

# 超声导波技术在天然气集输站场管道缺陷检测中的干扰因素分析

汪 洋

( 中国石油西南油气田公司川东北气矿, 四川 达州 635000 )

**摘 要:** 天然气集输站场管道缺陷检测在天然气生产管理及安全环保上扮演着重要角色。近年来, 国际上发展出以超声波入射在管壁中形成导波传播来对管道进行长距离全面快速检测的方法, 既可有效检测管道中存在的缺陷, 大大降低管道设备风险指数, 又可减少管道检测成本。对超声导波检测技术在天然气集输站场的管道检测中遇到的一些情况进行了分析总结。

**关键词:** 天然气; 集输站场; 管道; 超声导波技术; 检测; 干扰因素

**中图分类号:** TE973.6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-2311(2010)02-0060-03

## Analysis on Interfering Elements in Detection of Pipeline Defects at Natural Gas Gathering & Transferring Station with Ultrasonic Guided-wave Technology

Wang Yang

( Northeast Sichuan Gas Mine, CNPC Southwest Oil Field Co., Dazhou 635000, China )

**Abstract:** Detection of pipeline defects at the natural gas gathering & transferring station plays an important role in management of natural gas production and safety & environment protection. In recent years, a new detection method for this purpose has been developed in the world, i.e., getting ultrasonic wave incoming the pipe wall to form guided-wave so as to realize long distance, overall and quick detection of the pipeline. This detection process features effective defect inspection, significant reduction of risk index of the pipeline equipment, and cutting down costs of pipeline detection itself. All that involved in the paper are analysis and summary of some operation situations of the said pipeline detection with the ultrasonic guided wave process.

**Key words:** Natural gas; Gathering & transferring station; Pipeline; Ultrasonic guided-wave technology; Detection; Interfering elements

### 0 引 言

由于对天然气生产场所的安全管理日益严格, 要求尽可能减少安全隐患, 降低安全风险, 因此需要通过有效的检查和适用的评估, 提早发现管道潜在的腐蚀及劣化问题, 进而研究控制和预防腐蚀劣化的方案, 从而提升管道和设备运行的安全可靠, 降低停产损失、维修成本以及避免安全环保事故等问题的发生。

现在有多种无损检测技术可以对天然气集输站场管道的破损及泄漏进行检测, 如涡流、射线成像、超声波测厚、磁漏检测等方法。然而, 这些技术皆属于扫查, 速度缓慢且检测范围较为局限, 需耗费大量的时间及人力物力。近年来国际上对于管道的无损检测, 都朝着快速筛选技术的方向发展, 导波技术就是比较成功的一种。导波(Guided Wave)是以超声波入射在管壁中传播从而进行长距离快速筛选检测的技术, 具有在单点激励就可实现长距离检测的优点。利用超声导波技术可以实现对大型金属构件的快速、大范围无损检测, 可有效地

汪 洋(1975-), 男, 工程师, 主要从事油气集输工艺管理工作。

提高检测效率,而且能够实现对地下、水下、覆盖物下以及绝缘层下结构的无损检测,有良好的现场可操作性。

对于管道检测,导波技术可用于判定管道是否存在缺陷,然后再采用传统的在役检测方法进行定量测量。相对于其他检测方法,导波技术具有测速快,能够准确找到腐蚀缺陷处,有效减少管道检测成本,降低管道设备的风险指数等优点。然而,在天然气集输管道实际检测时,由于钢管壁厚变化、埋地管道包覆层材质等因素均对检测信号有干扰,影响检测精度,因此需要对干扰因素加以分析,在实施天然气集输站场管道检测时作为参考。本文将针对中国西南油气田分公司川东北气矿天然气集输站场的管道在执行实地导波检测时收集的资料进行总结分析。

