

原油管道内腐蚀检测技术研究

朱万春

国家管网集团东部原油储运有限公司武汉输油处 湖北武汉 430077

摘要: 原油管道由于长期运行,在多种因素影响下会发生内外腐蚀现象,目前国内外针对原油管道内腐蚀缺陷的检测方法较多,主要分为漏磁法和超声法。本文主要对原油管道内腐蚀行为进行分析,了解腐蚀机理,有针对性地提出相应的防护措施,对其他站内风险点处理具有借鉴意义。

关键词: 原油管道; 腐蚀现象; 防护措施; 借鉴意义

引言:

原油管道由于长时间的运行,受到内部因素和外部因素的影响发生腐蚀现象,外部导致的管道腐蚀容易发现,而内部腐蚀,在没有检测器的帮助下很难发现,除非发生漏点现象才能发现管道腐蚀问题,造成一定的经济损失,使用管道腐蚀内检测技术可以对管道的内部状况做全面的调查,通过检测器的检查结果,及时的做好处理措施,避免因原油管道腐蚀造成的经济损失^[1]。

一、原油管道腐蚀问题

(一) 土壤因素引发的腐蚀问题

当前我国输油管道一般选用钢材质,并埋设在不同性质的土壤下。一方面,埋设地点的环境温度及湿度、地下水位等因素都会导致输油管道出现不同程度的腐蚀性问题;另一方面,即使管道建设在干燥少雨的沙漠地区,其地下土壤的含水量、透气性、渗水性、含盐量等也会为管道与土壤电解质的反应提供条件,继而导致管道外壁出现锈蚀等现象^[2]。尤其是管道上时间的埋设,其外壁防腐涂层会因各类因素脱落,使管壁直接暴露在环境中加速其腐蚀。

(二) 施工因素引发的腐蚀问题

施工因素引发的腐蚀问题表现在两个方面:其一,输油管道施工人员对管道连接处、拐弯处的防腐施工重视程度不足,此类关键部位防腐涂层不牢固或防腐措施设置不到位,导致其在使用过程中极易受到腐蚀性气体、土壤电解质等因素的影响而性能降低;其二,随着我国城市化建设进程的不断推进,基础设施、建筑等工程数量规模逐渐扩大,部分工程建设地点下放埋设着输油管道,但因施工场地管理不善或外部协调工作不到位,导

致此类工程施工与地下输油管道发生冲突,使管道防腐涂层破损,继而引发管道腐蚀问题。

(三) 输油管道内壁的腐蚀问题

输油管道使用过程中,其内壁所承受的压力会随着原油输送量及输送速度的增加而增大,管道长时间处于高荷载工作状态下,其内壁的防腐涂层极有可能在压力的作用下发生破损。与此同时,输油管道输送的介质具有较强的特殊性,原油中的腐蚀性物质会与管道内壁的金属产生化学反应,导致管道内壁出现腐蚀问题。除此之外,原油中的固体颗粒随着原油的流动会加速管道的磨损,也会使管道内壁出现腐蚀现象。

二、原油管道腐蚀内检测技术

(一) 漏磁法

将永久磁铁放入管道内部,磁铁吸附到管道内壁上,在管道腐蚀的区域会有磁场泄漏,传感器捕获磁场泄漏,通过信号分析研究得出勘察结果,漏磁法主要适用于管道不超过13mm厚度的原油管道,并且是定点监测,耗能较小,可以处理复杂数据,精确度与管道厚度有关,厚度越小越精确,检测精度公式为 $\pm 0.2t$, t 为管道厚度。

(二) 超声法

使用多个探头形成队列,将阵列放入管道内,探头队列输送介质耦合发射超声波,根据回波情况,可以分析出管道的具体情况,包括管道内壁的距离、管道剩余壁厚、管道腐蚀缺陷等。超声法不受管道厚度的影响,但在操作过程中使用介质耦合,不适用于天然气管道,所以现在使用的介质耦合是橡胶滚轮耦合。超声法相对漏磁法来说,耗能较大,数据分析处理目标明确,结果清晰准确,精确度高达0.5mm,可以实现定量检测,形成三维图像。

