(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103217480 A
(43)申请公布日 2013.07.24

(21)申请号 201310108107.3

(22)申请日 2013.03.29

(71)申请人 杭州浙大精益机电技术工程有限公司
地址 311121 浙江省杭州市余杭区文一西路1500号1号楼107室

(72)发明人 骆苏军 俞哲旦

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公司 33200
代理人 林怀禹

(51)Int.Cl.
G01N 29/11(2006.01)

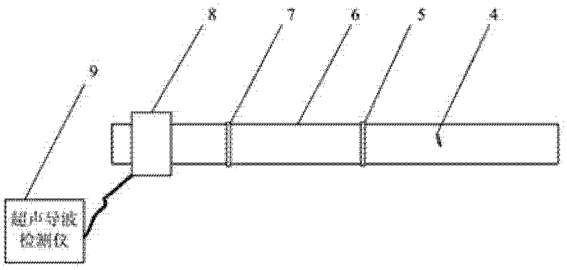
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种管道横截面损失量的超声导波判定方法

(57)摘要

本发明公开了一种管道横截面损失量的超声导波判定方法。将超声导波检测仪通过超声导波检测电缆连接到超声导波换能器，将超声导波换能器布置在钢管的一端，利用超声导波仪检测到钢管中的两个焊缝或者是两个金属试块作为参考，通过超声导波衰减曲线计算方法得到截面损失量的判定线及回波信号对应的横截面损失量。本发明可以利用超声导波无损检测工具，实现对管道横截面损失量的准确判定，提高对管道腐蚀的检测能力。



CN 103217480 A

1. 一种管道横截面损失量的超声导波判定方法，其特征在于：将超声导波检测仪通过超声导波检测电缆连接到超声导波换能器，将超声导波换能器布置在钢管的一端，利用超声导波仪检测到钢管中的两个焊缝或者是两个金属试块作为参考，通过超声导波衰减曲线计算方法得到截面损失量的判定线及回波信号对应的横截面损失量。

2. 根据权利要求 1 所述的一种管道横截面损失量的超声导波判定方法，其特征在于：所述金属试块是立方体块，把金属试块用环氧树脂胶粘在被测钢管表面，把不同的金属试块的表面粘在被测钢管表面时会形成不同的横截面损失量，在实际的钢管检测中，如果不能保证有两个焊缝时，采用金属试块。

3. 根据权利要求 1 所述的一种管道横截面损失量的超声导波判定方法，其特征在于：所述横截面损失量包括焊缝和金属试块两种方式构成的横截面损失量；焊缝的横截面损失量根据经验数据为 20%，金属试块的横截面损失量 A% 通过金属试块与钢管的接触面进行计算，如果接触面为 XY 平面时，钢管的外径为 D，壁厚为 T，则 A%=X*Z/ 钢管横截面积。

4. 根据权利要求 1 所述的一种管道横截面损失量的超声导波判定方法，其特征在于：所述超声导波衰减曲线计算：首先得到焊缝或试块相对钢管的截面损失量 A%，利用超声导波检测仪对两个不同位置的焊缝或试块进行检测，将检测到的两个超声导波回波信号的位置和信号幅值信息记录下来，根据超声导波的负指数函数衰减规律 $y = ae^{-bx}$，式中 x 表示超声导波传播的距离位置，y 表示超声导波的信号幅值，将两个回波信号的幅值、位置分别代入 y 和 x，计算可以得到系数 a 和 b，这就是横截面损失量为 A% 的超声导波衰减曲线。

5. 根据权利要求 1 所述的一种管道横截面损失量的超声导波判定方法，其特征在于：所述截面损失量的判定线：首先通过超声导波衰减曲线计算方法得到某一横截面损失量为 A% 的超声导波衰减曲线，再通过 $y_0 = (B\% \div A\%)ae^{-bx_0}$ 计算得到任一截面损失量 B% 的衰减曲线，这条衰减曲线对应的曲线 S3 是判定截面损失 B% 的曲线，任一回波信号幅值如果超过 S3 曲线，则此回波对应的截面损失量大于 B%，任一回波信号幅值如果低于 S3 曲线，则此回波对应的截面损失量小于 B%。

6. 根据权利要求 1 所述的一种管道横截面损失量的超声导波判定方法，其特征在于：所述回波信号对应的横截面损失量：将实际测得的缺陷回波信号位置 X3 代入 $y = ae^{-bx}$ 得到 Y3 ‘，Y3 是实际测得的缺陷回波信号的幅值，$y = ae^{-bx}$ 对应的是 A% 截面损失量的导波衰减曲线，A%*Y3/Y3 ‘得到的就是缺陷回波信号对应的截面损失量。

