

钢管涡流探伤设备的技术改造

李富成

(长城协和钢管公司, 四川江油 621701)

摘要:对原 $\phi 16\sim 76$ mm 钢管涡流探伤设备进行改造,增加了饱和磁化和退磁装置、更新了仪器、制作了新探头、改进了工艺参数,达到了既能检测不锈钢管又能检测碳合金结构钢管的目的。按 GB/T 7735—1995 标准的 B 级验收,系统综合性能指标符合 YB 4083—2000 标准规定的要求,为锅炉、电站用无缝钢管提供可靠的涡流检测设备。

关键词:涡流探伤设备;改造;无缝钢管;饱和磁化;退磁

中图分类号: TG115.28

文献标识码: A

文章编号: 1000-6656(2006)02-0084-02

Renovation of the Eddy Current Equipment for Steel Tubes

LI Fu-cheng

(Changcheng Concord Steel Tube Co. Ltd., Jiangyou Sichuan 621701, China)

Abstract: The original eddy current equipment for the steel tubes with diameters of $\phi 16\sim 76$ mm was improved including outfitting saturation magnetization and demagnetization equipment, renewing instrument, redesigning probe and improving technical parameters to meet the requirements of eddy current inspection of both stainless steel tubes and carbon alloy structure steel tubes. It was shown by checking and accepting the inspection using the equipment according to level B in standard GB/T 7735—1995, that the comprehensive properties of the equipment conformed to the requirements stipulated in standard YB 4083—2000. The equipment renovated provided reliable eddy current inspection of the seamless tubes used for boilers and power stations.

Keywords: Eddy current testing equipment; Renovation; Seamless tube; Saturation magnetization; Demagnetization

锅炉、电站用无缝钢管(包括低合金高强度无缝钢管和不锈钢无缝钢管)是制造锅炉各种热换热器的重要材料,承受着高温高压的作用。因此,对其质量要求十分严格,不但要求进行涡流和超声波探伤,而且探伤级别要求高,如涡流探伤的等级需达到 GB/T 7735—1995 标准的 B 级或更高。长城协和钢管有限公司原有 $\phi 16\sim 76$ mm 钢管涡流探伤设备,能满足奥氏体不锈钢管的涡流检测需求。但该设备由于没有磁饱和装置、退磁装置和其它工艺技术原因,不能用于锅炉电站用无缝钢管的检测,更不能达到 B 级探伤的要求,所以必须进行技术改造。

1 技术改造措施

对 $\phi 16\sim 76$ mm 钢管涡流探伤设备进行技术

改造,目的是使该设备既能检测不锈钢管又能检测碳合金结构钢管,使探伤等级达到 GB/T 7735 标准 B 级,满足锅炉电站用无缝钢管的探伤要求。

1.1 增加饱和磁化装置

锅炉用无缝钢管为铁磁性材料,从涡流探伤理论可知,材料的磁导率 μ_r 对涡流探伤有较大的影响。克服铁磁性金属磁导率对探伤影响的方法是对试件进行饱和磁化。由铁磁性金属磁滞回线知,当外加稳恒磁场 H 达到一定值后,金属的磁感应强度 B 不再增加,趋于饱和状态,而磁导率 μ_r 降至最小值。铁磁性材料经饱和磁化后既消除了磁导率不均匀的现象,也使涡流的透入深度大大增加,经过饱和处理的铁磁性材料可作为非铁磁性材料对待。该次技术改造增加的饱和磁化装置采用通过式直流线圈,线圈产生稳恒磁场,并借助导套将磁场疏导到被检试件的探伤部位,使之达到磁饱和状态(图 1)。

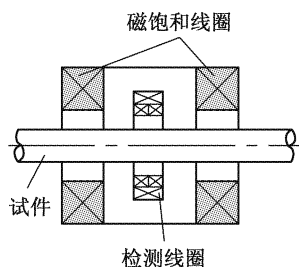


图1 饱和和磁化装置图

1.2 增加退磁装置

根据物质的磁特性,磁饱和后的铁磁性钢管表面和内部都有剩磁现象。在大多数情况下,剩磁是有害的或妨碍下道工序的进行,所以铁磁性材料磁饱和后必须进行退磁处理。涡流探伤通常采用的是电磁退磁法,可用交流电,也可用直流电。此次技术改造采用交流退磁法,即在下料辊道安装一个通有交流电的线圈,探伤后工件经下料辊道通过并逐渐远离线圈,达到退磁的效果。

