



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109725059 A
(43)申请公布日 2019.05.07

(21)申请号 201910096068.7

(22)申请日 2019.01.31

(71)申请人 景德镇陶瓷大学

地址 333000 江西省景德镇市浮梁县湘湖镇

(72)发明人 王兴国 张路鑫 黄志诚 尧亮富 吴南星

(51)Int.Cl.

G01N 29/06(2006.01)

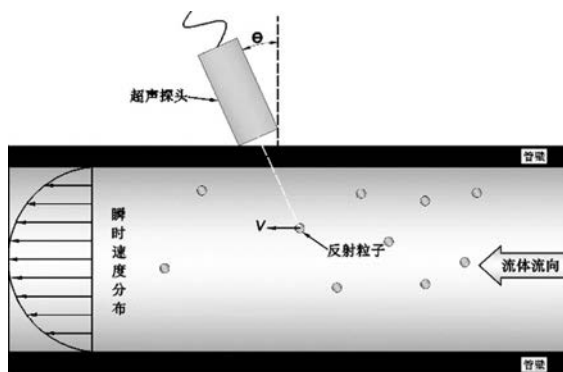
权利要求书3页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

一种超声多普勒无损检测管道内壁腐蚀缺陷的方法

(57)摘要

本发明涉及一种超声多普勒无损检测管道内壁腐蚀缺陷的方法,包括如下步骤:步骤一:打开水循环检测系统,获得平稳流速的水流;步骤二:调整换能器的距离以及入射角度;步骤三:上位机控制发射接收卡发射一组脉冲超声波;步骤四:发射接收卡接收反射回来的一组脉冲超声波,并通过距离选通门的控制将不同检测区域的信号传到上位机储存;步骤五:上位机通过驱动控制模块控制扫描成像机械装置对整段被测管道进行扫描检测;步骤六:通过分析处理模块对信号进行分析处理,生成各检测区域的速度形貌图,通过选通时间获得缺陷信息;步骤七:通过显示模块显示整段管道腐蚀状况。本方法检测速度快、试验数据准确、实用性强,因此具有广阔的应用前景。



1. 一种超声多普勒无损检测管道内壁腐蚀缺陷的方法,其特征在于包括如下步骤:

步骤一:打开水循环检测系统,加入尼龙粒子,获得平稳流速的水流;

步骤二:调整换能器的距离以及入射角度;

步骤三:上位机控制发射接收卡发射一组脉冲超声波;

步骤四:发射接收卡接收反射回来的一组脉冲超声波,并通过距离选通门的控制将不同检测区域的信号传到上位机储存;

步骤五:上位机通过驱动控制模块控制扫描成像机械装置对整段被测管道进行扫描检测;

步骤六:通过分析处理模块对信号进行分析处理,生成各检测区域的速度形貌图,通过选通时间获得缺陷信息;

步骤七:通过显示模块显示整段管道腐蚀状况。

2. 根据权利要求1所述的超声多普勒无损检测管道内壁腐蚀缺陷的方法,其特征在于:所述水循环检测系统包括:电磁流量计(6)、流速调节器(5)、水槽(10)、被测管道(2)、连接管道(4)、主管道(7)、球阀二(8)、泵(9)、水箱(34)、超声换能器(33)、扫描成像机械装置(1)、发射采集装置(12)、控制电脑(13)、BNC线(11)、出水管(3)、进水管(40),

所述水槽(10)一侧设置有进水管(40)和出水管(3),所述出水管(3)的端口设置有泵(9),进水管(40)端口设置有球阀一(42),所述泵(9)通过输水管一(43)与主管道(7)一端相连,所述输水管一(43)上设置有球阀二(8)和输水管二(44),所述输水管二(44)的另一端与球阀一(42)相连接;

所述主管道(7)中间设置有电磁流量计(6),另一端上设置有流速调节器(5),所述流速调节器(5)的另一端与连接管道(4)的一端相连接,所述连接管道(4)的另一端连通至水箱(3)的一端外侧,所述水箱(34)的另一端外侧设置有出水管(41),所述出水管(41)另一端延伸到水槽(10)内;

所述水箱(34)顶部设置有扫描成像机械装置(1),所述扫描成像机械装置(1)上设置有超声换能器(33),所述超声换能器(33)通过BNC线(11)与发射采集装置(12)和控制电脑(13)相连接。

3. 根据权利要求2所述的超声多普勒无损检测管道内壁腐蚀缺陷的方法,其特征在于:所述扫描成像机械装置包括支架单元、机械传动单元、驱动单元、检测单元,其中:

支架单元由基架(28)、水箱(34)、4个连接支柱(35)、4个可缩放支架(36)、4个定位支架(37)、4个定位螺丝一(38)、紧固螺丝二(39),所述4个定位支架(37)通过4个定位螺丝一(38)分别设置在基架(28)四个角的顶部,水箱(34)设置在基架(28)内部,所述4个可缩放支架(36)分别设置在4个定位支架(37)顶部,所述4个连接支柱(35)通过4个紧固螺丝二(39)设置在4个可缩放支架(36)顶部;

所述机械传动单元由2个直线导轨(14)、旋转平台(16)、步进电机一(17)、滚珠丝杠(18)、步进电机二(19)、步进带轮(20)、端联轴器(21)、推力轴承一(22)、2个支撑板(23)、轴承端盖一(24)、平移支架(25)、旋转平台支架(26)、滚子轴承(27)、推力轴承二(29)、轴承端盖二(30)、导轨支撑辊轮(31),所述2个支撑板(23)的底部左右两端分别设置在4个连接支柱(35)顶部,顶部左右两端设置有直线导轨(14),中间分别设置有推力轴承一(22)和轴承端盖二(30),所述推力轴承一(22)和轴承端盖二(30)上部设置有滚珠丝杠(18),外部分别

