

天然气管道智能清管技术及应用

刘年忠¹ 付建华² 陈开明¹

(1. 中国石油西南油气田分公司重庆气矿 2. 中国石油西南油气田分公司)

刘年忠等. 天然气管道智能清管技术及应用. 天然气工业, 2005; 25(9): 116~118

摘要 管道在输气过程中, 因管道内部受到冲刷和腐蚀等会造成壁厚减薄; 管道外壁则会因绝缘层的缺陷、阴极保护不能达到要求等因素造成化学腐蚀、电化学腐蚀; 还有随着生产年限的增长, 天然气管道还有可能遭到第三方破坏; 加之由于城镇化建设速度的加快, 部分管道所处的地区类别升级, 管道运行风险增加。因此, 全面了解和掌握管道现状, 将管道风险降到最低是至关重要的。天然气管道智能检测技术是我国最近引进的高新技术, 它是掌握管道缺陷情况的重要手段, 其结果是对管道进行大修改造、消除管道安全隐患、完整性评价的重要依据。文章主要介绍了目前天然气管道的智能检测技术以及在中国石油西南油气田分公司重庆气矿的应用情况, 并分析了应用过程中存在的问题, 提出了今后的改进措施。

关键词 输气管道 智能清管 检测 腐蚀 应用 重庆气矿

一、天然气管道智能清管技术

智能清管也叫内检测, 它是利用工具携带的仪器和设备, 通过清管作业的方式, 对管道进行在线检测, 以了解管道情况的特殊清管方式。其结果为管道完整性评价、管道改造的有力依据。

1965年, TUBSCOPE公司率先开发出金属损失检测工具, 紧接着多家公司相继开发出各种智能清管工具。目前天然气管道的智能清管方法有: 几何检测、地理位置检测、腐蚀检测。

1. 几何检测清管

几何检测主要是检查管道内径、弯头曲率半径、管线凹陷变形、椭圆变形等, 并为管道能否进行腐蚀检测或地理位置检测等提供依据。方法有两种: 机电式几何检测法、电磁式几何检测法。

(1) 机电式几何检测法

它是通过从清管器的中心呈辐射状排列的传感触臂进行直接测量管道内径的变化。

(2) 电磁式几何检测法

它是利用电磁发射器产生辐射电磁场, 管线变径引起的电磁场变化, 通过分析接收到的电磁信号的变化来判断管道直径的变化。

2. 地理位置检测清管

主要检测管线弯头的角度、方向、位置等, 从而

将管线纳入地理信息系统, 对管道及其缺陷定位更简单、快捷、准确。

地理位置检测是通过携带的陀螺仪进行测定, 陀螺仪能够准确记录设备向上下左右的偏转, 通过速度计记录速度, 在已知起点的地理位置情况下, 计算出整条管线的地理位置。

3. 腐蚀检测

腐蚀检测的目的是检查管道内、外金属损失的大小和位置, 它是目前智能清管的主要目的。在天然气管道上最常用的是纵向漏磁检测法。

二、智能清管技术在重庆气矿的应用

1999~2003年中国石油西南油气田分公司重庆气矿通过世界银行贷款对所属的达卧线、竹渠线、万卧线B、C段共259 km进行了智能检测, 其中达卧线达福段84 km由德国Pipetronix公司完成, 其余各段由Rosen马来西亚分公司完成。

1. 管线的基本情况

智能清管前相关管道的基本情况见表1。

2. 几何检测结果

达卧线石竹段、福张段、张卧段、竹渠线几何检测未发现几何缺陷, 而达石段、竹福段、万卧线B、C段报告存在以下几何缺陷。

(1) 达石段达州站出站有连续弯头。经验证, 存

作者简介: 刘年忠, 1970年生, 工程师; 1993年毕业于西南石油学院采油专业, 长期从事天然气管道检测和维护工作。地址: (400021) 重庆市江北区大石坝大庆村重庆气矿工艺研究所。电话: (023) 67313407。E-mail: liunz@petrochina.com.cn

表 1 达卧线、竹渠线、万卧线 B、C 段管道基本情况表

管 段	达卧线福卧段					万卧线 B、C 段		竹渠线
	达州—石河	石河—大竹	大竹—福城寨	福成寨—张家场	张家场—卧龙河	黄金—拔山	拔山—卧龙河	大竹—渠县
投产时间	1986	1986	1986	1986	1986	1989	1989	1989
管道直径(mm)	∅426	∅426	∅426	∅426	∅426	∅426	∅426	∅508
壁厚(mm)	10	10	9	9	9	14	14	13
长度(km)	40	18	25	35	28	33	51	29
设计压力(MPa)	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	7.84	7.84	4.9
设计流量(10 ⁴ m ³ /d)	250	250	250	250	250	350	350	400
管线形式	无缝管	无缝管	无缝管	无缝管	无缝管	无缝管	无缝管	无缝管
输送介质	原料气	原料气	原料气	含硫干气	含硫干气	含硫干气	含硫干气	含硫干气
阀室数量	1	0	0	1	1	3	3	0
历史爆管次数	13	10	4	2	4	0	0	0

