

小径管焊缝超声波探伤扫查装置的研制

郝红卫,郝晓军,韩彦峰

扬守智

(河北省电力研究院,石家庄 050021)

(石家庄海阔科技贸易有限公司,石家庄 050021)

摘要:电厂水冷壁管焊缝手工超声探伤劳动强度大,而且水冷壁管之间的间隙小,探头难以通过,因此存在不可探区。针对上述情况,研制了一套小径管焊缝探伤自动扫查装置,探头在锅炉内 ≥ 15 mm的管排间隙中自动完成焊缝检验,解决了手动超声探伤劳动强度大和漏检问题。该装置在现场取得了很好的应用效果。

关键词:超声波检测;电站;小径管;焊缝;扫查装置

中图分类号: TG115.28

文献标识码: A

文章编号: 1000-6656(2006)01-0011-02

Development of a Scanning Equipment for Ultrasonic Testing of Small-Diameter Tube Welds

HAO Hong-wei, HAO Xiao-jun, HAN Yan-feng

(Hebei Electric Power Research Institute, Shijiazhuang 050021, China)

YANG Shou-zhi

(Shijiazhuang Haikuo Science and Technology Trade Co. Ltd, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: An automatic scanning equipment for ultrasonic testing of small-diameter tube welds was developed to solve the problems of large amount of work and uninspected weld zones due to the small gaps of the tube lines of power station water-cooling system in manual ultrasonic testing. All the welds in a boiler were automatically inspected by the probe scanning in the tube lines with gaps of ≥ 15 mm without missing. It was shown by on-site inspection that the equipment was effectual.

Keywords: Ultrasonic testing; Power station; Small-diameter tube; Weld; Scanning equipment

1 设计方案的确

目前,电厂水冷壁管焊缝手工超声波探伤劳动强度较大,检验人员先要在炉外对外半圈焊缝进行检验,然后再通过人孔门到炉内对焊缝的另半圈进行检验,整个焊缝检验分两次完成,遇到人孔门少或脚手架搭设较高的锅炉,检验人员就要多次爬上爬下,此时的劳动强度更大。另外,由于水冷壁管之间的间隙较小,探头不能自由通过,所以水冷壁管焊缝超声波探伤必然存在一定长度的不可探区。

河北省电力研究院开发研制了一套自动小径管焊缝探伤扫查装置,炉外安装,探头自动进入锅炉内部,一次便可以完成整圈焊缝的检验,可以最大程度地减轻探伤人员的劳动强度,消除焊缝的不可探区,

提高探伤效率和准确性。该装置同样可以应用到其它小径管的检验中。

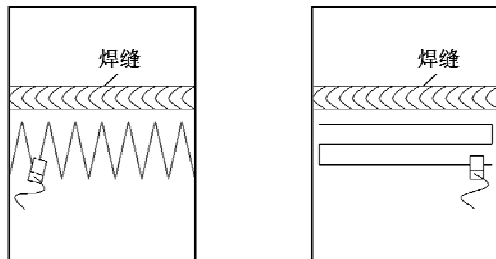
2 装置的设计

2.1 探头传送机构

现场的水冷壁管排成排布置,管与管的间隙在20~25 mm不等,考虑到现场安装工艺的差别,为使探头顺利通过管子之间的间隙,探头及其传送部件的高度应 < 15 mm。

目前市场上没有直径 $< \phi 15$ mm而驱动力达到要求的电机出售,因此探头在炉膛内部的移动只有靠安装在炉膛外侧的电机来驱动。

手工超声波探伤时探头的扫查轨迹为图1a所示的垂直于焊缝的锯齿形,通过机械装置实现该扫查是非常困难的。笔者将垂直于焊缝的锯齿形扫查改为平行于焊缝的矩形扫查(图1b),简化了机械运



(a) 垂直于焊缝扫查 (b) 平行于焊缝扫查
图1 扫查方式

动方式,方便了自动扫查的实现。

扫查方式的改变,使探头不再左右转动,保证了探头入射点的位置,提高了缺陷定位精度。

2.2 电机驱动

电机选择的要求是① 有足够动力驱动探头移动。② 外形满足现场空间要求。③ 控制精度满足成像要求。④ 转速可以调节,以满足探伤过程中观察波形的需要。鉴于以上要求并本着扫查装置力求简单、可靠和实用的原则,最终选用了步进电机。

