

基于 C/S 网络模式的管道完整性管理系统分析

王传斌 (山东联合能源管道输送有限公司, 山东 烟台 264000)

摘要: 为提升管道管理效果, 本课题以 C/S 网络作为基础成功设计研发出了管道完整性管理系统。该系统构建了管道完整性数据库, 含有风险评估、腐蚀缺陷评价等模块。运用该系统评估某输油管道, 所得结果能较全面的呈现出管道的运行状态及隐匿的隐患因素等, 达到了管道在完整性管理方面提出的要求, 值得推广。

关键词: 输油管道; C/S 网络; 完整性管理; 风险评估

Abstract: In order to improve the effect of pipeline management, the project successfully designed and developed a pipeline integrity management system based on the C/S network. The system builds a pipeline integrity database, including risk assessment, corrosion defect assessment and other modules. Using this system to evaluate an oil pipeline, the results obtained can show the operation status of the pipeline and hidden hidden danger factors in a more comprehensive way, meeting the requirements of pipeline integrity management, which is worthy of promotion.

Key words: oil pipeline; C/S network; Integrity management; risk assessment

0 引言

管道运输被公认为是当下运输原油、天然气的最经济合理的方式, 鉴于运输介质有易燃、易爆及毒性等特点, 故而实现管道完整性对其安全运行具有很大现实意义。和国外高端技术相比较, 国内在输油管道完整性管理方面存在着一些不足, 主要表现在两个方面, 一是该项工作的起步较迟缓, 二是迄今为止没有成功开发出相配套的软件系统, 不利于输油管道完整性管理工作全面普及。笔者研发了以 C/S 网络模式为基础的完整性评价系统, 宗旨在于逐渐完善信息管理模式及管道完整度的评估功能性指标, 实践中可以尝试把该系统视为一种信息化平台, 辅助分析管道运行指标, 完整的呈现出管道检测、评估及检修维护等信息, 为相关人员及部门应用等创造便利性, 从根本上保证管道完整性评价的客观性, 提升风险管理水平。

1 C/S 网络模式的概述

完整性管理系统是实现输油管道完整性管理的一类信息化平台, 合理应用管道企业现有网络资源是平台可靠运行的重要基础。近些年问在长输管道管理方面做出了很大努力, 增加资金投入, 构建出覆盖全管道的局域网, 以确保管线监管与信息发布时间效率。以 C/S 为基础规划管道管理系统时, 要在客户机与服务服务器上实现合理分布, 依托于多机协作配合的方式生成一个稿完整度的使用功能。以上设计模式的优势主要集中在如下几点: 一是提升了两端硬件资源优势的利用效率, 合理调配执行任务内容, 直接降低了系统运行期间的通讯开销, 提高了客户端响应的迅速性;

二是同步提升了数据操作和事务处理水平; 三是将规范的运行程序配置在客户端, 其对外呈现出良好的交互性, 更有效、精准地操作控制信息资源, 用户群在短时间内基本不会发生变更, 具备一定保密性^[1]。

2 数据管理

结合既往输油管道的运行管理实况, 采集和完整性管理相关的信息。若实际工作中面对的是新建管线, 数据较齐全且完整度更高, 允许直接收集应用; 但如果管理对象是老旧管线, 则相关人员一定要着重分析管线应用情景下一些指标数据的变动情况, 分析对比采集到的信息, 挑选出实用性较高的数据。当然, 也可能存在无法获得一些特殊数据的情况, 此时要对管线执行基线检测活动, 以较好的满足现实工作顺利推进的需求。由于真实工作不可能仅通过唯一渠道采集数据资料, 这也直接决定了数据格式的多样性, 外加记录方式有差别, 包括传统纸质文件、GIS 数据等, 鉴于以上复杂情况, 要求工作人员要认真做好分类、组合及整理工作。依照所属类别的差异可以把数据分为设计规划、检查检验、运行与环境数据, 可以尝试把规划设计数据看成是基本不变的数据, 其他三类数据会伴随管道生产运作状况而动态改变, 故而均属于可变式数据范围。结合信息整合所得结果, 参考管道完整性管理的工作需要, 相关部门要尽早建设出标准化的信息分类编码系统, 这是提升各类信息管理标准化水平的重要基础, 逐渐设计出规范性高的数据结构。由于很多管道企业在长期的发展历程中也陆续建造了和管线产品生产管理有关的信息化系统, 日积月累其

内部预留了涉及管件完整度的信息资料,例如处于实时变更状态中的运行压力、阴保电位等。为了增强对以上状况的适应能力,可以在数据接口的协助下和外部数据库实现准确对接,确保不同数据库之间信息互访效果,规避信息的重复录入问题,减少信息维护费用及提升资源共享效率。