三、原油管道腐蚀内检测技术

(一) 漏磁法

将永久磁铁放入管道内部,磁铁吸附到管道内壁上,

作者简介: 朱万春,出生于1989年4月10日,性别:男,民族:汉,籍贯:江苏省南京市,职称:工程师,学历:本科,研究方向:工业管理。

在管道腐蚀的区域会有磁场泄漏, 传感器捕获磁场泄漏, 通过信号分析研究得出勘察结果, 漏磁法主要适用于管道不超过13mm厚度的原油管道, 并且是定点监测, 耗能较小, 可以处理复杂数据, 精确度与管道厚度有关, 厚度越小越精确, 检测精度公式为 $\pm 0.2t$, t 为管道厚度。

(二) 超声法

使用多个探头形成阵列, 将阵列放入管道内, 探头阵列输送介质耦合发射超声波, 根据回波情况, 可以分析出管道的具体情况, 包括管道内壁的距离、管道剩余壁厚、管道腐蚀缺陷等^[3]。超声法不受管道厚度的影响, 但在操作过程中使用介质耦合, 不适用于天然气管道, 所以现在使用的介质耦合是橡胶滚轮耦合。超声法相对漏磁法来说, 耗能较大, 数据分析处理目标明确, 结果清晰准确, 精确度高达0.5mm, 可以实现定量检测, 形成三维图像。

四、原油管道腐蚀超声波内检测器

管道超声波内检测器一个比较复杂的检测设备, 利用了机械、电子和计算机技术, 在检测过程中主要包含了机械结构、超声检测仪器、定位技术等。

(一) 机械机构

(1) 管道的需求。原油管道敷设比较复杂, 有上坡、下坡、转弯等连接, 才可以实现原油的运输, 内测检测器根据管道的特点也要具有转弯、上坡、下坡的功能, 才可以实现管道内检测。所以在设计时内测检测器采取多节圆筒机舱结构, 可以实现3D转弯的功能。

(2) 检测能力。管道超声波内检测器的机体要有安装检测仪和传感器的空间, 其中最重要的设计是探头阵列和里程轮安装。超声法是使用超声信号的回波进行检测, 所以对探头的要求严格。由于管道内部情况复杂, 会有突变界面, 致使声音反射情况特殊^[3]。因为管道内部情况与超声需求不匹配, 所以运动检测时需要管道与探头距离稳定, 如果要全面的管道检测, 则需要大量的探头, 所以需要精心的设计探头阵列, 这也是这个技术的难点。探头的制作材料具有很强的耐腐蚀性、耐高压性, 里程轮是距离传感器, 测量检测器的运动距离, 需要安装在管道内壁, 安装一定要结实, 防止脱落; 检测器运动速度由调泄流调驱动压差控制。

(二) 超声检测仪器

管道超声波内检测器的核心是多通道超声自动检测仪, 检测仪的工作时间长, 在管道内要独立的运动, 管道内的空间有限, 不利于散热, 所以检测仪要具有高集成、低损耗、信号发射接收能强, 并且工作速度快的特点。

(1) 超声检测仪的检测技术。超声仪的检测技术主要是超声波的发射、接收、处理。使用多通道分组的检测方法, 提高信噪比的回收质量, 数字式检测, 抗噪和信号处理能力强; 模拟式检测, 速度快, 但是抗噪和信号处理能力较弱。FPGA、DSP、并行处理等技术的发展为混合式超声波检测单元的实现提供了有力的技术支持。20通道功能样机采用混合方式。

(2) 检测仪数据采集。检测仪数据采集分成两个方面, 一方面是管道具体情况的数据采集, 主要针对管道厚度和管道直径; 另一方面是管道内检测器的运动定位, 采集里程轮数据、转角数据和外定位数据等。

