

超声波测厚技术在埋地管道局部壁厚抽检中的应用

龙媛媛, 张 洁, 刘 超, 尹春峰, 王遂平

(胜利油田技术检测中心腐蚀与防护研究所, 东营 257000)

摘 要:介绍了利用超声波测厚技术进行埋地管道壁厚抽检的检测、评价方法, 举例说明了该技术在胜利油田的应用情况。结果表明, 该方法数据采样准确, 评价结果可靠, 为指导无法实施内检及不适宜应用非开挖外检测的埋地管线的运行、维护、维修与更换提出了科学公正的检测数据与评价结果。

关键词:超声波测厚; 埋地管道; 局部抽检; 腐蚀评价

中图分类号: TG115.28

文献标志码: B

文章编号: 1000-6656(2010)05-0392-02

The Application of Ultrasonic Thickness Measurement Technology in Sampling Test on Local Thickness of Buried Pipelines

LONG Yuan-Yuan, ZHANG Jie, LIU Chao, YIN Chun-Feng, WANG Sui-Ping

(Corrosion & Protection Research Institute of Technology Testing Center of Shengli Oil Field, Dongying 257000, China)

Abstract: In order to enrich the detection means of buried pipelines in oil field, a thickness measurement and evaluation method by using the ultrasonic thickness measurement technology was introduced, the application in Shengli oil field was illustrated. The results showed that this technology had properties of accurate sampling data and reliable evaluation result, and it provided scientific and just detection data and evaluation result to guide operating, maintaining, repairing and replacing of detected pipelines. To the buried pipelines which can not be practiced by internal inspection and unfit for being non-trenched external test, this technology was the unique and reliable thickness measurement technology at present.

Keywords: Ultrasonic thickness measurement; Buried pipelines; Sampling test; Corrosion evaluation

随着油田埋地管道输送介质及外部工况环境的日益恶化, 其腐蚀穿孔现象时有发生, 因此, 必须对埋地管道管体腐蚀情况以及剩余壁厚进行定期检测。目前, 国内外常用技术包括最为传统可靠的超声波测厚技术, 基于超声、漏磁等原理的管线内检测技术^[1], 基于瞬变电磁原理的金属蚀矢量评价技术^[2], 基于超声导波或磁致伸缩导波原理的长距导波检测技术等^[2]。与管道内检测及非开挖外检测技术相比, 超声波测厚技术虽属局部抽检, 但其适用范围广、精度高、可对壁厚进行定量检测, 对于无法实

施内检及不适宜应用非开挖外检测的埋地管道而言, 是目前唯一可靠的壁厚检测技术。笔者介绍了胜利油田多年来开展埋地管道腐蚀的超声波测试技术及埋地管道局部抽检的测试与评价方法, 并举例说明了该技术在油田的应用情况。目前该方法已编入了中石化企业标准《埋地钢质管道腐蚀与防护检测技术规程》中。

1 检测与评价方法

1.1 适用范围与要求

对于埋地管道而言, 超声波测厚属局部抽检, 适用于不宜采用漏磁法、超声波法或瞬变脉冲技术、长距导波等技术进行管道腐蚀缺陷与管壁厚度内检测及非开挖外检测的埋地管道, 或埋地管道局部露出

收稿日期: 2009-06-15

作者简介: 龙媛媛(1979—), 女, 工程师, 硕士研究生, 主要从事油田埋地管道腐蚀检测和防护技术评价研究。

于地表部位的壁厚抽检。检测需采用灵敏度高、性能稳定的超声波测厚仪,对仪器的精度要求为 0.01 mm。对于包覆沥青外防腐层的埋地管道,为避免破坏管线外防腐层,最好采用能穿透 5 mm 涂层的超声波测厚仪。

