

文章编号:1000-8241(2012)08-0569-03

# 管道内检测数据管理

余海冲<sup>1</sup> 田勇<sup>2</sup> 赫春蕾<sup>2</sup> 周利剑<sup>1</sup> 袁泉<sup>3</sup> 李振宇<sup>1</sup>

1. 油气管道输送安全国家工程实验室·中国石油管道科技研究中心,河北廊坊 065000;  
2. 中国石油天然气管道工程有限公司,河北廊坊 065000; 3. 北京特里尼斯石油技术有限公司,北京 100006

余海冲等. 管道内检测数据管理. 油气储运, 2012, 31(8): 569-571.

**摘要:**管道内检测是近年新兴的一项技术,在管道完整性管理中发挥着重要作用。与采用文件模式进行手工管理的传统内检测数据管理相比,管道内检测闭环管理避免了前后环节信息不一致及再次内检测时无法有效利用历史数据的问题,改善了完整性管理的循环效果。在分析管道内检测数据采集、存储、使用流程的基础上,结合管道数据模型(PIDM),提出了以内检测项目信息作为循环开始,统一内检测数据格式,利用线性参考技术进行数据校准和关联,依据PIDM历史数据模式进行数据存储,经缺陷评价后建立开挖单以规范管理维修维护,以维修单更新缺陷状态为循环结束。通过各环节的完整衔接,实现了基于内检测技术的管道完整性闭环管理。

**关键词:**内检测;管道完整性;缺陷评价;维修维护;闭环管理

中图分类号:TE88

文献标识码:A

doi:10.6047/j.issn.1000-8241.2012.08.003

管道缺陷是威胁管道运行安全的首要因素,常年处于可抢修但不可预测的状态。近几年,国外发展了管道内检测技术,利用几何检测、漏磁检测和超声波等技术对管道内、外壁的腐蚀和裂纹情况进行检测<sup>[1]</sup>,获取海量的管道缺陷数据,并结合各类缺陷评价模型对管道的破坏程度进行预测,进而对管道实施针对性的维修、维护。当前,管道内检测及其评价技术,已成为管道完整性管理不可或缺的重要环节,在保护管道安全运行、减少事故方面发挥着越来越重要的作用。自2002年,国内开始对管道实施内检测,遵循数据采集、缺陷评价、维修维护的循环步骤,但偏重于现场实施内检测、评价模型、维修方法等关键技术的学习和利用,在管理流程上采用较为简单的文件管理,各个环节的成果存储为Excel文件,再交给下一环节。基于此,初步实现了对缺陷点的检测、评价和修复管理,但由于采用文件模式进行手工管理,存在前后环节信息不一致、再次内检测时无法有效利用历史数据等问题,降低了完整性管理的循环效果。

随着管道完整性管理的成熟和深入,越来越多的管道已实施或计划实施管道内检测,如何利用好这份珍贵的管道体检报告,使其更好地融入完整性管理循

环,不断提高管道精细化管理水平,已成为管道完整性管理需要解决的重要问题之一。以下基于传统管理流程的分析和优化,明确各个环节之间的衔接关系,借助信息化管理技术,实现内检测的闭环管理。

## 1 内检测管理传统流程

管道内检测管理的传统流程,遵循数据采集、缺陷评价、维修维护的循环步骤。即由第三方检测公司实施管道内检测,管道运营公司通过OA等系统进行项目管理,并在现场检测结束后,以附件形式提交内检测报告和Excel格式的内检测数据,由专业评价系统进行缺陷评价,针对需要修复的缺陷点人工编制维修维护计划,在野外维修现场根据检测里程、缺陷与环焊缝距离进行定位开挖、修复、填写维修单(图1)。

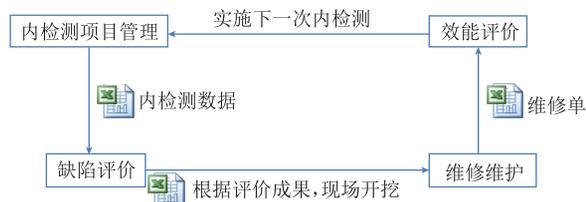


图1 管道内检测管理传统流程

传统的内检测管理流程中,各个环节相对独立、步骤少、操作简单,但实际应用中存在一些不足:

(1)各环节的衔接采用文件作为媒介,当向下一环节传递信息时,未将前一环节所获取的信息完整传递,造成部分信息丢失,甚至产生误解。

(2)管道内检测器存在齿轮打滑等现象,导致里程检测结果出现误差,因而影响现场维修时缺陷点的精确定位<sup>[2]</sup>。

(3)没有实现真正的闭环循环,如维修、维护信息未及时更新至缺陷库,致使不能对缺陷点实现精细化管理,且制定下一次内检测的时间缺乏有效依据。

(4)对同一管道进行多次内检测时,前后数据之间未建立关联,致使对管道进行剩余强度等评价时缺少支撑数据,影响循环的效果。

## 2 内检测管理闭环流程

### 2.1 总体流程

针对传统流程存在的问题,结合管道完整性管理的各种新技术,尤其是PIDM,提出以下3个方面的解决方案:①以闭环管理为目标,借助信息化管理技术,实现各环节之间的关联和信息的反向更新;②将传统的文件分散存储改为PIDM管道数据库集中存储,结合数据库中的管道本体数据,提高缺陷分析的可靠性;③借助GIS技术,实现检测里程的校准和坐标转换,实现精确定位。

根据上述方案,在大量实践的基础上,对内检测管理流程进行优化:以内检测项目信息作为循环开始,统一内检测数据格式,利用线性参考技术对数据进行校准和关联,依据PIDM的历史数据模式进行存储,经过缺陷评价后建立开挖单以规范管理维修维护,以维修单更新缺陷状态为循环结束(图2)。通过各环节的完整衔接,实现基于管道内检测的完整性闭环管理<sup>[3]</sup>。

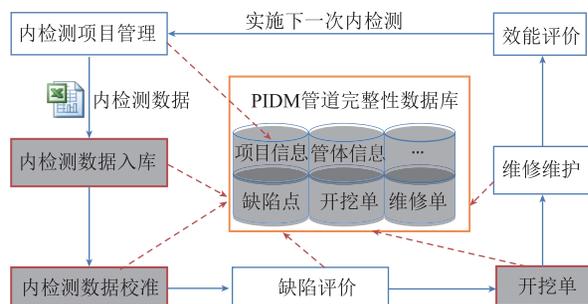


图2 内检测管理闭环流程

### 2.2 项目管理

内检测项目的管理是内检测数据管理的入口,传统管理借助OA等系统进行,检测数据以附件存储,在项目后期无法对发现的缺陷点数、修复缺陷、维修材料进行自动统计。因此,从项目实施开始,就将内检测项目的基本信息、分段信息存储到管道完整性数据库,并为每个项目的基本信息、分段信息建立唯一编号,使所有后续环节产生的数据,如内检测数据、缺陷点、开挖单、维修单,均与分段编号进行关联,以便按项目对内检测数据进行统计和分析。

### 2.3 数据入库

实施内检测后,将检测商提交的Excel格式内检测数据存储到管道完整性数据库中,并与对应的内检测分段记录相关联。数据入库时,需要注意:①由于各检测商技术水平的差异,对缺陷类型、管道设备识别的详细程度存在一定差异,例如:利用漏磁检测金属损失,有些检测商能够识别11种类型,而有些检测商则只能识别2种类型。因此,需要参照ASME、API等标准,建立一套分类准确且详细的缺陷类型标准,将检测商提供的缺陷类型与标准类型建立对应关系,在入库时将其转为标准类型。②将内检测数据存储到PIDM管道数据库中的内检测记录在线点要素类,此要素类不仅包括检测里程,缺陷类型,缺陷长度、深度、宽度等原始内检测信息字段,而且包括在线点要素所必需的绝对里程、关联站列ID、坐标点3个字段。这3个字段的信息在内检测数据校准后填写,因此,内检测记录要素类不能配置PIDM在线点的规则,例如:在线点必须在站列上。

### 2.4 数据校准

内检测原始数据中的定位信息是检测里程,如果检测时采用惯导技术,则可提供精度为1~2m的坐标。由于检测设备的里程轮存在打滑问题,故对于同一管道的同一缺陷点,每次检测的里程数据可能不同,不能为后期维修维护提供准确的定位坐标。为此,需要将内检测数据进行校准,获取绝对里程,并关联到站列(中心线),再利用GIS的线性参考技术获取绝对里程对应的坐标,由于PIDM管道数据库中的已有站列是通过测绘得到的,坐标精度高,故可为后期维修维护提供准确的定位坐标。