设置有轴承端盖一(24)和轴承端盖二(30);所述滚珠丝杠(18)前端设置有端联轴器(21),所述端联轴器(21)连接有步进带轮(20),所述步进带轮(20)连接有步进电机二(19);所述2个直线导轨(14)和滚珠丝杠(18)中部上设置有平移支架(25),所述平移支架(25)两端底部设置有导轨支撑辊轮(31),中间一侧下部设置有步进电机一(17),另一侧下部设置旋转平台支架(26),所述旋转平台支架(26)上设置有滚子轴承(27),所述滚子轴承(27)上设置有与步进电机一(17)啮合的旋转平台(16);

所述检测单元由超声换能器(33)、被测管道(32)、探头夹具(15)组成,所述探头夹具(15)设置在旋转平台(16)上,所述超声换能器(33)设置在探头夹具(15)上,所述被测管道(32)两端设置在水箱(34)内侧,分别与连接管道(4)和出水管(3)相连接。

4. 根据权利要求1所述的超声多普勒无损检测管道内壁腐蚀缺陷的方法,其特征在于:所述步骤六中缺陷信息可由以下公式计算:

$$L = \frac{c(t_{\text{限}} - t_{\text{缺}})}{2} \cos \theta$$

式中, L 为缺陷深度, c 为超声波在流体中的传播的速度, $t_{\text{限}}$ 为界限选通时间, $t_{\text{缺}}$ 为当管道出现缺陷时最上层速度对应的选通时间, θ 是入射角。

5. 根据权利要求4所述的超声多普勒无损检测管道内壁腐蚀缺陷的方法,其特征在于:所述界限选通时间 $t_{\text{限}}$ 可由以下公式计算:

$$t_{\text{限}} = \frac{2\Delta}{c_L \cos \theta_L} + \frac{2l}{c}$$

式中, Δ 为管壁厚度, c_L 为超声波在固体中的纵波速度, c 为超声波在流体中的传播的速度, l 为换能器中心与被测管道表面间的轴向距离, θ_L 为纵波入射角。

6. 根据权利要求5所述的超声多普勒无损检测管道内壁腐蚀缺陷的方法,其特征在于:所述纵波入射角 θ_L 可由Snell公式获得:

$$\theta_L = \sin^{-1} \frac{c_L \sin \theta}{c}$$

式中, c_L 为超声波在固体中的纵波速度, c 为超声波在流体中的传播的速度, θ 为超声波入射角。

7. 根据权利要求4所述的超声多普勒无损检测管道内壁腐蚀缺陷的方法,其特征在于:所述入射角 θ 的范围值为8-20度。

8. 根据权利要求1所述的超声多普勒无损检测管道内壁腐蚀缺陷的方法,其特征在于:所述步骤四中距离选通门为控制接收端接收回波的时间,以获得测量轴线上不同位置的反

射回波;所述步骤六中速度形貌图为测量轴线上不同测量位置获得的速度集合。

9. 根据权利要求1所述的超声多普勒无损检测管道内壁腐蚀缺陷的方法,其特征在于:所述步骤五中驱动控制模块的工作原理为:上位机控制扫描成像机械装置(1)开始工作,步进电机一(17)驱动旋转平台(16),通过连接旋转平台(16)的换能器探头夹具(15)使超声换能器(33)绕被测管道(32)旋转,步进电机一(17)每旋转一个角度的步长,超声换能器(33)发射接受一组超声波信号;当超声换能器(33)刚好绕被测管道(32)旋转一周后,旋转停止;步进电机二(19)驱动旋转平台(16)作水平移动,移动一个步长距离后,步进电机一(17)驱动旋转平台(16)与前一次旋转方向相反的方向旋转一圈,按照上述检测步骤循环检测下去,直到整段检测管道完全扫描检测完毕。

一种超声多普勒无损检测管道内壁腐蚀缺陷的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及无损检测领域,涉及的是一种超声多普勒无损检测管道内壁腐蚀缺陷的方法。

背景技术

[0002] 气液两相流在能源、化工、石化、核工业以及环境工程等过程工业中广泛存在。如发生在蒸汽锅炉、蒸汽发生器、蒸汽蓄热器、热气输送等设备管路中。这些气液两相流在高温高压的环境下长时间地作用于管道内壁,使金属表面与流体之间由于高速相对运动而引起金属腐蚀损坏现象,是材料受冲刷和腐蚀交互作用的结果,一般这种冲刷腐蚀又称为磨损腐蚀。管道冲刷腐蚀在过程工业中广泛存在,压力管道的直管,或者弯头、三通等管件,都会遭受到流体的冲刷腐蚀而使壁厚变薄,最终导致穿孔或破裂,引起严重的事故。因此迫切需要检测管道腐蚀的有效方法。

发明内容

[0003] 为了解决上述问题,本发明提供一种快速、全面、准确的超声多普勒无损检测管道内壁腐蚀缺陷的方法。

[0004] 为解决上述技术问题本发明的技术方案为:

一种超声多普勒无损检测管道内壁腐蚀缺陷的方法,其特征在于包括如下步骤:

步骤一:打开水循环检测系统,加入尼龙粒子,获得平稳流速的水流;

步骤二:调整换能器的距离以及入射角度;

步骤三:上位机控制发射接收卡发射一组脉冲超声波;

步骤四:发射接收卡接收反射回来的一组脉冲超声波,并通过距离选通门的控制将不同检测区域的信号传到上位机储存;

步骤五:上位机通过驱动控制模块控制扫描成像机械装置对整段被测管道进行扫描检测;

步骤六:通过分析处理模块对信号进行分析处理,生成各检测区域的速度形貌图,通过选通时间获得缺陷信息;

步骤七:通过显示模块显示整段管道腐蚀状况。

[0005] 所述水循环检测系统包括:电磁流量计、流速调节器、水槽、被测管道、连接管道、主管道、球阀二、泵、水箱、超声换能器、扫描成像机械装置、发射采集装置、控制电脑、BNC线、出水管、进水管,