2.3 电气控制

采用直流 24 V 电源驱动步进电机工作,开环便于速度控制。将双轴控制板卡安装于普通 PC 计算机内,连接步进电机驱动器和电源,分别试验各种速度下的运行状况,调试修改控制程序。

2.4 悬挂方案

水冷壁管排多为垂直布置,这就要求扫查装置可以悬吊在管子上。设计了电磁夹紧、永磁夹紧和机械夹紧三种悬吊方案。电磁夹紧方案需要一个 6V 电源,夹紧力较大,操作方便。由于市场上没有适合于试验所用的电磁铁,专门设计制作了电磁铁,并做了现场使用试验,效果良好。但其致命的缺点是如果现场突然断电,仪器就会失去吸引力,掉落下来,容易摔坏。机械夹紧方案安全可靠,设计的机械夹紧机构的最大缺点是操作繁琐。永磁夹紧可以克服电磁夹紧不安全的缺点,同时安装拆卸简单。比较三种夹紧方式后,选择了永磁夹紧方案,并进行了负载试验,确定了磁铁型号。

2.5 探头耦合

超声波探伤过程中,为保证探头与工件之间耦合良好,超声波能够有效地传入工件,需要施加耦合剂。甘油具有声阻抗高、耦合性好等优点,特别适用于小径管探伤,因此选择甘油作为耦合剂。耦合剂施加方案初步确定为电动供液和手工刷油两种。

电动操作能够实现自动控制,但设备又增加了

油泵、流量控制和输油管等,探头制作也增加了难度。同样本着扫查装置力求简单、可靠和实用的原则,最终选择了手工刷油的方式,并专门制作了一个半圆形油刷,工作人员仅需在炉外一次性对焊缝两侧刷涂耦合剂便可进行探伤。

2.6 探头压紧方式

最初探头压紧方案设计为在探头两侧安装吸力适中的磁铁,在实际应用中发现磁铁在压紧探头的同时,也吸附了一些铁屑,增加了探头移动的阻力,而且使探头悬空,妨碍了探头与工件的接触。所以最终放弃磁铁压紧的方案,选择了弹簧压紧。

3 制造中问题的解决

根据以上方案设计了图样并进行加工制造。在制造过程中,遇到一系列工艺难题,如由于受空间限制,设计的机械零部件尺寸都很小、杆件较细、轨道不是整圆周等,给机加工和热处理增加了难度,零件特别容易变形,精度难以保证。后通过优化设计改进加工工艺,如用高精度数控加工切割机床,并采用特殊热处理工艺,保证了机械部件的加工质量。

4 小径管焊缝超声波探伤扫查装置的特点

扫查装置和操作界面如图 2 和 3 所示。其特点

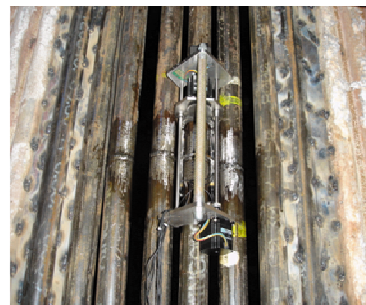


图2 小径管焊缝超声波探伤扫查装置

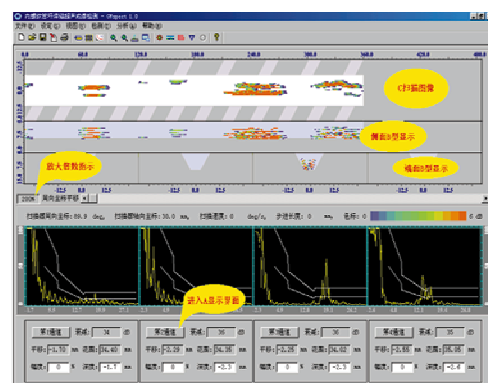


图3 操作界面

(下转第 16 页)