一种管道横截面损失量的超声导波判定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及超声导波无损检测方法，尤其是涉及一种管道横截面损失量的超声导波判定方法。

背景技术

[0002] 2011 年我国钢管产量 6697. 70 万 t，无缝钢管 2649 万吨，同比增长 93％；专用管的消费比例约占总无缝钢管消费量的 40%，有油井管、液压支柱管、低中压锅炉管、管线管、高压锅炉管、地质管等。钢管应用于各个行业：石油天然气管道，供配电网，海洋资源开发建设，煤炭矿井等，并且这些行业都是投资规模大，关系能源的重要行业。

[0003] 在石油化工行业中，2011 年我国石油产量为 2.03 亿吨，相比往年增长 1%。2011 年天然气产量为 1012.79 亿立方米，增长 7.5%。化工行业在炼油、化肥、农药等生产方面仍将保持增长。因此，化工行业用钢管，如无缝钢管、复合钢管、不锈钢管，都会不断增加。

[0004] 管道运输作为与公路、铁路、航空、水运并驾齐驱的五大运输业之一，在经济建设和国防工业中发挥着越来越重要的作用，已经成为国民经济的命脉。截止 2007 年，我国已建成油气长运输管道总长度约 6 万公里。管道运输的通常是油、气、浆液等带有一定压力和腐蚀性的介质，工作环境通常比较恶劣，管道经过一定时间的运行后，会出现锈蚀、腐蚀、裂纹等缺陷，其中腐蚀和裂纹最为普遍。目前我国多数油气管道已经进入中老年期，为防止管道腐蚀穿孔、爆管等造成恶性事故的发生，每年用于油气管道维修的费用逐步增加，由于检测手段的制约，管道损伤状况多数不明，且往往造成盲目开挖、盲目报废，维护保养缺乏科学性，从而造成人力、物力的极大浪费。目前对管道安全的泄漏检测方法有负压波法、流量平衡法、压力坡降检漏法及基于统计决策的 SCADA 方法等，这些方法只能在管道发生泄漏事故后才能有效，无法对尚未导致泄漏的管道损伤如裂纹、腐蚀等进行检测和预警；传统的无损检测方法（如超声波检测、漏磁检测、涡流检测、射线检测及磁粉检测）都存在一个普遍的特点，都是逐点扫描式检测，这种方法对于埋地管道需开挖路面，在工业领域空间结构复杂的管网检测效率极低；另一种形式是采用管道机器人，通过携带超声或漏磁探头进行检测，这种方法检测精度高，但检测费用非常高，且使用条件苛刻（对管道直径、弯曲半径、连接处法兰等有严格要求），若机器在管体内出现故障可能会带来严重的安全问题，且无法实现在线检测（一般需停业清空管道内介质）。

[0005] 自从 20 世纪 70 年代开始，超声导波无损检测方法开始被广泛的研究。基于超声导波的无损检测方法在检测长距离、大范围物件时效率明显提高。只需要将超声导波探头布置在某一位置，可以实现一次数百米的检测距离。利用超声导波无损检测方法对管材进行检测时，是判断管材的横截面损失，如果横截面损失大，超声导波检测的回波信号也大，但是具体多大的回波信号对应多少的横截面损失量，这个还没有一个很好的判定方法。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种管道横截面损失量的超声导波判定方法，采用钢管中

的实际焊缝或者标准试块，检测得到两个以上的参考信号，根据参考信号计算得到导波衰减曲线，当测得一个横截面损失的回波信号时，利用衰减曲线即可判定横截面损失量。

[0007] 本发明采用的技术方案是：

[0008] 将超声导波检测仪通过超声导波检测电缆连接到超声导波换能器，将超声导波换能器布置在钢管的一端，利用超声导波仪检测到钢管中的两个焊缝或者是两个金属试块作为参考，通过超声导波衰减曲线计算方法得到截面损失量的判定线及回波信号对应的横截面损失量。

[0009] 所述金属试块是立方体块，把金属试块用环氧树脂胶粘在被测钢管表面，把不同的金属试块的表面粘在被测钢管表面时会形成不同的横截面损失量，在实际的钢管检测中，如果不能保证有两个焊缝时，采用金属试块。

[0010] 所述横截面损失量包括焊缝和金属试块两种方式构成的横截面损失量；焊缝的横截面损失量根据经验数据为 20%，金属试块的横截面损失量 A% 通过金属试块与钢管的接触面进行计算，如果接触面为 XY 平面时，钢管的外径为 D，壁厚为 T，则 A%=X*Z/ 钢管横截面积。