所述水槽一侧设置有进水管和出水管,所述出水管的端口设置有泵,进水管端口设置有球阀一,所述泵通过输水管一与主管道一端相连,所述输水管一上设置有球阀二和输水管二,所述输水管二的另一端与球阀一相连接;

所述主管道中间设置有电磁流量计,另一端上设置有流速调节器,所述流速调节器的另一端与连接管道的一端相连接,所述连接管道的另一端连通至水箱的一端外侧,所述水

箱的另一端外侧设置有出水管,所述出水管另一端延伸到水槽内;

所述水箱顶部设置有扫描成像机械装置,所述扫描成像机械装置上设置有超声换能器,所述超声换能器通过BNC线与发射采集装置和控制电脑相连接。

[0006] 所述扫描成像机械装置包括支架单元、机械传动单元、驱动单元、检测单元,其中:

支架单元由基架、水箱、4个连接支柱、4个可缩放支架、4个定位支架、4个定位螺丝一、紧固螺丝二,所述4个定位支架通过4个定位螺丝一分别设置在基架四个角的顶部,水箱设置在基架内部,所述4个可缩放支架分别设置在4个定位支架顶部,所述4个连接支柱通过4个紧固螺丝二设置在4个可缩放支架顶部;

所述机械传动单元由2个直线导轨、旋转平台、步进电机一、滚珠丝杠、步进电机二、步进带轮、端联轴器、推力轴承一、2个支撑板、轴承端盖一、平移支架、旋转平台支架、滚子轴承、推力轴承二、轴承端盖二、导轨支撑辊轮,所述2个支撑板的底部左右两端分别设置在4个连接支柱顶部,顶部左右两端设置有直线导轨,中间分别设置有推力轴承一和轴承端盖二,所述推力轴承一和轴承端盖二上部设置有滚珠丝杠,外部分别设置有轴承端盖一和轴承端盖二;所述滚珠丝杠前端设置有端联轴器,所述端联轴器连接有步进带轮,所述步进带轮连接有步进电机二;所述2个直线导轨和滚珠丝杠中部上设置有平移支架,所述平移支架两端底部设置有导轨支撑辊轮,中间一侧下部设置有步进电机一,另一侧下部设置旋转平台支架,所述旋转平台支架上设置有滚子轴承,所述滚子轴承上设置有与步进电机一啮合的旋转平台;

所述检测单元由超声换能器、被测管道、探头夹具组成,所述探头夹具设置在旋转平台上,所述超声换能器设置在探头夹具上,所述被测管道两端设置在水箱内侧,分别与连接管道和出水管相连接。

[0007] 所述步骤六中缺陷信息可由以下公式计算:

$$L = \frac{c(t_{\text{限}} - t_{\text{斜}})}{2} \cos \theta$$

式中, L 为缺陷深度, c 为超声波在流体中的传播的速度, $t_{\text{限}}$ 为界限选通时间, $t_{\text{斜}}$ 为当管道出现缺陷时最上层速度对应的选通时间, θ 是入射角。

[0008] 所述界限选通时间 $t_{\text{限}}$ 可由以下公式计算:

$$t_{\text{限}} = \frac{2\Delta}{c_L \cos \theta_L} + \frac{2l}{c}$$

式中, Δ 为管壁厚度, c_L 为超声波在固体中的纵波速度, c 为超声波在流体中的传播的速度, l 为换能器中心与被测管道表面间的轴向距离, θ_L 为纵波入射角。

[0009] 所述纵波入射角 θ_L 可由Sne11公式获得:

$$\theta_L = \sin^{-1} \frac{c_L \sin \theta}{c}$$

式中, c_L 为超声波在固体中的纵波速度, c 为超声波在流体中的传播的速度, θ 为超声波入射角。

[0010] 所述入射角 θ 的范围值为 8-20 度。

[0011] 所述步骤四中距离选通门为控制接收端接收回波的时间, 以获得测量轴线上不同位置的反射回波; 所述步骤六中速度形貌图为测量轴线上不同测量位置获得的速度集合。

[0012] 所述步骤五中驱动控制模块的工作原理为: 上位机控制扫描成像机械装置开始工作, 步进电机一驱动旋转平台, 通过连接旋转平台的换能器探头夹具使超声换能器绕被测管道旋转, 步进电机一每旋转一个角度的步长, 超声换能器发射接受一组超声波信号; 当超声换能器刚好绕被测管道旋转一周后, 旋转停止; 步进电机二驱动旋转平台作水平移动, 移动一个步长距离后, 步进电机一驱动旋转平台与前一次旋转方向相反的方向旋转一圈, 按照上述检测步骤循环检测下去, 直到整段检测管道完全扫描检测完毕。

[0013] 本发明所涉及的声学理论如下:

超声多普勒频移参量:

图1给出了超声多普勒检测原理图, 超声多普勒检测原理是利用超声入射波透射进管壁后遇到具有一定运动速度的尼龙粒子后发生反射, 由于波源与反射粒子产生相对运动而产生的一种接收端对波频率感知的变化, 使得接收端接收波的频率与发射端发射波的频率有所不同, 这种频率的变化称为多普勒频移。由于管壁内壁腐蚀缺陷引起局部湍流现象, 即水流瞬时速度方向大小发生改变; 利用多普勒频移和速度的关系, 可以求出反射粒子的瞬时速度, 即根据反射粒子的瞬时速度的变化, 反应出管壁腐蚀缺陷情况。超声多普勒检测方法可以通过提取回波信号中的多普勒频移参量, 从而得到管道内壁腐蚀缺陷状况。多普勒频移现象原理具体为:

测量轴线上测量位置可以由下式来确定:

$$d = \frac{ct}{2}$$

式中, d 为换能器与散射粒子的距离, c 为超声波在流体中的传播的速度, t 为接收时间。

[0014] 通过多普勒原理计算出的速度值 V :

$$V = \frac{c}{2f_0 \sin \theta} f_D$$

式中, V 是相对运动速度; f_0 是发射频率; f_D 是多普勒频移; θ 是入射角。

[0015] 本发明提供的技术方案有益效果是:

a) 检测管壁材料适用性广, 本方法可以解决传统漏磁检测只适用于铁磁材料管道检测问题以及传统涡流检测只适用于导电材料管道检测问题;

b) 检测管道内液体适用性广,由于声波能够在不同介质传播特性,所以不仅可以测量透明液体,也可以测量不透明液体,所以本方法可以解决工业内窥镜检测不能检测具有不透明液体管道的问题;

c) 检测速度快,采用步进电机驱动,超声换能器发射/接收信号,通过对接收信号进行实时处理并成像;

d) 检测全面,完成整段被测管道扫描检测的缺陷三维成像;

e) 检测方便,可以进行非侵入式测量;

f) 检测数据准确,重复性高并具备实时监测功能;

g) 此方案设备简单,实用性强。

附图说明

[0016] 图1是超声多普勒检测原理图;

图2是管壁各处的速度形貌图;

图3是扫描检测方法的总体框图;

图4是驱动控制模块控制步进电机原理;

图5是水循环检测系统图;

图6是扫描成像机械装置;

图7是图6中A-A方向的剖面图;

图8是超声多普检测流程图;

图9是管道内壁腐蚀缺陷三维成像图。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图1-9和具体实施方式对本发明一种超声多普勒无损检测管道内壁腐蚀缺陷的方法作进一步详细的说明:

在水循环检测系统中加入尼龙粒子,然后打开泵抽水使水循环开始,再通过支路管道以及流速调节器的调节,确保检测段水流速度平稳;

上位机为pc机,其控制超声发射接收卡发射一组脉冲超声波,入射波透射进管壁后遇到具有一定运动速度的尼龙粒子后发生反射,通过对反射回波的解调,提取多普勒频移参数,通过控制距离选通门,获得测量轴线上不同检测区域的速度,生成速度形貌图;

所述测量轴线为超声波斜射入管道内壁后的运动直线,所述距离选通门即为控制接收端接收回波的时间获得测量轴线上不同位置的反射回波,所述速度形貌图即为测量轴线上不同测量位置获得的速度集合;

所述速度形貌图能够反应流体的分布,通过流体分布的变化获得管道内壁缺陷的腐蚀情况,当流体流过完好管道处时,速度形貌图中流速方向与流体整体方向相同,取管道完好时速度形貌图中最上层第一个速度对应的选通时间作为界限选通时间,当速度形貌图中出现最上层第一个速度对应的选通时间小于界限选通时间时,即管道出现了缺陷,简单来说当流体流过缺陷处时,由于缺陷的影响,在缺陷处出现了漩涡现象,也就是阻碍了流体的正常流动从而产生了漩涡,出现了与流体整体流速方向相反的流速方向,进一步地,流体分布在缺陷处提前了,提前量即为管道内壁腐蚀深度,缺陷深度可由以下公式计算:

$$L = \frac{c(t_{\text{限}} - t_{\text{缺}})}{2} \cos \theta$$

式中, L 为缺陷深度, c 为超声波在流体中的传播的速度, $t_{\text{限}}$ 为界限选通时间, $t_{\text{缺}}$ 为当管道出现缺陷时最上层速度对应的选通时间, θ 是入射角;

其中, 缺陷处最上层速度的选通时间 $t_{\text{缺}}$ 可由后续信号处理中提取, 界限选通时间 $t_{\text{限}}$ 可由以下公式计算:

$$t_{\text{限}} = \frac{2\Delta}{c_L \cos \theta_L} + \frac{2l}{c}$$

式中, Δ 为管壁厚度, c_L 为超声波在固体中的纵波速度, c 为超声波在流体中的传播的速度, l 为换能器中心与被测管道表面间的轴向距离, θ_L 为纵波入射角;

其中, 纵波入射角 θ_L 可由Snell公式获得:

$$\theta_L = \sin^{-1} \frac{c_L \sin \theta}{c}$$

式中, c_L 为超声波在固体中的纵波速度, c 为超声波在流体中的传播的速度, θ 为入射角;

上位机控制扫描成像机械装置开始工作, 一台步进电机驱动旋转平台, 通过连接旋转平台的换能器夹具使换能器绕被测管道旋转, 步进电机每旋转一个角度的步长, 超声换能器发射接受一组超声波信号; 当换能器刚好绕管道旋转一周后, 旋转停止; 另一台步进电机驱动旋转平台作水平移动, 移动一个步长距离后(步长大小可以根据检测分辨率调节); 控制步进电机驱动旋转平台与前一次旋转方向相反的方向旋转一圈, 按照上述检测步骤循环检测下去, 直到整段检测管道完全扫描检测完毕;

根据速度形貌图获得的管壁内壁的腐蚀情况, 并结合下位机对测量位置信息的反馈通过软件生成管道内壁腐蚀缺陷的大小和位置三维成像图。

[0018] 所述水循环检测系统包括: 电磁流量计6、流速调节器5、水槽10、被测管道2、连接管道4、主管道7、球阀二8、泵9、水箱34、超声换能器33、扫描成像机械装置1、发射采集装置12、控制电脑13、BNC线11、出水管3、进水管40,

所述水槽10一侧连接有进水管40和出水管3, 所述出水管34的端口安装有泵9, 进水管40端口安装有球阀一42, 所述泵9通过输水管一43与主管道7一端相连, 所述输水管一43上安装有球阀二8和输水管二44, 所述输水管二44的另一端与球阀一42相连接;

