

ϕ 500~1 000 mm 管材超声波水浸法自动探伤设备

吴海燕, 吴扬宝, 高东林, 张伦兆

(北京有色金属研究总院, 北京 100088)

摘要:大直径管材水浸法超声波自动化探伤设备由探伤主机、辊道机械传动系统、电气控制系统、水路系统、超声波探伤仪及计算机系统组成。所研制设备采用水浸法,通过产生横波进行全面扫查,然后由超声波探伤仪判别,最后由计算机记录缺陷大小并报警,最终实现超声波自动化探伤要求。

关键词:大径管;超声波局部水浸法探伤;水程法;组合探头;自动超声波探伤

中图分类号: TG115.28

文献标志码: A

文章编号: 1000-6656(2013)10-0025-03

Automated Ultrasonic Water-Immersion Testing System for ϕ 500-1 000 mm Pipe

WU Hai-Yan, WU Yang-Bao, GAO Dong-Lin, ZHANG Lun-Zhao

(General Research Institute for Nonferrous Metals, Beijing 100088, China)

Abstract: Automated water-immersion ultrasonic detection equipment for large-diameter pipe is consist of testing host, roller mechanical transmission system, electric control system, water system, ultrasonic flaw detector and computer system. By using water-immersion way and by generating S-waves for fully scanning, the equipment can be used to identify and then discriminate flaws by the ultrasonic flaw detector, and finally the computer can record the defect size and alarm. Thus it is able to meet the requirements of ultrasonic automated testing.

Keywords: Large-diameter pipe; Ultrasonic partial immersion testing; Water path method; Combination probe; Automated ultrasonic testing

随着我国管材制造工业的发展,无缝管材正朝着大直径的方向发展。其对于探伤的要求越来越多,越来越高。很多厂家大多采用手工探伤方法,探头与钢管的接触是用机油、浆糊等作耦合剂探伤,存在探头磨损大、探伤速度慢等问题,影响生产效率。为了提高生产效率,降低劳动强度,采用超声波水浸法自动探伤可满足实际生产要求。

1 水浸法探伤原理及方法

所研制的水浸探伤设备采用脉冲反射法对管材进行探伤。探伤形式为探头左右摆动调整,管材螺旋前进。局部水浸法探伤所得管材中的缺陷由超声

波探伤仪判别,计算机记录缺陷大小并报警,实现自动化探伤目的。管材超声波水浸法探伤需注意下列几点:

(1) 管材水浸法探伤的波形与接触法不同,除始波外,还有界面波,如图 1 所示。为了充分利用仪器的示波屏,并使缺陷波形显示清晰,通过适当调节

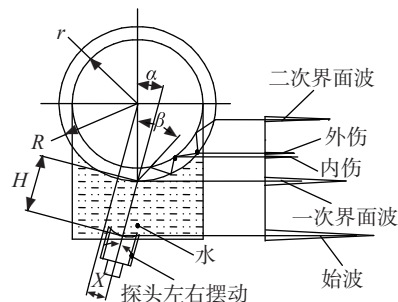


图 1 ϕ 500~1 000 mm 管材水浸法探伤

收稿日期: 2013-02-26

作者简介:吴海燕(1976—),女,工程师,学士学位,主要从事无损检测设备研发工作。

仪器的“水平”和“扫描时间”旋钮,使始波不显示,一、二次界面波得到显示。另外也可采用跟踪触发方式,即仪器的扫描电路由界面脉冲触发,这时没有始波显示,只有界面波显示。当探头位置调试正常时,探头左右摆动调整改变入射角,管材转动前进,在一、二次界面波之间显示缺陷波形。