[0011] 所述超声导波衰减曲线计算：首先得到焊缝或试块相对钢管的截面损失量 A%，利用超声导波检测仪对两个不同位置的焊缝或试块进行检测，将检测到的两个超声导波回波信号的位置和信号幅值信息记录下来，根据超声导波的负指数函数衰减规律 $y = ae^{-bx}$，式中 x 表示超声导波传播的距离位置，y 表示超声导波的信号幅值，将两个回波信号的幅值、位置分别代入 y 和 x，计算可以得到系数 a 和 b，这就是横截面损失量为 A% 的超声导波衰减曲线。

[0012] 所述截面损失量的判定线：首先通过超声导波衰减曲线计算方法得到某一横截面损失量为 A% 的超声导波衰减曲线，再通过$y_0 = (B\% \div A\%)ae^{-bx_0}$计算得到任一截面损失量 B% 的衰减曲线，这条衰减曲线对应的曲线 S3 是判定截面损失 B% 的曲线，任一回波信号幅值如果超过 S3 曲线，则此回波对应的截面损失量大于 B%，任一回波信号幅值如果低于 S3 曲线，则此回波对应的截面损失量小于 B%。

[0013] 所述回波信号对应的横截面损失量：将实际测得的缺陷回波信号位置 X3 代入 $y = ae^{-bx}$ 得到 Y3 ‘，Y3 是实际测得的缺陷回波信号的幅值，$y = ae^{-bx}$ 对应的是 A% 截面损失量的导波衰减曲线，A%*Y3/Y3 ‘得到的就是缺陷回波信号对应的截面损失量。

[0014] 本发明具有的有益效果是：

[0015] 本发明可以利用超声导波无损检测工具，实现对管道横截面损失量的准确判定，提高对管道腐蚀的检测能力。

附图说明

[0016] 图 1 是超声导波检测示意图之一。

[0017] 图 2 是超声导波检测示意图之二。

[0018] 图 3 是超声导波衰减曲线示意图。

[0019] 图 4 是截面损失标定金属试块。

[0020] 图中：1、超声导波检测电缆，2、金属试块，3、金属试块，4、管道缺陷，5、管道焊缝，6、被测钢管，7、管道焊缝，8、超声导波换能器，9、超声导波检测仪。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0022] 如图1、图2所示，包括超声导波检测电缆1，金属试块，钢管焊缝，超声导波换能器8；钢管的外径为D，壁厚为T，将超声导波检测仪9通过超声导波检测电缆1连接到超声导波换能器8，将超声导波换能器布置在钢管的左侧位置，图1中钢管上有两个管道焊缝5、7，图2中有两个金属试块2、3，管道焊缝是实际被测钢管中已经存在的，分布在钢管的两个轴向位置X1、X2，并且截面损失量(变化量)为20%，两个金属试块2、3是通过环氧树脂胶粘接在钢管外表面，4是管道缺陷。

[0023] 将超声导波检测仪通过超声导波检测电缆连接到超声导波换能器，将超声导波换能器布置在钢管的一端，利用超声导波仪检测到钢管中的两个焊缝或者是两个金属试块作为参考，通过超声导波衰减曲线计算方法得到截面损失量的判定线及回波信号对应的横截面损失量。

[0024] 所述金属试块是立方体块，把金属试块用环氧树脂胶粘在被测钢管表面，把不同的金属试块的表面粘在被测钢管表面时会形成不同的横截面损失量，在实际的钢管检测中，如果不能保证有两个焊缝时，采用金属试块。

[0025] 所述横截面损失量包括焊缝和金属试块两种方式构成的横截面损失量；焊缝的横截面损失量根据经验数据为20%，金属试块的横截面损失量A%通过金属试块与钢管的接触面进行计算，如果接触面为XY平面时，钢管的外径为D，壁厚为T，则A%=X*Z/钢管横截面积。

[0026] 所述超声导波衰减曲线计算：首先得到焊缝或试块相对钢管的截面损失量A%，利用超声导波检测仪对两个不同位置的焊缝或试块进行检测，将检测到的两个超声导波回波信号的位置和信号幅值信息记录下来，根据超声导波的负指数函数衰减规律 $y = ae^{-bx}$，将两个回波信号的幅值、位置分别代入y和x，计算可以得到系数a和b，这就是横截面损失量为A%的超声导波衰减曲线。