1.2 选点与测量原则

1.2.1 检测点数

应每公里布设 1 处检测点,整条管线检测总数不应少于 3 处,且间隔宜在 500 m 以上。

1.2.2 检测位置

(1) 检测点应以管道外防腐层破损处为主,但不宜选择常年处于露出地面管段的外防腐层破损处。

(2) 检测点应至少包含 1 处管道外防腐层良好处。

(3) 如果管道存在弯头,检测点中应至少包含 1 处弯头。

1.2.3 测试原则

(1) 用超声波测厚仪抽检管壁厚度时,对于直径 $\geq \phi 159$ mm 的管线,一般应沿管道环周 360° 的 8 等分方向布置测点,每个测点应测试 9 个数据;对于 $\phi 159$ mm 以下的管线,一般应沿管道环周 360° 的 4 等分方向布置测点,每个测点应测试 9 个数据。

(2) 被抽检部位存在局部点蚀深坑时,应用蚀坑深度计测量蚀坑深度。

(3) 易受介质腐蚀和冲蚀的弯头、三通、穿跨越管段、管径突变管段以及部分直管焊缝两侧,推荐如下比例抽查壁厚,即输油管道 $\geq 5\%$,混输管道 $\geq 10\%$,输气管道 $\geq 15\%$,污水管道 $\geq 20\%$,注水管道 $\geq 25\%$ 。

(4) 被抽查管件的测厚位置不得少于 3 点;被抽查管件与直管段相连的焊接接头的直管段一侧应进行厚度测量,测厚位置不得少于 3 处;检验人员认为必要时,对其余直管段进行厚度抽查。

(5) 发现管道壁厚有异常情况时,应在附近增加测点,并确定异常区域大小,必要时,可适当提高整条管线的厚度抽查比例。

1.2.4 测试方法及要求

具体施测方法及测试要求参照 GB/T 11344《无损检测 接触式超声脉冲回波法测厚方法》中的相关规定执行。

1.3 管体腐蚀评价方法

笔者总结多年来开展埋地管道腐蚀检测的实践

经验,为无法实施内检及非开挖外检的埋地管道制定了局部开挖超声波测厚及评价方法,依据管道局部最大壁厚损失量,将单个检测点的管体腐蚀状况分为 5 级,见表 1。

表 1 用管道局部壁厚最大损失量对管体腐蚀分级的方法

属性	等级	最大壁厚损失量/%	属性	等级	最大壁厚损失量/%
优	1	0	差	4	20~50
良	2	0~10	劣	5	≥ 50
可	3	10~20			

依据式(1),利用单个检测点的级别加权值评价整段管线的管体腐蚀状况,并为管道的运行、维护、维修与更换提出了建议措施(表 2)。

$$Q_c = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (1)$$

式中 Q_c 为利用管道局部最大壁厚损失量评价的全段管体腐蚀状况加权分级值; X_i 为单点管道局部最大壁厚损失量检测参量加权分级值; n 为参与评价的检测点总数。

表 2 管体金属腐蚀状况超声波壁厚检测分级方法与建议措施

属性	等级	Q_c	处置意见
优	1	1	正常运行管理
良	2	1~2	正常运行管理、缩短再评价周期
可	3	2~3	计划维修、调整阴极保护、局部维修或更换管段,缩短再评价周期
差	4	3~4	立即维修、调整阴极保护,维修或更换部分管段,缩短再评价周期
劣	5	≥ 4	报废该管道

2 检测应用

在胜利油田某条管线上,所使用的超声波测厚仪型号为 DM4DL,该设备具备双晶探头多反射波穿过涂层的测量方式,适用于只需单侧测量的,如管道及容器的残余壁厚。被测管线采用泡沫黄夹克外防腐,检测数据为局部开挖去除外防腐层后测得。

对该长 10.2 km 的埋地混输管道进行壁厚检测 and 单点评价的结果见表 3。

(下转第 398 页)

的内孔无缺陷。

经对产品缺陷分析认为,由于铸铁件的可焊性差,且焊接周期长。可优先选取镶套的方案。根据目前超声波探伤判定缺陷结果,首先确认螺纹及钻孔尺寸,在镶套孔中心应按最终精加工的螺孔中心位置钻孔。

(1) 采用镶套方案是根据目前对缸体超声波粗探中出现的缺陷判定结果而制定的,缸体按交货尺寸还有加工余量,所以缺陷的大小只是相对正确,为保证对缺陷更准确的定位,因此需要在进一步的加工过程中,分步骤精确判定缺陷的大小和状态,便于考虑处理方案。