## 1 超声导波法检测原理

导波法检测管道腐蚀缺陷的原理,是将超声波探头排列成环状,以相互对称方式安装在管道外壁,超声导波沿着被检测管道的管壁传播,声波会借着所激发的模式在管道、弯头、焊缝以及支撑处传播,当遇到缺陷导致声阻抗改变时,会产生回波信号传回探头处,检测仪器利用软件将探头所接收到的回波信号加以分析、比对,则可判断管道内外壁是否有腐蚀或裂缝等缺陷。

导波在管线中的传播距离很远,当金属管道处于较洁净的理想状态时,可一次检测 50 m,腐蚀严重的钢管也可一次检测 10 m 左右。许多不易接近与量测的管道也可以进行检测,例如管道穿越马路、跨过河川、贯穿楼板或管道高架等情况。

## 2 超声导波检测仪器系统

本次检测天然气集输站场管道采用英国 GUL 公司开发制造的导波扭转模式检测系统,对输气管道特征(如焊缝、法兰、夹持式支撑、焊接式支撑)及腐蚀缺陷等信号进行测量与判读。该检测系统架构包含数组环状探头、信号处理器及应用软件,如图 1 所示。在软件上可设定欲激发的模式信号,由信号处理器激发,经由数组环状探头入射导波至待测的管道上,被激发出的导波模式,会由探头安装处沿着管壁向左右两个方向传播。超声导波在传递过程中遇有缺陷或声阻抗改变时,会传送回波信号,经探头接收后,传回至信号处理器,再利用计

算机软件进行分析,得到各回波信号的位置。

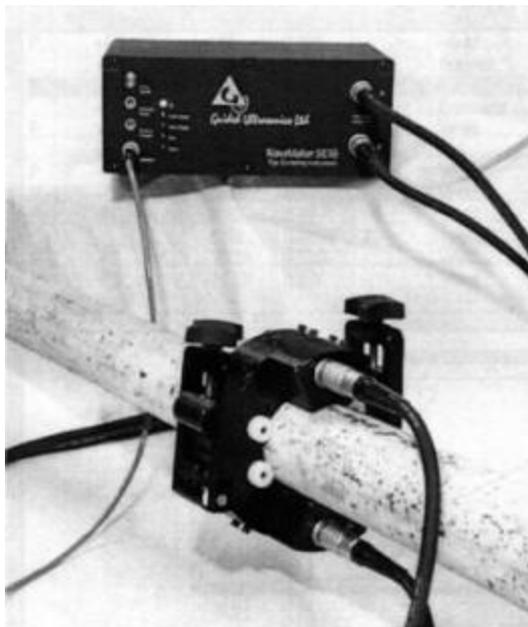


图 1 超声导波法检测管道的仪器

## 3 超声导波检测的影响因素分析

### 3.1 管道外层包覆材料

集输站场外的天然气管道一般为埋地敷设,在管道外层包覆聚乙烯(PE)或涂覆沥青玻璃丝布等防腐材料,这些包覆材料会衰减导波的传递能量,尤以沥青为最,它会影响导波信号的传递长度。以本次检测的川东北气矿温泉 2 井站为例,在其站场外的埋地管道上,利用超声导波检测一处 $\Phi 159$  mm 管道,此管道的外层包覆聚乙烯材料,超声导波环状探头架设在管道上(探头安装处,剥离聚乙烯包覆层,让探头直接接触管道),检测结果如图 2 所示。由图 2 可以看出,正方向检测距离约为 8 m,而负方向的检测距离约为 12 m,故检测距离可达 20 m。

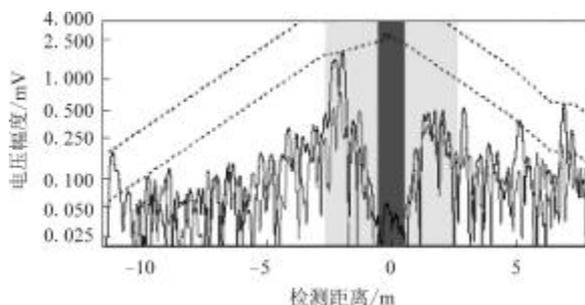


图 2 聚乙烯包覆管道上的超声导波检测结果

图 2 所示的检测结果中, 衰减曲线呈现对数平滑下降, 这就意味着管道的包覆材料对导波传播的能量衰减不大。此外, 其他信号皆未超过报警值, 这说明该管道在检测范围内并无严重的腐蚀现象。