所述主管道7中间安装有电磁流量计6, 另一端上安装有流速调节器5, 所述流速调节器5的另一端与连接管道4的一端相连接, 所述连接管道4的另一端连通至水箱3的一端外侧,

所述水箱34的另一端外侧安装有出水管41,所述出水管41另一端延伸到水槽10内;

所述水箱34顶部通过螺丝安装有扫描成像机械装置1,所述扫描成像机械装置1上安装有超声换能器33,所述超声换能器33通过BNC线11与发射采集装置12和控制电脑13相连接。

[0019] 所述扫描成像机械装置包括支架单元、机械传动单元、驱动单元、检测单元,其中:

支架单元由基架28、水箱34、4个连接支柱35、4个可缩放支架36、4个定位支架37、4个定位螺丝一38、紧固螺丝二39,所述4个定位支架37通过4个定位螺丝一38分别通过螺丝在基架28四个角的顶部,水箱34通过螺丝卡接在基架28内部,所述4个可缩放支架36分别通过螺丝固定在4个定位支架37顶部,所述4个连接支柱35通过4个紧固螺丝二39固定在4个可缩放支架36顶部;

所述机械传动单元由2个直线导轨14、旋转平台16、步进电机一17、滚珠丝杠18、步进电机二19、步进带轮20、端联轴器21、推力轴承一22、2个支撑板23、轴承端盖一24、平移支架25、旋转平台支架26、滚子轴承27、推力轴承二29、轴承端盖二30、导轨支撑辊轮31,所述2个支撑板23的底部左右两端分别通过螺丝固定在4个连接支柱35顶部,顶部左右两端通过螺丝安装有直线导轨14,中间分别通过螺丝固定有推力轴承一22和轴承端盖二30,所述推力轴承一22和轴承端盖二30上部通过螺丝固定有滚珠丝杠18,外部分别通过螺丝固定有轴承端盖一24和轴承端盖二30;所述滚珠丝杠18前端通过螺丝连接有端联轴器21,所述端联轴器21连接有步进带轮20,所述步进带轮20连接有步进电机二19;所述2个直线导轨14和滚珠丝杠18中部上通过螺丝活动连接有平移支架25,所述平移支架25两端底部固定有导轨支撑辊轮31,中间一侧下部通过螺丝固定有步进电机一17,所述步进电机下部通过螺丝固定旋转平台支架26,所述旋转平台支架26通过滚子轴承27与旋转平台16相连,所述旋转平台16与所述步进电机17相啮合;

所述检测单元由超声换能器33、被测管道32、探头夹具15组成,所述探头夹具15通过螺纹连接在旋转平台16上,所述超声换能器33卡接在探头夹具15上,所述被测管道32两端卡接在水箱34内侧,分别与连接管道4和出水管3相连接。

[0020] 本发明检测方法的使用方法:

被测管道为内径为45mm,厚度为5mm的具有内壁腐蚀缺陷的45号钢金属管道。开始检测前,首先在水箱中加入80um的尼龙粒子作为超声波反射粒子;然后调节旋转平台的轴心与被测管道轴心重合,再调节超声换能器与被测管道轴向距离,使换能器中心与被测管道表面轴向距离为40mm,并且调节超声换能器的入射角为 10° ,进而求出界限选通时间为57.39us。选用超声检测发射接受卡型号为JPR-10CN, Japan Probe Co., Ltd。选用聚焦水浸式超声换能器,型号为8 MHz, Japan Probe Co., Ltd。超声多普勒处理程序中参数设置如下:发射中心频率8 MHz,采样频率为50 MHz,采样长度5k,测量重复次数128,测量通道数100。用于旋转步进电机驱动旋转平台一次步进角度为 1.5° ,用于平移步进电机一次步进长度为1mm。

[0021] 超声换能器经接收装置储存到计算机内的超声回波信号通过预编labview超声多普勒处理程序进行分析处理,获得各测量点的速度分布形貌图;当速度形貌图中出现最上层第一个速度对应的选通时间小于界限选通时间时,即管道出现了缺陷,计算出缺陷深度大小,步进前10mm的缺陷数据如表1所示;利用上述速度分布形貌图中的信息能够准确地判断管道内壁的腐蚀程度以及腐蚀位置。

[0022] 通过结合单片机反馈回来的测量位置信息以及管道内壁腐蚀状况信息,利用计算机软件处理得到如图9所示的管道内壁腐蚀缺陷三维成像图。

[0023] 经过上述的分析,本发明实施例以超声多普勒原理对管道内壁腐蚀缺陷进行了检测,实现了快速、全面地管道内壁腐蚀缺陷地检测;本方法将在能源、化工、石化、核工业以及环境工程等涉及管道内壁腐蚀问题的工业中发挥积极作用,以其适用性广的优势替换掉传统检测方法。

[0024] 以上所述,仅为本发明型较佳的具体实施方式,但本发明型保护范围并不局限于此,根据本发明型的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明型的保护范围之内。

[0025] 表1是步进前10mm的缺陷数据

步进距离(mm)	步进角度(°)	缺陷深度(mm)
5	165	2.113
5	166.5	2.126
6	163.5	2.116
6	165	2.112
7	135	2.259
7	165	2.121
7	166.5	2.121
8	132	2.253
8	133.5	2.253
8	135	2.255
8	136.5	2.258
8	165	2.116
8	166.5	2.119
8	219	2.944
9	133.5	2.255
9	135	2.258
9	136.5	2.262
9	168	2.118
9	216	2.954
9	217.5	2.958
9	219	2.943
9	220.5	2.953
9	222	2.949
9	223.5	2.951
10	132	2.257
10	133.5	2.255
10	135	2.258
10	136.5	2.252

