成像的图像清楚直观,是检测人员做决策的可靠依据,同时整个检查操作过程简单快捷、效率较高,值得介绍推广。

**关键词:**DR; 锅炉管道; 氧化物堆积; 检查

中图分类号: TG115. 28

文献标志码: A

文章编号: 1000-6656(2012)03-0030-02

## The Application of Portable DR in Boiler Pipe Oxide Accumulation Inspection

ZHU Chun-Wang<sup>1</sup>, LIU Seng-Yu<sup>1</sup>, BO Zhen-Feng<sup>2</sup>, CHEN Xiao-Min<sup>1</sup>, WANG Hang-Li<sup>1</sup>

(1. GE Measurement & Control Solutions, Shanghai 201203, China; 2. Shanghai Wujin No. 2 Power Plant, Shanghai 200241, China)

**Abstract:** In order to solve the problem of boiler pipe failure aroused by oxide accumulation, using portable DR technology to inspect the pipe during maintenance was proposed. In practice, the image of oxide inside pipe was very clear, it provided reliable evidence for inspector to make decision, meanwhile, the whole inspection process was very simple, quick and efficient, it was valuable to be introduced widely.

**Keywords:** DR; Boiler pipe; Oxide accumulation; Inspection

锅炉管道由于氧化物剥落堵塞、引起爆管的事故不时见诸报道,一直以来都是一个在世界范围内普遍关注的问题。在我国,随着机组服役期的延长和承担调峰任务的增多,以及机组参数向超临界甚至超超临界参数发展,此类问题更为突出<sup>[1]</sup>。资料显示,超临界机组  $\pi$  型锅炉一般运行 30 000 h 以后,就容易出现氧化物脱落、堆积、堵塞、爆管现象(国内,爆管之前,锅炉运行的最短时间是 3 000 h)。

目前,主要有两种方法检查氧化物的堆积情况,预防爆管的发生,它们是:

(1) 传统胶片射线检查法 该方法最大的优势是直观,但实施起来耗时费力。主要原因是现场拍片参数选择复杂,不能实时显像,为取得理想的图像,往往需要多次拍摄。底片需暗室处理,得到最终结果的时间较长。

(2) 电磁感应法 通过氧化物(含磁性)和奥氏

体不锈钢(不含磁性,如 TP304H、TP347H、Super 304H 等)的磁性不同,用电磁感应的方法,方便快捷地判断是否有氧化物堆积。但该法由于奥氏体基体自身可能带有磁性这一现象的存在,对电磁法检测结果会产生一定干扰,不易准确判定氧化物的管内堆积量,时有误判或检测结果与实际情况相差较大的记录。同时不适合铁素体钢(含磁性,如 T91, P91, T23 等)的检查。

便携式 X 射线数字成像技术能成功地克服上述两种方法的局限性,既能检查奥氏体不锈钢,又能检查铁素体钢;同时操作简单,经计算机数字采集和处理,无需暗室处理过程,只要 20~30 s 就能获得清晰、理想的图像。

## 1 检测原理及设备

工业用 X 射线成像和通常在医院、机场、地铁等见到的拍片、CT、安检系统工作原理一样。X 射线在穿透不同的物体时与物质发生相互作用,因吸收和散射引起强度变化,感光材料 DR 板接受到该

收稿日期: 2011-10-26

作者简介: 朱春旺(1968—),男,高级工程师,RT,UTⅢ级人员。

强度变化信号后,经信号处理形成常见的影像,其原理如图 1 所示。通常,用于氧化物堆积检查的一套完整的 X 射线数字检测系统包括:射线源(微型脉冲射线源或 X 光机)、DR 板(DXR250V)、Rhythm 工作站(图像显示系统,含图像处理分析软件)等。

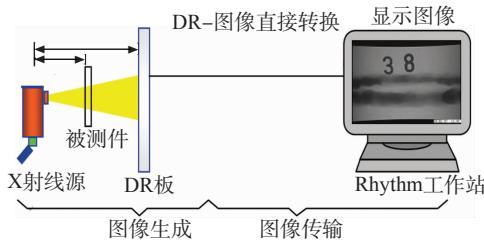


图 1 X 射线数字成像原理示意图

## 2 现场实际检查

上海某发电厂 2 台 600 MW 锅炉自 2009 年 11 ~2011 年 2 月间,因炉管弯头处氧化皮堆积,接连发生了 5 次爆管泄漏和 2 次超温事件。其中后屏过热器爆管泄漏 3 次、末级过热器氧化皮堵塞超温 2 次、末级过热器爆管泄漏 2 次。为了监督氧化皮堆积情况,该厂于 2011 年 5 月邀请 GE 检测控制技术工程师对其过热器、再热器管进行氧化物堆积情况

DR 检查。首先,技术人员在实验室进行了大量模拟试验,获取得到清晰、理想图片的最佳试验参数范围,如焦距、射线源能量等。图 2 是实验室内模拟检查时的设备布置图,图 3 是模拟检查获得的图片,可见管内积水和氧化物堆积的情况非常清楚。然后,在现场可能发生氧化物堆积的区域进行了 DR 检查,最终,发现了部分管道有氧化物堆积的情况,图 4 是在现场发现存在氧化物堆积的弯头处的图像,为电厂制定检修方案提供了可靠的依据。

## 3 结论

试验和现场检查证明,便携式 X 射线数字成像技术 DR 是一种理想的氧化物堆积检查手段:① 操作快捷,拍摄时间短(20~30 s),无需暗室处理,可快速获得炉管内部透视图像,检测效率大幅提高。② 图像清晰,能直观反映氧化物的堆积量。③ 可适应各类钢种及部位的受热面管内部检验,不受钢种牌号限制。

### 参考文献:

- [1] 朱建臣,李云飞,王玉兴.奥氏体不锈钢管内壁氧化物脱落原因分析及检测方法探讨[J].电力设备,2008(2):58—60.



图 2 设备布置图



图 3 实验室模拟试验图片



图 4 现场实际检查图片

## 书讯

由中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会于 2011 年 11 月 21 日颁布的 GB 150.1 ~150.4—2011《压力容器》标准将于 2012 年 3 月 1 日正式实施。该标准替代之前的版本 GB 150—1998,主要技术变化如下:

- 扩大了标准的适用范围
- 修改了容器建造参与方的资格和职责要求
- 修订了确定许用应力的安全系数

• 增加了满足特种设备安全技术规范所规定的基本安全要求的符合性声明

- 增加了采用标准规定之外的设计方法的实施细则
- 增加了进行容器设计阶段风险评估的要求和实施细则
- 增加了附录 A:标准的符合性声明及修订

需订购者请与上海材料研究所科技期刊发行部联系。  
联系人:王敏;联系电话:021-65556775-311;邮箱:wm@mat-test.com。  
(上海材料研究所科技期刊发行部)