(2) 探伤机械设备应有良好的精度(即同心度)和随动性,以保证动态情况下界面波的位置和幅度无显著变化。

(3) 应经常保持探头声透镜表面洁净,为此除定时检查清洗外,还必须保持耦合用水的清洁。

(4) 水浸法探伤用 16 通道仪器组合探头,设备实现自动化探伤。必须保证各通道具有基本一致的探伤灵敏度。

(5) 探伤中应注意随时排除各种干扰信号,防止造成误报警现象。

2 超声波水浸法自动探伤设备构成

ϕ 500~1 000 mm 管材超声波水浸法自动探伤系统组成如图 2 所示。

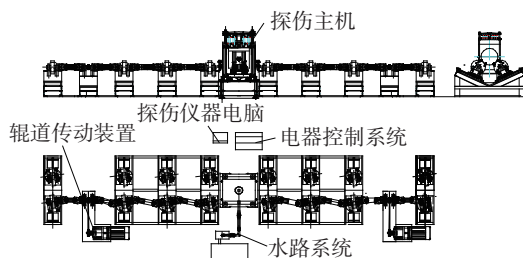


图 2 超声波水浸法自动探伤设备构成

2.1 探伤主机

探伤主机由升降装置、水箱、随动装置、组合探头和调节装置组成。升降装置的作用是保证主机中心与钢管在辊道上中心一致。组合探头装在水箱内,由探头调节装置调节入射角。为了保证入射角稳定且波形晃动较小,随动装置起到水箱与钢管随动作用,如图 3 所示。

2.2 随动装置

水浸法探伤时,探头不直接与管材接触,而是通过水来耦合。若管材螺旋前进时有一定波动,将造成入射角改变,缺陷波形也随之改变,非常不利于探伤。为了减少缺陷波形波动,设计了随动装置,以保持探头到管材表面距离的相对稳定。随动装置主要是在水箱上装有弹簧,保证水箱可以上下随动,水箱下方有辊轮,可以左右移动,以此达到随动目的,起

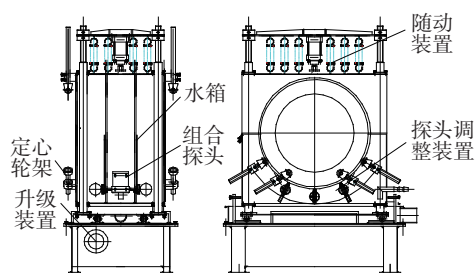


图 3 探伤主机

到减少界面波晃动,使缺陷波形相对稳定的效果。

2.3 组合探头结构

2.3.1 组合探头结构

探头是由 7 个单一的线聚焦探头组合而成的,如图 4 所示。探头晶片面积大有利于提高检测速度,但晶片面积过大会影响探头灵敏度分辨力及声阻抗,故一般选择为 ϕ 10 mm 左右。

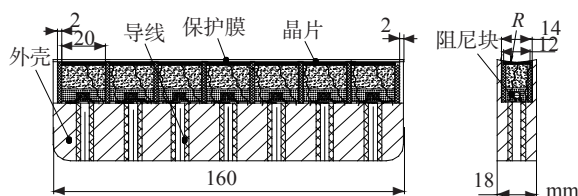


图 4 组合探头结构

实际每个晶片的尺寸为 20 mm \times 12 mm,是由同一块晶片切割而成,制作成组合探头,探头晶片相隔间隙为 2 mm。组合探头有效长度 150 mm。每一个探头分别由仪器每个通道控制。探头频率 5 MHz。晶片材料锆钛酸铅。

按照以上方法制做的组合探头特性基本相同。由于线聚焦探头呈直线排列,利用声场扩散原理,各个探头之间有一定的覆盖区域,宽度等于若干探头的声场有效宽度之和,故探伤螺距成倍增大,从而提高了探伤速度,如图 5 所示。同时水程距离变化对探头扫查效果有直接影响,所以必须控制在一定范围内,不然影响探伤仪计算机对缺陷的判别。

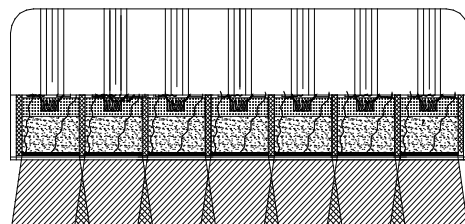


图 5 组合探头性能示意

2.3.2 组合探头要求

同一组合探头的灵敏度误差应小于 4 dB。探

头之间声束要求平行,即探头晶片要求在同一平面上。探头要求有较高的机电转换效率,以得到较高的探伤灵敏度。脉冲持续时间要短,激励后可尽快回到静止状态,以便获得较高的纵向分辨力和较小的盲区。要求有良好的波形,即有接近高斯曲线的频谱分布曲线。要求有适当的声阻抗,以获得较高辐射效率。