[0027] 所述截面损失量的判定线：通过计算任一截面损失量B%的衰减曲线，可以得到一条判定截面损失量的判定线，$y_0 = (B\% \div A\%)ae^{-bx_0}$对应的曲线S3是判定截面损失B%的曲线，任一回波信号幅值超过S3曲线的截面损失量大于B%，任一回波信号幅值低于S3曲线的截面损失量小于B%。

[0028] 所述回波信号对应的横截面损失量：将实际测得的缺陷回波信号位置X3代入 $y = ae^{-bx}$ 可以得到Y3‘，Y3是实际测得的缺陷回波信号的幅值，$y = ae^{-bx}$ 对应的是A%截面损失量的导波衰减曲线，A%*Y3/Y3‘得到的就是缺陷回波信号对应的截面损失量。

[0029] 如图4所示，金属试块是用钢材加工成的立方体，长X=3.68mm，宽Y=2.45mm，高Z=7.35mm，将两个金属试块的XY平面粘接到钢管表面的两个轴向位置X1、X2，粘接的金属试块形成的钢管横截面损失量(变化量)是可以计算的，计算方法为：金属试块的横截面积/钢管的横截面积，即X*Z/3.14(D*D-(D-T)*(D-T))/4，计算得到的结果就是金属试块形成的钢管横截面损失量。

[0030] 如图3所示，首先用A%表示焊缝或金属试块的横截面损失量，利用超声导波仪对带有两个焊缝或两个金属试块的钢管进行无损检测，可以得到在位置X1、位置X2两处的回

波信号，回波信号的幅值为 Y1、Y2 ；将两个坐标值 (X1, Y1), (X2, Y2) 代入复指数衰减函数 $y = ae^{-bx}$，可以得到 a 和 b 的值，这样就计算得到 A% 横截面损失量对应的衰减曲线 S1 ；

[0031] 如图 3 所示，在位置 X3 处是利用超声导波仪检测得到的图 1、图 2 中钢管缺陷的回波信号，信号幅值为 Y3 ；将 X3 代入衰减曲线 S1，可以得到幅值 Y3 ‘ ；A%*Y3/Y3 ‘得到的就是缺陷回波对应的截面损失量 ；$y = ae^{-bx}$*Y3/Y3‘得到的曲线 S2 是截面损失量为 A%*Y3/Y3 ‘对应的导波衰减曲线。

[0032] 如图 3 所示，可以通过计算得到任一截面损失量 B% 的衰减曲线 S3，S3 可以表示为 $y_0 = (B\% \div A\%)ae^{-bx_0}$，S3 是判定截面损失量为 B% 的曲线，任一回波信号幅值超过 S3 曲线的截面损失量大于 B%，任一回波信号幅值低于 S3 曲线的截面损失量小于 B%。