在连续“S”型弯头,不能通过腐蚀检测。

(2)竹福段有 4 处缩径。现场开挖验证,缺陷不存在,分析原因是管道未清洁所致。

(3)万卧线 B、C 段有 15 处管道内径小于 369 mm,除 1 处为管道凹陷变形外,其他各处为线路球

阀处。对缺陷点进行了随机验证,反复检查,未发现缺陷存在,分析原因可能是管道中有异物所致。

3.腐蚀检测结果

根据智能清管最终检测报告,各段管线腐蚀检测结果见表 2、表 3。

表 2 达卧线、竹渠线、万卧线 B、C 段腐蚀检测结果统计表

管 段	达石段	石竹段	竹福段	福张段	张卧段	竹渠线	万 B 段	万 C 段
管线长度(km)	40	18	25	36	28	29	33	51
内腐蚀点	270	2498	281	697	581	101	243	1191
外腐蚀点	258	7	81	0	68	17	0	2641
焊缝腐蚀点	42	85	121	—	—	—	392	—
腐蚀程度 10%~19%	69	1629	327	631	548	75	236	3769
腐蚀程度 20%~29%	325	925	131	58	33	31	7	57
腐蚀程度 30%~39%	138	33	20	8	2	12	0	6
腐蚀程度 40%~49%	30	3	2	0	0	0	0	0
腐蚀程度大于等于 50%	8	0	3	0	0	0	0	0
缺陷点合计	570	2590	483	697	649	118	641	3832

注:万 B 段的焊缝缺陷未进行程度分类。

表 3 达卧线、竹渠线、万卧线 B、C 段最大腐蚀情况和最大允许操作压力统计表

管 段	达石段	石竹段	竹福段	福张段	张卧段	竹渠线	万 B 段	万 C 段
最大外腐蚀程度(%)	63	42	53	无	35	39	—	35
最大内腐蚀程度(%)	46	41	60	36	29	37	24	39
最大焊缝腐蚀程度(%)	38	34	34	—	—	—	—	0
MAOP(MPa)	5.18	4.43	5.03	6.2	6.2	4.9	7.85	7.85

4.检测结果成功应用

根据检测结果,1999 年至 2001 年对达卧线达石段、石竹段、竹福段三段管线进行了改造,将达石段、竹福段的最大允许操作压力分别由 5.18 MPa、5.03

MPa 提高到 6.20 MPa,石竹段最大允许操作压力由 4.43 MPa 提高到 5.6 MPa,改造后的管线运行正常。2004 年至 2005 年对其余各段管线缺陷进行了改造,改造后未发生任何管道泄漏事故。

三、认 识

1. 智能清管结果能够为管线的管理服务

通过智能清管,获得了大量的管道基础数据,更重要的是知道了管道的薄弱环节所在,为对管道有计划、有针对性的在线维修提供了依据,减少了因停气和爆管带来的经济和社会影响。

2. 管道的不适应性是目前天然气管道智能清管成本较高的主要原因

(1)管道收发球装置的不适应性:20 世纪 90 年代建成的管线,清管收发球装置不能满足检测工具的安全发送和接收,花费大量了资金予以改造。

(2)管道严重不清洁:原输送管线原料气、清管球的清管效果差,管道内污物和垢块多年沉积。在智能清管前,采用国外清管工具反复清洁,对一段管线的清洁多达 52 次,这耗费了大量的财力和人力。

3. 管道的清洁程度直接影响着智能检测结果的准确性

竹福段的几何检测存在 4 处缺陷,是由于管道未清洁所致。万卧线 B、C 段腐蚀检测中,工具运行不正常,除设备自身原因外,管道未清除的垢块是一

个重要原因。

4. 天然气管道智能清管的检测范围还有待发展

(1)目前采用的漏磁式智能清管缺陷检测技术对金属损失缺陷准确度高,但对管道的裂纹缺陷和焊缝缺陷的准确度都不高,而这又是 20 世纪 90 年代前管道主要问题之所在,有待研发新的检测方法。

(2)漏磁式智能清管缺陷检测技术在低压管线(小于 2.0 MPa)检测精度低,主要是因为工具在低压天然气管道中运行十分不平稳,造成检测数据丢失。因此风险较大的城市输气干线的智能清管技术还需要开发。

参 考 文 献

- 1 金虹.漏磁检测技术在我国管道腐蚀检测上的应用和发展.管道技术与设备,2003;(1)
- 2 李勇等.漏磁式智能检测技术在管道中的应用及管道腐蚀分析和处理.管道技术与设备,2002;(4)
- 3 李勇,付建华等.漏磁式智能检测技术在管道中的应用.天然气工业,2003;(5)

(修改回稿日期 2005-07-11 编辑 居维清)