10	138	2.251
10	166.5	2.118
10	210	2.951
10	211.5	2.953
10	213	2.958
10	214.5	2.961
10	216	2.964
10	217.5	2.966
10	219	2.967
10	220.5	2.958
10	222	2.955
10	223.5	2.949
10	225	2.955
10	226.5	2.957
10	228	2.956
10	229.5	2.966
10	231	2.963

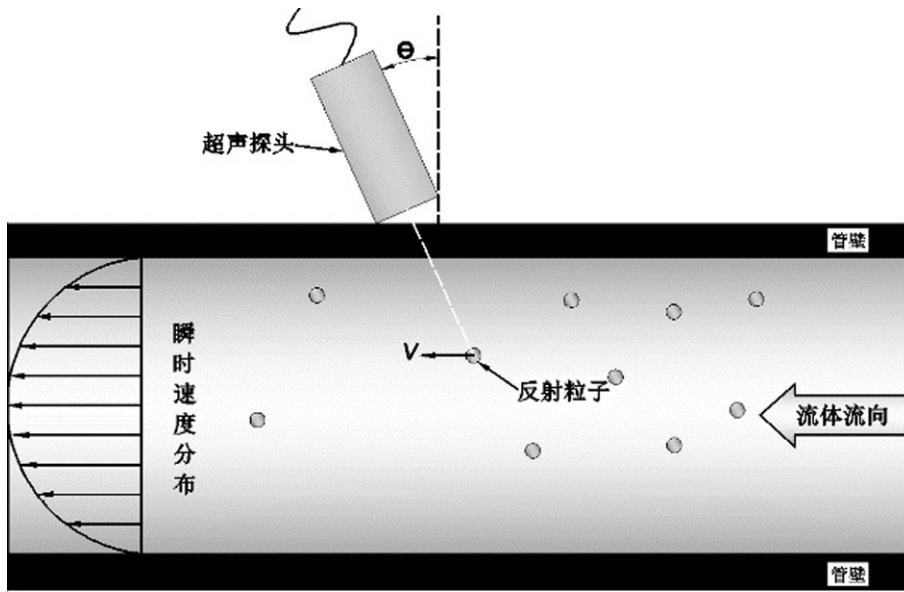


图1

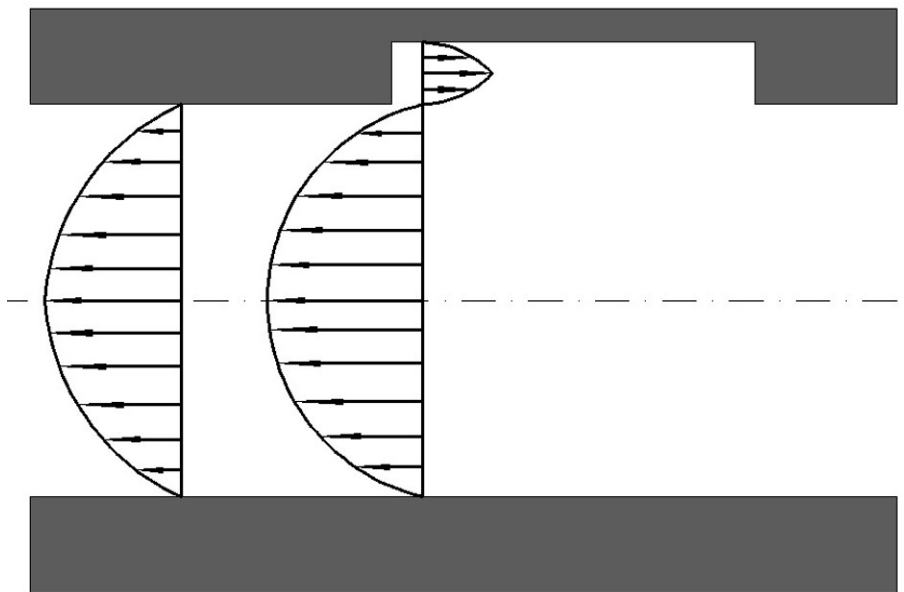


图2

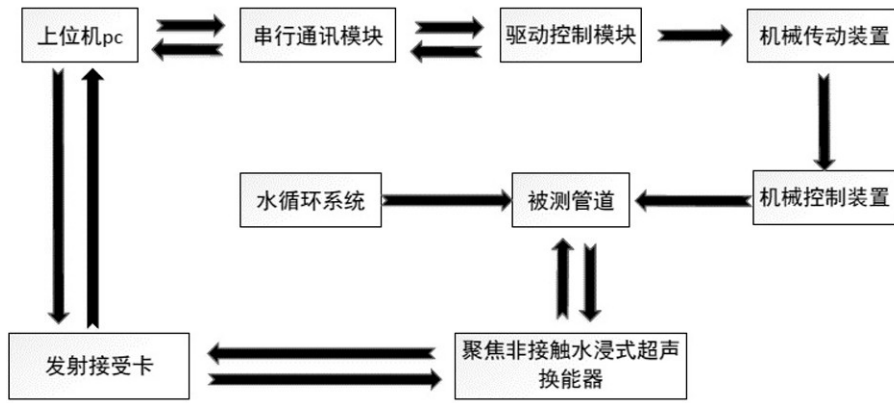


图3

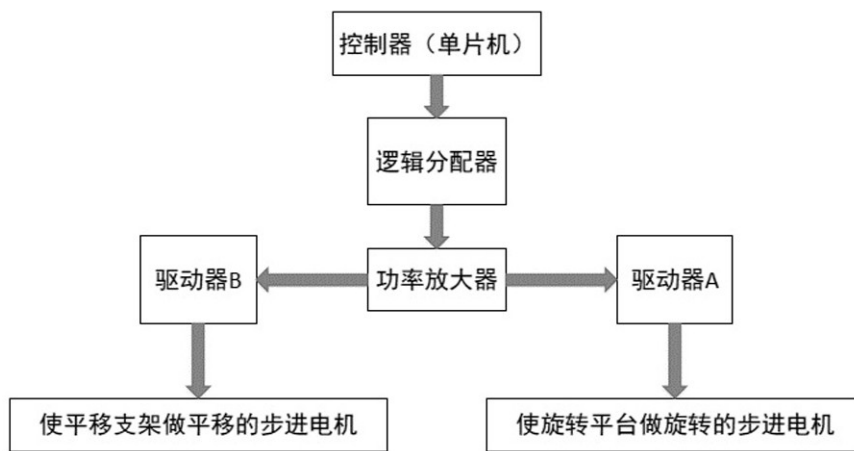


图4