3 主要功能模块的分析

3.1 风险评估

3.1.1 管线分段

该系统应用以风险截面为基础的管道分段法,先是合理设定初始截面,将相邻截面之间的管材、腐蚀状况、是否为敏感性区域等诸多管道信息完整的输入到其中。依照设定的分段要求,由初始截面内筛选出风险截面,以此为据开展管道分段工作。依照输油管道的现场运行状况,用户可以随时增减截面,以上这种做法一方面能减少管道分段于风险评价的作业量,另一方面伴随管道服役年限的增加,风险截面数量渐进式增加,其能动态地呈现出管道的真实改变状况。

3.1.2 风险评价

把引起管道运行事故的危险因素细化成6类指标,即开挖破坏、腐蚀、设计与施工、运行与维护、自然和地质灾害、故意破坏。将以上各指标细化成数项并做到逐项评分,总和就是危害因素总分。针对综合管道泄漏后果带来的危害程度,要依次对介质危害、泄漏等进行评估^[2]。

$$R=R_{of}C_{of} \quad (1)$$

式中, R 是管段的相对风险; R_{of} 、 C_{of} 分别是管道失效可能性、失效后果。

用下式计算出管道失效可能性:

$$R_{of} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^6 \alpha_i P_i}{100} \quad (2)$$

式中, α_i 、 P_i 分别表示的是危害因素的评分值、权重值。

管道失效后果能对外呈现出输油管道失效泄漏带来的危害性,为输运介质危害、泄漏影响范畴、人口环境等诸多危害受体因素的综合度量,具体计算公式如下^[3]:

$$R_{of}=PLDT \quad (3)$$

式中, P、L、D、T 分别代表介质危害性、泄漏量、扩散状况及危害受体类型。

相对失效概率为比较不同管段获得的一种表象有差异管段失效可能性大小的先后排序。理论上讲,失

效概率越大时,提示该管段在整条管道内发生失效的风险就越高。输油管道的风险值是整体分析管段的失效率与出现失效状况以后对人体、环境、区域等产生的影响,所得的表示管道失效性和危害程度的一个综合性指标。

3.1.3 风险呈现

风险评价工作结束后,系统智能生成管道运行风险分布、各项风险因素分值、相对失效率、风险历史等图表。运用这些图表,用户能够更为全面、直接地掌握输油管线风险的实际分布状况,做出科学的管道风险预测结果,据此编制中长期管道危险防治计划。

3.1.4 敏感性分析与维护决策

敏感性分析主要是统计分析各种危险因素的评分状况,筛选出对管道安全运行影响偏大的因素,位现实维护管理工作提供可靠的参照。依照风险评价所得结果,按照相对水平把管段风险分成高、较高、中等、较低、低五个不同级别,并依照相对风险值大小做出排序,罗列出全部的危害因素评分值与泄漏冲击指数。风险因素涵盖属性与预防策略两类,因为属性基本是不可变更特性,故而可以对高风险管段重新选择预防策略,实现更新管段风险的目标。若风险降到可接受范畴,那么该管段本次风险评价结束,管道经营者应即可实施所选用的维护办法;若风险值没有下降,或没有抵达可接受水平,则要重新编制维护计划,再次进行风险评估,直到风险降至许可范畴中。

3.2 腐蚀缺陷评价

具体评价流程见图 1^[4]。

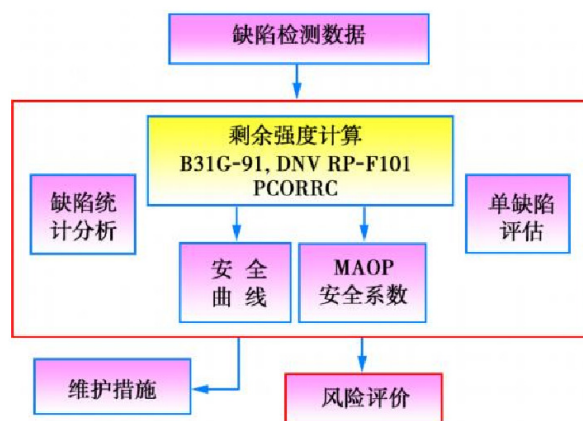


图 1 腐蚀缺陷模块流程

剩余强度指标的评估结果和管件缺陷处的最大许可操作压力(MAOP)、失效压力等相互对应,使用者可以参照材质属性选用适宜的评估指标,面对管线内部检测时发觉的缺陷问题,都要严格按照相关规范