相同地, 在温泉 2 井站的管道检测中, 有一处  $\Phi 219$  mm 的埋地管道, 其外层包覆的是沥青材料, 超声导波检测显示的管道使用状况如图 3 所示, 其检测距离仅约为 10 m (沥青黏滞性比聚乙烯材料强, 导致检测距离短)。

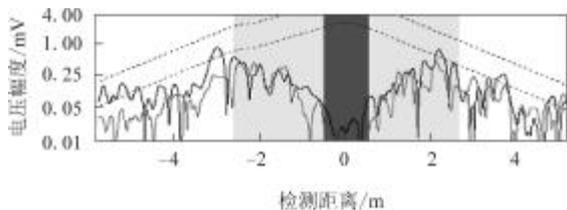


图 3 沥青包覆管道上的超声导波检测结果

### 3.2 管道表面防腐层

在黄龙 1 井站, 检测一处  $\Phi 89$  mm 的埋地管道时, 发现导波传递信号的噪声相当大, 影响管道特征的判别, 且传播距离不长 (图 4)。经查证, 发现是由于管道外壁防腐层未完全清理干净而黏滞于探头上所致 (图 5)。当导波入射于管道时, 其导波能量经由膏状沥青或油渍等介质造成严重衰减, 导致噪声大且导波无法继续传播。

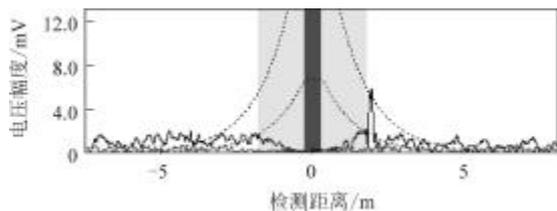


图 4 黄龙 1 井站管道超声导波检测结果

### 3.3 管壁厚度变化

在铁山 21 井站, 有一处  $\Phi 89$  mm 的露空管道, 其管壁厚度在弯头一端为 6 mm 左右。当应用超声导波检测此管道时 (检测结果如图 6 所示), 发现在两处 (+F1 及 -F2) 的管道特征皆是弯管, 而+



图 5 防腐层材料黏附于探头

F1 处的振幅信号比 -F2 处高许多。经验证, 此处管道壁厚为 11 mm 左右, 即 +F1 比 -F2 处的管壁厚度厚, 其截面积发生改变 (CSC, Cross Section Change), 比 -F2 处大所致。相对导波而言, 传播时遇有截面积改变越大, 则其反射回波能量越强。

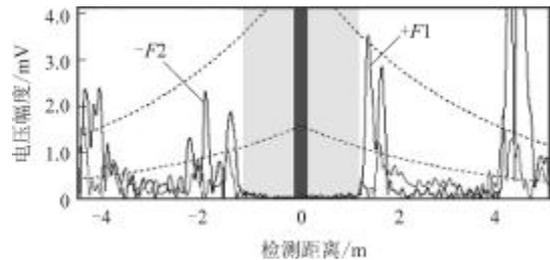


图 6 铁山 21 井站管道超声导波检测结果

## 4 结 语

超声导波检测技术在川东北气矿天然气集输站场管道的无损检测中得到了成功应用。在实际检测过程中发现, 下列一些干扰因素会对检测工作产生一定影响: 因埋地管道包覆材料不同而导致导波传递距离不同; 管道表面的防腐层未去除干净, 导致导波传递信号的噪声增大, 影响检测数据及分析效果; 在管道弯头处, 因壁厚明显变化, 使在管道壁厚较厚处得到的回波信号能量较强, 导致检测数据偏大。

(修定日期: 2009-06-09)