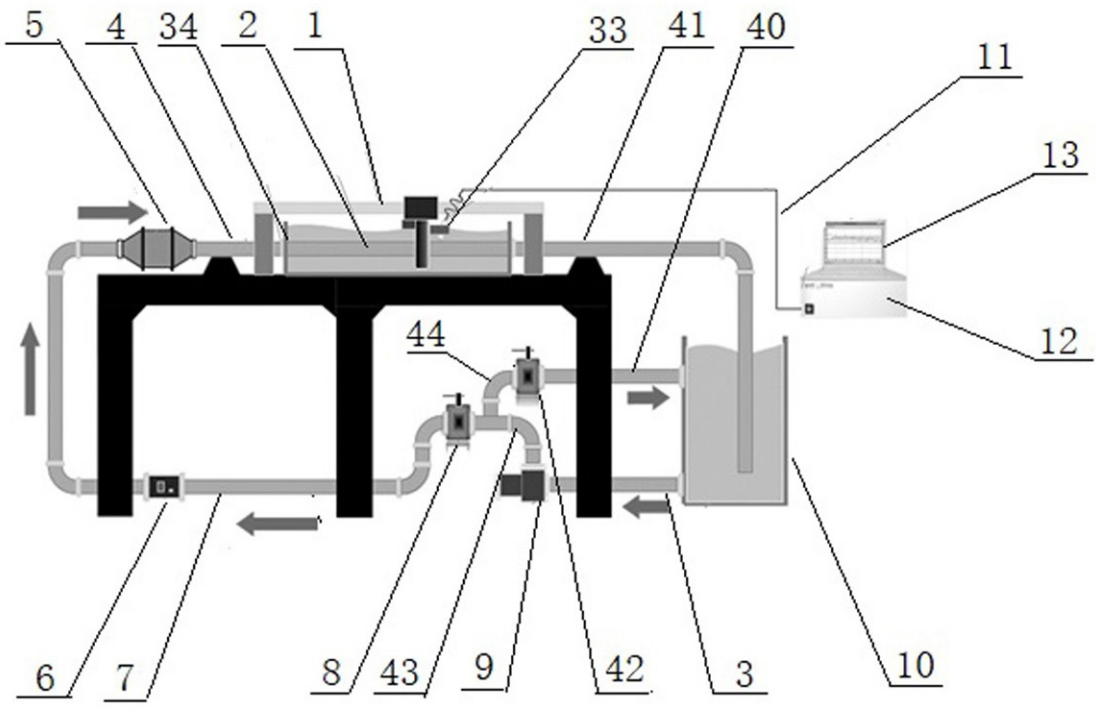


图5

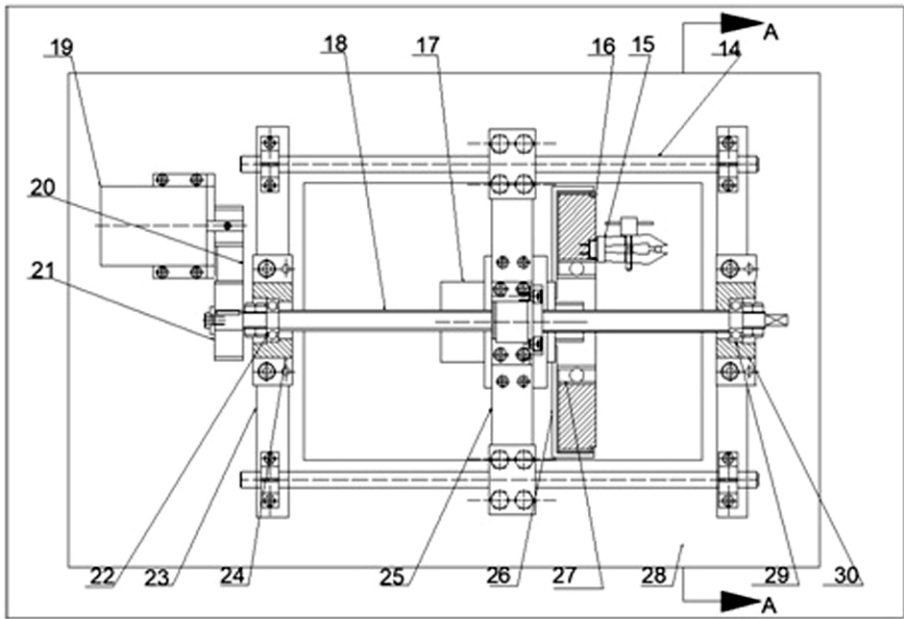


图6

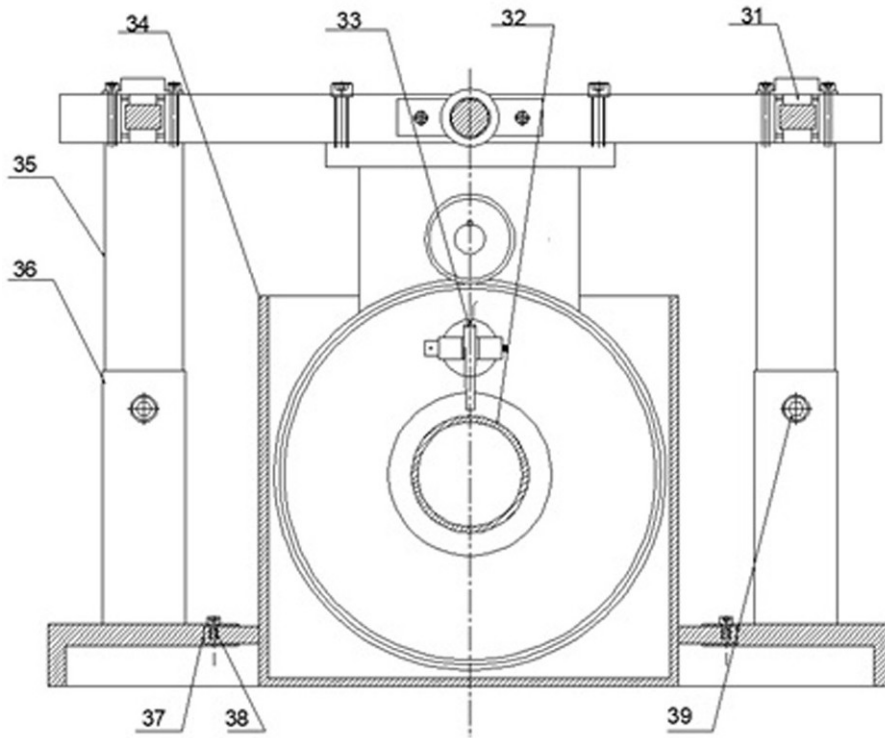


图7

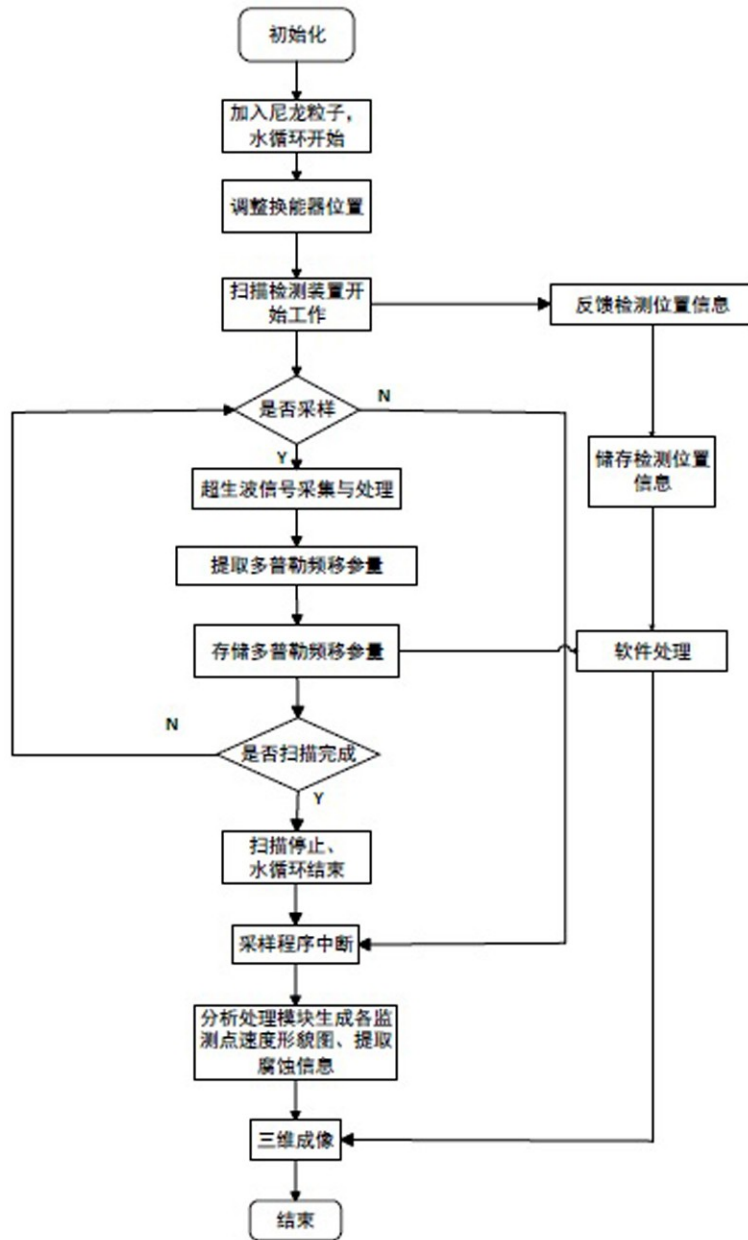


图8

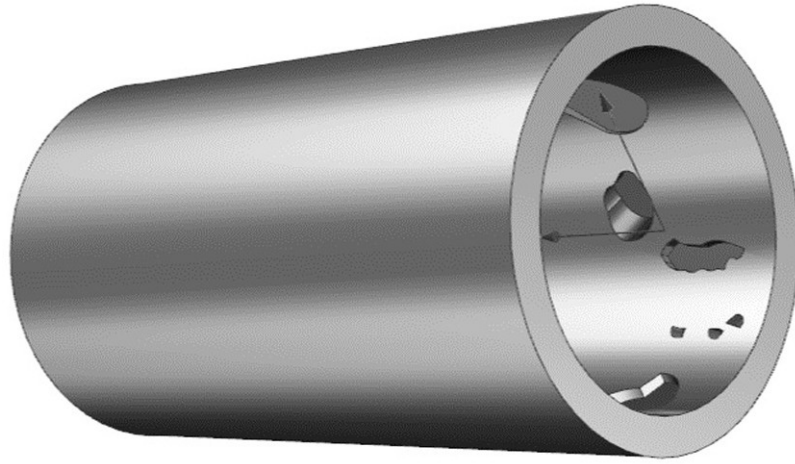


图9