1.3 探伤仪功能

采用 ECT-308 型电脑涡流探伤仪。该仪器采用阻抗平面分析及全数字化设计技术,能二维显示和二维报警,可有效利用缺陷信号与干扰信号相位和幅度的差异,将干扰信号调至扇形报警区外,缺陷信号调至扇形报警区内,从而可靠地检测并显示出缺陷信号。其主要技术指标为,频率 100 Hz~1 MHz;增益 0~64 dB,调节量 1 dB/档;带通滤波,中心频率从 250 Hz~1 kHz 分八档;数字相位旋转 0°~360°,步进 1°;电脑全数字式参数调整;实时阻抗平面和时基扫描显示模式;非等幅相位/幅度报警技术;快速自动调零、任意设定报警域等。

1.4 探头设计

重新制作一组 16 种规格的涡流探头。探头的设计主要考虑其填充系数问题。检测线圈相当于一有限长螺线管,在通电的情况下,靠近线圈内壁的磁场较中心磁场强(图 2)。从图 2 可见,管内壁处磁场不仅越来越强,而且变化率也越来越大。也就是说,填充系数较大时,检测灵敏度高,对小缺陷较敏感;但当工件在穿过线圈时出现抖动,则会带来较大的噪声;另外擦伤

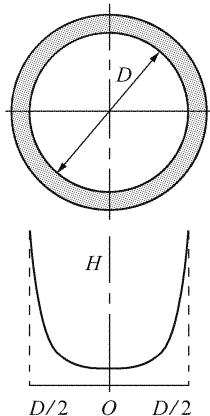


图2 螺线管横断面磁场分布示意图

工件及损坏线圈的可能都要增加。所以确定填充系数应综合以上因素,选择比较适当的间隙尺寸。

要求制作的检测线圈灵敏度高、分辨力好、抗干扰能力强,因此采取了两条控制措施,① 严格制作加工工艺,精心操作,将零电势控制在 <10 mV。② 工件与探头内壁的间隙控制在 2~4 mm。

2 设备的调试验收

2.1 设备的调试

2.1.1 样管的制作

校准样管用于校验仪器的工作状态和测试整套设备的综合性能。样管选择材质均匀、平直度好且无自然缺陷的工件制作,并按设备探伤规格的上限和下限各做一支,人工缺陷的种类、形状和大小严格按照 GB/T 7735 和 YB 4083^[1] 加工制作。

2.1.2 传动装置的调整

钢管在传送过程中与检测线圈的同心度是影响检测精度的主要因素。由于不同心,钢管上缺陷处于圆周不同位置而引起的信号幅度会产生差异,即周向灵敏度差。同心度的调整要根据钢管的外径、定心轮的压下位置和磁化装置(即主机的中心高度)进行,使样管能自如地通过检测线圈,并在往返运行时使中部三个人工缺陷的信号幅度尽可能一致。

2.2 综合性能测试

按照 YB 4083 标准规定测试整套探伤设备的周向灵敏度差、信噪比、漏报率、误报率和头尾不可探长度等综合性能指标。测试样管上限为 $\phi 76$ mm $\times$ 8 mm,材质 T91;下限为 $\phi 16$ mm $\times$ 2 mm,材质 20 钢。测试结果为,上限和下限管的周向灵敏度差均为 3 dB,信噪比均为 10 dB,头尾不可探区均为 190 mm,漏报率和误报率均为零。在稳定性测试中,上限管信噪比为 10 dB,周向灵敏度差为 0 dB。

3 结论

改造后的 $\phi 16 \sim 76$ mm 钢管涡流探伤设备各项技术性能符合 YB 4083—2000 标准规定。经过近一年的生产实践,能探测 T91, TP347H 和 1Cr18Ni9Ti 等无缝钢管,达到了既能探测碳合金结构钢管又能探测不锈钢管的目的,为保证锅炉、电站用无缝钢管的质量提供了可靠的涡流检测手段。

参考文献:

- [1] YB 4083—2000, 钢管涡流自动探伤系统综合性能测试方法[S].