程序测评其剩余强度的大小。

3.3 评估腐蚀防护的效用

实质上就是测评防腐层与阴极保护状况,能协助用户感知管线外是否出现腐蚀问题及其严重程度,可以选择管中电流-电压法、PEARSON 检测法等执行该项工作任务。依照现场检测记录到的数据,套用相关公式计算出防腐层本体的破损点密度、电流衰减率等对应值,合理划分防腐层的级别,有良、中、差、劣四个。以此为据编制出防腐层的具体维修策略与执行方案,实际中可以尝试将最后所得的评估结果用在管线现场运行风险评估环节。具体评价流程见图 2^[5]。

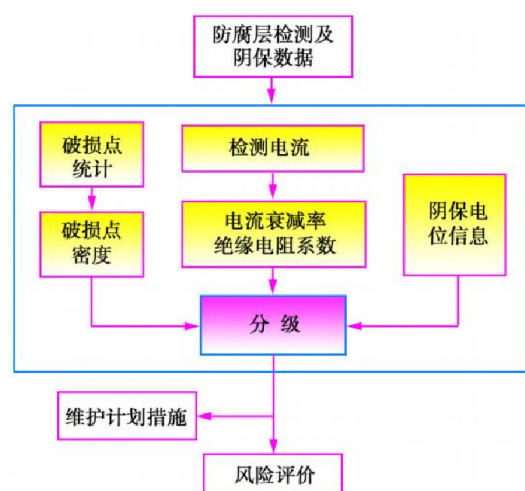


图2 腐蚀防护系统的评价流程

4 实际应用

以某输油管道作为实例进行分析,数据库内大概整合了3万行各类型管道基础,其内囊括的信息总量超过了20万条,管线实际运行压力和温度、运维检修与生产等诸多数据均和生产系统达到了同步化、统一化,可以参照如下程序评估管道的完整性:

4.1 风险评价

整条管道的长度值是755km,参照本区域人口等级、管线制造材质、敏感地区和阀室等将其分成105段,观察全线风险分布状况,发现高风险、较高风险管段分别有5个、30个,其他管段都是中、低风险。整体解读测评所得结果,可以认定本管线风险水平处于较低水平,即在可接受范围中,局部河流穿越、浅埋与区域人口高密度均是造成高风险的主要因素^[6]。

4.2 防腐系统有效性的评价

参照土壤电阻率、腐蚀速率与pH值综合测评土壤腐蚀性,强、弱腐蚀性分别有3处、30处,在310~450km范围内部分。全管线用环氧粉末喷涂,依照破

损点密度、电流衰减率评价结果,可以认定全线防腐层性能较好,28处防腐性能偏差,都获得了有效修复。对近一年来的阴极保护电位进行测评,除了有5处过保护之外,全线阴保均达标。

4.3 腐蚀缺陷问题的评估

通过调查发现被管道缺少内检测的环节,所以缺少腐蚀缺陷相关信息。后续工作中开展内检测检验活动,针对所得数据工作人员无需做特殊处理就可以将其纳入到系统内,以上工作方式并不会影响管道运行安全性评估结果的科学性与客观性。

5 结束语

基于C/S模式开发的管道完整性管理系统运行安全可靠、响应快速。在采集与整合各类数据信息的基础上,建设了相对完整的数据库,确保大量繁杂管道数据信息的实际管理成效,在数据接口的协助下使用数据资源共享的有效性得到更大保障。系统内增设了风险隐患因素测评、局部腐蚀缺陷与外部腐蚀防护系统有效性评价等模块,从某种程度分析其确保了完整性评价所得结果的真实性、可靠性,为管理决策提供可靠支持。

参考文献:

- [1] 张川,李文忠,李宝军.智能化技术在管道完整性管理中的研究与应用[J].化工安全与环境,2022,35(28):5-9.
- [2] 张浩.基于管道完整性管理的数据融合[J].煤气与热力,2022,42(07):40-42.
- [3] 蓝祥淼.油田管道完整性管理系统的设计与实践[J].油气田地面工程,2021,40(03):76-80.
- [4] 邵克拉,陈涛,李远朋,等.基于RBI技术的油气田工程管道完整性管理系统[J].科技通报,2021,37(02):81-85.
- [5] 杜威.智能化管道管理系统在成品油长输管道完整性管理中的应用[J].石油库与加油站,2020,29(05):7-11+4-5.
- [6] 李艳丽,胡军,郝林,等.基于数据聚合的海底油气管道完整性管理系统的研究与实践[J].化工机械,2020,47(01):1-5.

作者简介:

王传斌(1984-),男,汉族,籍贯:山东省烟台市牟平区,工程师,本科,学士,主要研究方向是长输管道完整性管理,阀门、管道腐蚀机理研究,管道内检测管理。