(3) 检测仪信号的处理和存储。使用嵌入式单板计算机进行信号的处理工作。信号数据的存储可以使用移动硬盘或者U盘都可以。由于采集的数据需要分析和研究, 也可以使用笔记本电脑进行存储。

(三) 检测器定位技术

定位技术是检测器中最重要的部分, 主要对腐蚀位置进行定位, 使用内定位、外定位、转角定位等方式, 确定腐蚀位置。内定位使用里程轮, 里程轮安装在检测器的机体上, 紧贴管道内壁, 当检测器运动时, 里程轮也随着运动, 将电脉冲信号传输给上位机, 之后进行数据编码压缩存储^[4]。管道内壁上有焊接点、这些位置的确定也是使用里程轮信号进行修正。外定位是在检测管道的外部, 在一定距离内发射超低频信号, 当管道内的检测器经过时, 接收到发射的信号, 检测器确定其所在的位置, 修正检测器内部的位置, 提高检测器定位的精准度。转角定位主要修正检测器在转弯过程中导致的轴向定位差异, 使用增量式解码器, 对腐蚀位置进行定位。

五、原油管道的防护措施

(一) 内涂层防护措施

内防护涂层是指利用环氧涂层、聚乙烯涂层等隔离原油与管道内壁, 防止原油腐蚀介质与管道内壁反应、对管道内壁造成磨损, 具有耐腐蚀、耐高温、抗老化的优势。在实际使用中还需要根据实际的输送需求、气候条件等合理选择涂层技术, 通常情况下衬塑技术防腐效果较好, 可以有效提升管道内部的抗腐蚀性能。

(二) 管道防护措施

管道防护措施是指在管道外壁涂抹聚乙烯、石油沥青等涂层, 以避免土壤电解质与管道外壁发生化学反应。在实际应用中施工人员需要掌握各种涂层的施工要点, 如涂抹厚度、检漏电压等, 以保证涂层能够满足输油管道特殊的埋设需求。

(三) 阴极保护措施

阴极保护措施是指将阳极电流转化为阴极电流,通过牺牲阳极的方式促使阴极发生计划反应,即为减少阳极电位,有效避免管道金属表面与个类物质产生化学反应,继而解决管道的腐蚀问题^[5]。此种管道防护措施较为常用,防腐效果较好,可用于输油管道保护中。

(四) 全程防护措施

原油中的杂质和腐蚀性气体是钢质管道产生腐蚀的主要因素,所以对原油的前期处理至关重要,对于进入库站区油罐、管道运输或储存的油品,应进行油品化验分析,增加腐蚀性杂质含量等检测项目,尽可能降低腐蚀介质对管道的影响。在站内管道工艺流程中要尽量减少和避免管内原油长期静置、不流动。定期活动静置管道,保证其与相同工艺管道的运行频率一致,至少每个月都有足够的运行时间,避免管内沉积物和沉积水的产生。

在生产运行中,加强对管线的检测,完成年度检查各项检测项目,定期完成对高风险段的检测,确保管线

正常运行。

六、结语

总之,原油管道腐蚀内检测时,检测器在管道内运动,工作环境比较复杂,管道内有石油、水和其他杂质,所以检测器要做好密封设计,保护检测仪器的正常运行。

参考文献:

- [1]王亮,胡月,漆勇.天然气长输管道外腐蚀检测技术研究[J].能源研究与管理,2020(3):12~13,22.
- [2]唐建.管道腐蚀超声波内检测技术研究[D].北京化工大学,2020.
- [3]杨涛.国内油气管道腐蚀检测技术研究进展[J].当代化工研究,2020(14):158-160.
- [4]艾志久.H₂S对油气管材的腐蚀及防护研究综述[J].表面技术,2019,44(9):108-115.
- [5]王金刚.长输管线氯离子腐蚀行为研究[J].石油机械,2019,42(6):113-118.