(2) 根据目前探伤的结果,对缺陷部位开孔镶套建议采用尺寸 M72,深 100 mm 的衬套,因为采用尺寸 M64 的衬套,缺陷区域不能完全去除或去除很少,这样衬套的受力区域很小,如果采用尺寸 M84,深 140 mm 的衬套,虽然接触区域增大,即受力区域增加,但内壁减薄,对使用同样不利,所以若采用镶套的方案,建议孔为 M72,如果 M72 还不能保证受力区域(如果缺陷还存在很多),则也不可以加大钻孔,要商量焊接方案。

(3) 镶套用的棒料,要与本体材料一致,并进行超声波探伤检验,保证棒料无缺陷。1 号、2 号、3 号

缺陷大小各不相同,镶套开孔尺寸要根据钻孔后检验缺陷的实际情况,如先打 $\phi 42$ mm(图 7),再确定各自部位的实际尺寸。比如 1 号缺陷区域开孔尺寸最大,2 号和 3 号缺陷应视实际情况而定。

(4) 在钻孔之前要测量抽汽口处内部尺寸,以及法兰高度,根据实际尺寸再开始实施镶套钻孔方案。镶套棒与基体间的管口平面处,套完之后要进行焊接,焊接区域要做超声波及表面检查,开坡口深度要保证精加工后套与基体间无缝隙。

6 结语

超超临界 1 000 MW 机组中压内缸以前全靠进口,现已逐步实行国产化,通过第一套汽缸按照西门子的方法与标准对其内在质量进行评定,比较完整地掌握了西门子的超声波检验员标准和操作方法,在实际产品的检测中取得了一定的成果。也为今后球铁件的铸造工艺改进、探伤操作和处理缺陷方面积累了宝贵的经验。

参考文献:

- [1] PA11. 70 球墨铸铁的超声波检测[S].
- [2] 张小飞,朱援祥,李晓梅. 球墨铸铁的球化质量无损检测技术的研究[J]. 热加工工艺,2002,12(1):56-57.

(上接第 393 页)

表 3 埋地管道壁厚检测与单点评价结果

点号	最小值/mm	平均值/mm	推测原始壁厚/mm	最大金属蚀失量/%	等级	属性
1 021	6.24	6.51	7.00	10.9	3	可
2 027	6.51	6.68	7.00	7.0	2	良
3 118	6.62	6.80	7.00	5.4	2	良
3 146	3.47	5.01	7.00	50.4	5	劣
5 033	3.80	5.35	7.00	45.7	4	差
7 153	4.99	5.58	7.00	28.7	4	差
7 323	4.12	6.13	7.00	41.1	4	差
7 325	4.65	5.87	7.00	33.6	4	差
7 376	5.30	6.23	7.00	24.3	4	差
9 518	4.48	5.71	7.00	36.0	4	差

被检管线 0~3 120 m 段为 07 年更换的新管线,3 120~10 200 m 管段为服役 12 年的老管线。利用式(1)对被检管线管体腐蚀状况进行分段评价,

评价结果与建议见表 4。

表 4 管体腐蚀状况分段评价结果与建议

管段里程/m	Q_c	等级	属性	建议
0~3 120	2.3	3	可	计划维修,再评价周期为 2 年
3 120~10 200	4.1	5	劣	报废该管段

胜利油田腐蚀与防护研究所已对胜利油田 40 余条近 300 km 无法实施内检、同时干扰严重,不宜实施非开挖外检测的埋地管道进行了超声波壁厚抽测,为指导被检管线的运行、维护、维修与更换提出了科学公正的检测数据与评价结果。

参考文献:

- [1] 石仁委,龙媛媛. 油气管道防腐蚀工程[M]. 北京:中国石化出版社,2008:55-56.
- [2] 苏建国,龙媛媛,高峰,等. 油田埋地管道管体腐蚀不开挖检测技术现状与应用[J]. 中国特种设备安全,2008,24(10):42-43.