2.4 探伤灵敏度的调节

调节探伤灵敏度时,采用长度小于 40 mm 的人工缺陷,深度为壁厚的 8%~15%。首先将人工缺陷放置在组合探头上方,组合探头转动调节入射角,转动管材找到人工缺陷显示波最大波高,并将报警闸门放置在缺陷波上。此时需注意组合探头必须放置在与管材平行位置,水程距离要适当。

2.5 辊道及传动装置

辊道是由两个相对滚轮组成的滚轮组,单体滚轮可以转动角度并能够相向调节距离。有八对滚轮组由万向联轴节相互连接,组成旋转辊道。滚轮开合大小根据管材直径调节。滚轮转动角度可以由旋转螺距调节。辊道由链轮与变速箱连接形成传动装置。传动装置可以正反方向转动也可以步进调速

度,如图 6 所示。

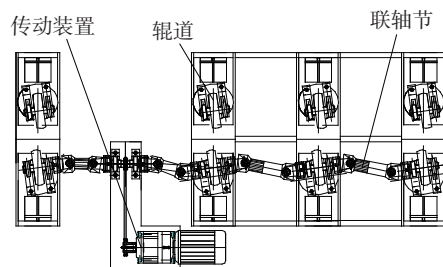


图 6 辊道及传动装置

3 结语

所研制系统已经在厂家得到实际应用,具有以下优点:

- (1) 采用探头摆动方式改变入射角进行探伤,调节方便。
- (2) 采用线聚焦组合探头,扫描螺距大并且一致性好,显著提高了探伤灵敏度。
- (3) 实现了机械化探伤,大大提高了生产效率。
- (4) 解决了探头磨损问题,使用了廉价的水耦合介质,降低了生产成本。

(上接第 24 页)

表 6 深度 2 mm 下焊缝中心切槽搜索结果

| 试件 | 规格 /mm | 管端角 反射/dB | A 侧 80% 波高/dB | A 侧信 噪比/dB | B 侧 80% 波高/dB | B 侧信 噪比/dB |
|----|---------------|--------------|------------------|---------------|------------------|---------------|
| 2 | ϕ 76×10 | 55 | 55 | >18 | 55 | >18 |
| 4 | ϕ 89×14 | 55 | 56 | >18 | 56 | >18 |
| 6 | ϕ 108×16 | 53.6 | 56 | >18 | 57 | >18 |
| 8 | ϕ 133×16 | 55 | 59 | >18 | 59 | >18 |
| 10 | ϕ 168×18 | 55 | 63 | >18 | 63 | >18 |

同样对上焊缝坡口熔合线处深 1~2 mm、长度 10 mm、宽度 0.4 mm、与法线夹角 25°槽进行爬波扫描。发现爬波对未熔合类缺陷有足够的信噪比,足以清晰分辨缺陷。

现场测试针对奥氏体中径管进行超声爬波试验,并与射线检验结果比照,发现超声爬波检测缺陷的准确率超过 90%,有很高的应用价值。

试验分析表明,爬波回波声速快且距离始脉冲较近,而横波产生的信号在时基线上位置滞后。爬波检验时,需要调整时基线位置,以防横波干扰检测。针对整个试验过程中的数据分析,发现超声爬波在检测奥氏体中径管焊缝时,各种类型模拟缺陷

的信噪比均大于 12 dB,实际检测过程中能有效检测出中径管焊缝中的缺陷。

3 结语

采用双晶爬波探头时,始脉冲后基本无杂波,避免了传统横波检验始脉冲占宽干扰的弊病。同时在远距焊缝 30 mm 处进行扫描,排除了不规则焊缝区对扫描的影响。试验证明奥氏体材料壁厚不大于 18 mm 时,爬波对整个焊缝有足够的灵敏度和信噪比,能有效地区分、识别缺陷产生的爬波回波,是一种不可多得的超声检测工艺。对比试验看出,模拟缺陷的取向对定量影响明显,对偏于焊缝中心两侧的上表面缺陷,本侧的灵敏度和信噪比高于对侧,定量时应引起重视。

参考文献:

- [1] 郑晖,林树青.《超声检测》. [M]. 中国劳动社会保障出版社,2008:162-163.
- [2] 廉德良,魏天阳. 超声爬波探头声场指向特性的试验研究. [J]. 无损检测,2005,27(9):479-481.
- [3] 王维东,韩玉峰,陆亚中等. 小径管焊缝超声爬波探伤工艺方法研究. [J]无损探伤,2008,32(3):36-41.