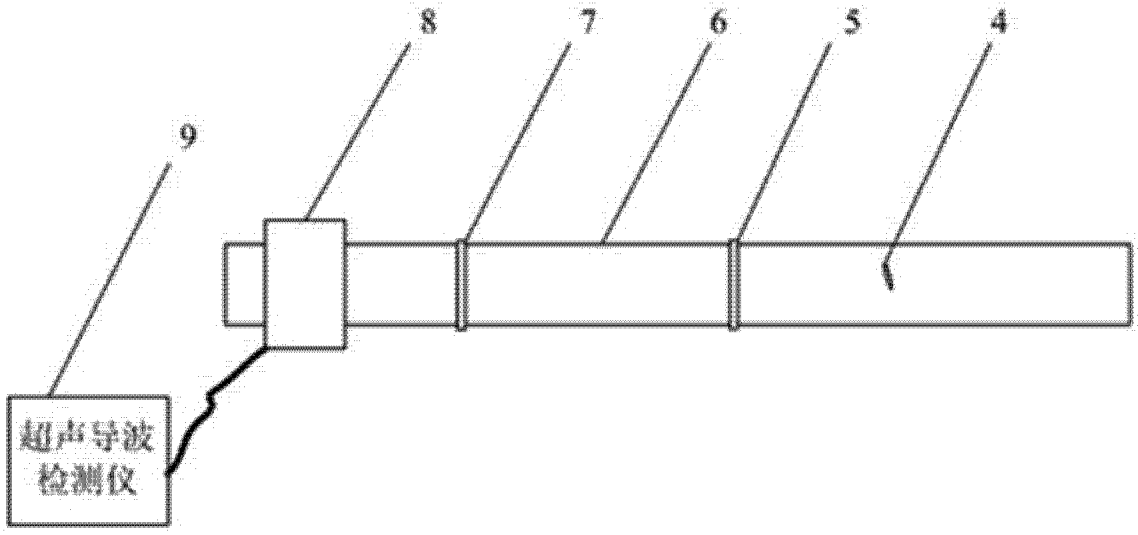


图 1

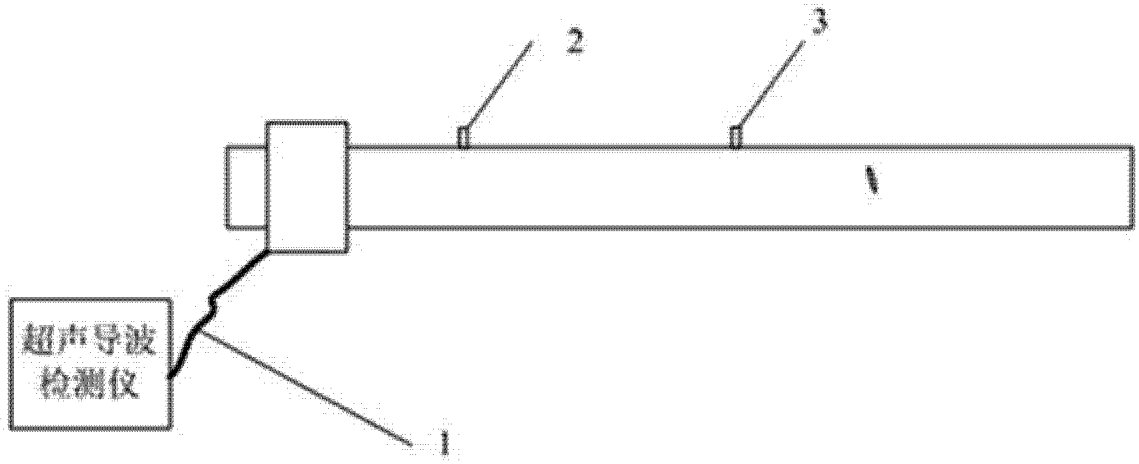


图 2

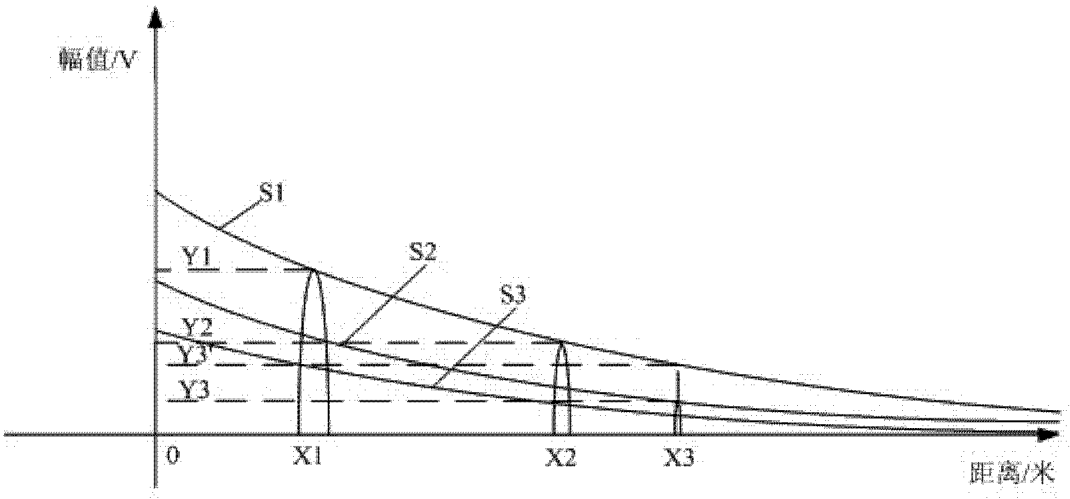


图 3

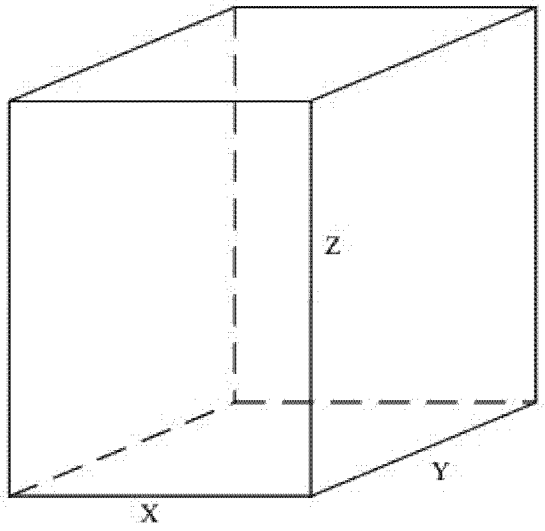


图 4