INSIGHT 中国无损检测专辑征文

中国是一个迅速崛起的经济大国。在过去的 10 年间,中国在先进无损检测(NDT)技术及 NDT 计算机和微电子制造水平方面取得了快速发展。作为 NDT 活动的大国,中国正努力成为掌握 NDT 前沿技术的强国。为促进中国与英国和欧洲在无损检测和无损评价中的合作,INSIGHT 将出版中国无损检测专辑,以反映中国在无损检测和无损评价方面的发展。

INSIGHT 无损检测和状态监测技术(Non-Destructive Testing and Condition Monitoring)是英国无损检测学会会刊,创刊于 1994 年,其前身为 British Journal of Non-Destructive Testing, INSIGHT 每季度与以前的 European Journal of Non-Destructive Testing 联合出版一期。INSIGHT 为月刊,全球发行范围超过 65 个国家,涵盖广阔的无损检测技术,每期报道主题广泛的技术文章以及反映整个工业 NDT 发展的新闻故事。

INSIGHT 中国无损检测专辑征文内容:

- * 技术和科研回顾
- * 原创的研究和发展方面论文
- * 实践案例研究和综述
- * 产品和服务信息
- * 新闻平台——反映来自工业领域的合约和

市场信息

* NDT 信息——全球范围内有关出版 NDT 书籍的系列综合性综述

* 技术书籍——对于相关书籍的全面综述(包括最新国际标准和安全防护信息)

所有稿件均需进入常规审稿程序。投稿截止日期为 2006 年 3 月 30 日,预计出版日期为 2006 年年中。所有论文均需用英文写作,论文格式请登陆 [http://www. bindt. org/Mk1Site/INSIGHT. html](http://www.bindt.org/Mk1Site/INSIGHT.html)。有关论文的任何问题请联系 Bruce Drinkwater 博士或 Tian 教授,联系方式如下:

Dr Bruce Drinkwater

Department of Mechanical Engineering
University of Bristol
Queens Building
University Walk
Bristol, BS8 1TR
Tel No: +44 117 928 9749
Fax No: +44 117 929 4423
Email: b. drinkwater@bristol. ac. uk

Professor Gui Yun Tian

Department of Engineering and Technology
School of Computing and Engineering
University of Huddersfield
Queensgate, Huddersfield
UK HD1 3DH
Tel: 0044 1484 472323
Fax: 0044 1484 472252
Email: g. y. tian@hud. ac. uk

广东省机械工程学会无损检测分会会员代表学术研讨会通知

由广东省机械工程学会无损检测分会和理化检验分会主办,广东省特种设备协会、广东计量协会与广东国际科技贸易展览公司承办的广东省机械工程学会无损检测分会第七届理事会第二次会议暨会员代表学术研讨会将于 2006 年 5 月 30—6 月 1 日在广州召开。同期将举办 2006 中国(广州)国际质量控制与计量测试仪器设备展览会和 2006 泛珠三角高层论坛,展示和研讨质量控制行业无损检测新产品、新技术、新工艺、新标准和新应用。

会议主要内容: 超声、磁粉、涡流、渗透和射线照相等五大常规工业无损检测方法的应用;工业 X 射线实时成像、超声波成像、内窥镜、激光全息、高能 X 射线加速器、声发射、金属记忆检测和远场涡流等新型无损检测技术方法的应用;无损检测技术在非金属材料领域和特殊检测环境中的应用;新的检测仪器、设备和实用的检测实践经验。

欢迎各会员单位和相关单位人员踊跃参会交流研讨。

大会咨询: 广东省机械工程学会无损检测分会秘书组;联系人:李达桂秘书长;单位:广州广重企业集团公司;地址:广州市海珠区工业大道 122 号;邮编:510252;电话:020-84335405/ 13902214890;传真:020-84335405;E-mail: gzlr@163. com.

广东国际科技贸易展览公司;联系人:王国斌先生,刘伟斌先生;地址:广州市连新路 171 号广东科学馆 202 室;邮编:510033;电话:020-83549125,88140385,83558312;传真:020-83549078,83561724;E-mail: bio@ste. com. cn;网址: <http://www. ste. cn> 或 <http://www. biosouthchina. com>。

(广东省机械工程学会无损检测分会和理化检验分会)