内检测数据的校准原理:内检测数据与管道数据库中的数据,存在相同的对象,通过人工识别找到这些

对象并建立匹配(可选择较为明显的管道特征点,例如:桩、截断阀、焊缝、三通、弯头、已开挖缺陷),再按顺序将每2个匹配点确定为拉伸区间,将该区间的站列绝对里程差与内检测里程差相除,得到拉伸比例。已匹配内检测要素的绝对里程与管道数据库对应要素的绝对里程相等,而未匹配内检测要素的绝对里程通过下式计算:

$$L_n = L_s + (L - L_s)R_s$$

式中: $L_n$ 为未匹配内检测要素的绝对里程, km; $L_s$ 为起始匹配点的绝对里程, km; $L$ 为检测里程, km; $R_s$ 为拉伸比例。

校准结束后,需要更新内检测记录中的3个在线点特有字段,同时对匹配的缺陷要素,按照PIDM历史数据存储机制<sup>[4]</sup>,将本次内检测发现的缺陷点根据缺陷类型分别存储到金属损失、凹陷、焊缝异常、裂纹、椭圆形变等5个要素类,以往内检测发现的缺陷点存储到要素类副本,正副本之间的同一缺陷点通过具有相同的“原始事件ID”字段进行关联。

### 2.5 缺陷评价

数据校准完毕后,即可采用各种评价模型对管道数据库中的5大类缺陷点进行评价,并将评价结果更新到相应的缺陷点记录中。相比传统管理模式下的缺陷评价,其优点是:①对于评价所需的管径、材质等管道本体信息,传统管理模式下均采用人工赋值,通常一条管道全线都是相同参数,而闭环管理模式下则可通过每个缺陷点的绝对里程获取相关信息,因此数据更准确,评价结果更可靠;②正副本要素类中的缺陷点,使管道剩余强度等分析具有历史数据基础,可对每个缺陷点的发展趋势进行科学评价<sup>[5-6]</sup>。

### 2.6 开挖单及维修维护

根据每个缺陷点的缺陷等级、修复年限等相关信息,统一制定管道维修维护计划<sup>[7]</sup>。实施维修之前,根据管道数据库中的信息生成开挖单,开挖单不仅要包含缺陷点的信息,而且要包含缺陷点所在管体的重要信息(管道材质、埋深等),以及高精度的定位坐标,从而为现场开挖提供更多便利。现场凭此开挖单进行维修,并填写缺陷点维修单。现场维修完毕后,将维修单存储到管道数据库中,同时更新相应缺陷点的修复状态和时间。相比传统管理模式,闭环管理模式具有如下优点:①必须有开挖单才能实施现场维修,规范了作业管理;②通过维修单更新缺陷点的修复状态,可以避

免人为管理可能存在的重复开挖现象,同时使效能评估更加准确。

## 3 结束语

国内开展管道内检测的时间较短,过去一直侧重学习和掌握具体环节的关键技术,而忽略了各个环节之间的衔接管理,弱化了完整性管理的循环效果。随着管道内检测的大量实施,有必要对现有管理流程进行优化,使每个环节在管理决策时都能找到其他环节的数据作为依据,实现内检测的闭环管理,不断提高完整性管理的精细化水平。中国石油管道公司在实施管道完整性管理过程中,注重闭环管理,取得了一定的效果,例如:在管道内检测管理中,实现了对每个缺陷点的检测、评价、修复生命周期的管理,科学制定下一次内检测的时间,在保障管道安全运行的基础上,减少了内检测费用的投入。

### 参考文献:

- [1] 宋生奎,宫敬,才建,等. 油气管道内检测技术研究进展[J]. 石油工程建设,2005,31(2):10-14.
- [2] 姚伟. 陕京输气管道采用国际先进检测技术的重要性[J]. 油气储运,2002,21(10):1-3.
- [3] John Beets, Ed Wiegele, Stuart Clouston. 支持完整性决策的数据管理[J]. 油气储运,2005,24(z1):48-51.
- [4] ERSI. ArcGIS® pipeline data model version 4.0-core abstract and core classes [R/OL].2007-05[2011-08-07].http://www.esri.com.
- [5] 王春兰,张鹏,陈利琼,等. 腐蚀管道剩余强度评价的基本方法[J]. 四川大学学报(工程科学版),2003,35(5):50-54.
- [6] 王莉莉,齐辉,王金喜. 含缺陷管道的安全性评价[J]. 油气田地面工程,2007,26(12):8-9.
- [7] 何娜. 基于风险的长输管道腐蚀缺陷的检测及维修规划[D]. 兰州:兰州理工大学,2010.

(收稿日期:2011-08-26;编辑:关中原)

**作者简介:**余海冲,工程师,1981年生,2006年硕士毕业于武汉大学地图学与地理信息工程专业,现主要从事管道完整性数据管理及系统开发工作。

电话:0316-2175140;Email:yuhaichong@petrochina.com.cn