

天然气长输管线环焊缝开挖验证技术分析

赵杰琼（国家管网集团天津液化天然气有限责任公司，天津 300452）

摘 要：管道输送是天然气输送最为常见也是最安全的输送方法。基于新时期科学技术的不断发展，本文以天然气长输管线为主要研究对象，着重从保障天然气长输管线质量的角度，对当前常见于天然气长输管道环焊缝的检验方法进行了简单介绍，着重围绕用于环焊缝的开挖验证技术应用情况进行了研究和分析，希望能够为促进天然气管道工程的建设发展提供借鉴的思路和经验。

关键词：天然气长输管线；环焊缝开挖；验证技术

0 引言

天然气已经成为现阶段应用更广泛，更常见的清洁能源，其能够代替一次能源满足多个行业和领域的功能需求。在明确天然气传输条件要求较高的情况下，需要保证天然气长输管道的质量安全，防止天然气在管道传输中泄露，就需要加强对长输管道的施工控制。基于此，对天然气长输管道环焊缝开挖验证技术进行分析，对提升长输管道施工质量效果，保障天然气传输安全具有积极的意义。

1 天然气长输管线环焊缝检验方法

1.1 检测技术应用

以保障天然气长输管道环焊缝的焊接质量为主要目的，通常需要在工程建设完成后，应用射线、超声波等检测技术，实现对天然气长输管道整体情况的无损检测。这类检测方法通常被应用到大壁厚、架空等位置的管道中，能够基于射线、声波穿过介质的能量变化情况，明确天然气长输管道环焊缝及周边是否存在缺陷或失效的情况。

1.2 开挖验证技术应用

在依据射线及超声波技术对天然气长输管道环焊缝的质量进行初步检验后，依据得到的检验结果，还需要对检测结果的符合性进行验证，用以确保检测结果的真实性。这一过程主要应用开挖验证技术来实现。开挖验证技术在实际应用中，要求以检测得到的数据结果为依据，在确定天然气长输管道环焊缝具体位置的基础上，确定相关缺陷点距离环焊缝的上下游距离，进而通过对环焊缝和缺陷点轴向距离的长短，确定缺陷点所在的具体位置，以此来提高针对环焊缝缺陷问题定位的精度，同时也能够提高对天然气长输管道环焊缝定位的工作效率。

基于开挖验证技术的应用特点，该技术主要被应用到天然气长输管道的内检测中，能够针对天然气长

输管道出厂期间就已经存在的制造缺陷、壁厚异常、凹陷、大量金属损失等问题，以开挖验证的方式，及时发现并定位天然气长输管道存在的缺陷问题，从而及时对其进行治理。

2 天然气长输管线环焊缝开挖验证技术应用分析

为进一步对天然气长输管道环焊缝开挖验证技术进行分析，结合某公司天然气长输管道检测的实际情况，对该公司管道检测中应用的针对环焊缝的开挖验证技术情况进行分析，主要可以从以下几方面入手：

2.1 天然气长输管线环焊缝缺陷概况

某公司在对天然气长输管道进行漏磁检测时，发现存在几处较为明显的凹陷情况。为验证这些凹陷情况对管道运输天然气效果产生的影响，决定在管道埋设位置进行现场开挖。在开挖缺陷点时，该公司主要参考位于指定桩号环焊缝上游 341.71m 位置，在对该桩号向上游方向以油拉皮尺对距离大小进行测量后，确定需要开挖的地点。结合管道埋设现场情况，发现管道所在区域下游位置的环焊缝大多位于斜坡上，实际进行开挖作业的难度较大，在规划开挖作业时，将其确定为沿开挖缺陷点的上游焊缝，在实际距离缺陷点 10m 左右的位置进行开挖。考虑长输管道所在区域穿越农田，且长输管道的铺设本身受到当地地形地质复杂变化的影响，导致管道存在较为明显的落差变化。这种变化使得针对环焊缝的开挖验证工作也会存在一定的误差。在找到天然气长输管道环焊缝位置后，验证发现环焊缝缺陷点的定位误差在 1.56m 左右。

该公司在开挖后去除长输管道表面的防腐层，对缺陷情况进行测量，在严格遵循天然气管道缺陷评价标准的基础上，结合现场情况，确定了针对天然气长输管道环焊缝缺陷问题的处理和解决方案，在对长输管道进行防腐处理后及时回填，有效保障了天然气长输管道环焊缝的质量效果。

2.2 开挖点选择与准备工作

结合案例公司在天然气长输管道环焊缝开挖验证技术应用方面的情况,总结分析开挖验证技术的应用流程和要点,对提升天然气管道工程的建设质量具有积极的作用。在实际应用开挖验证技术前,应明确天然气长输管道在内检测过程中发现存在明显缺陷点,进而应用开挖验证技术对其进行检验和处理。在实际开挖验证中,首先需要结合天然气长输管道的敷设环境情况,在获取环境调查资料、管道防腐保温情况的前提下,按照规定的天然气长输管道腐蚀防护系统质量等级,选择确定好实际用于开挖的检测点。现阶段,通常情况下,在天然气长输管道的每个站点间,应选择2-5个开挖验证点,以管道经营单位重点关注的缺陷和容易对管道自身质量造成威胁的缺陷为开挖验证点选择的依据,并尽可能确保开挖的检测点缺陷发生类型和原因不同,或存在较多的同种类缺陷的位置来确定开挖验证点。在确定具体的开挖验证点位置后,还需要事先做好开挖验证的准备工作。考虑开挖验证需要以检测结果作为依据,在准备针对天然气长输管道的内检测开挖单时,应明确标注开挖作业中涉及的缺陷名称、尺寸、周向位置、缺陷点距离参考焊缝的距离大小、开挖点所在长输管道的管节等内容,并明确参考环焊缝两侧丁字焊缝、补板、盖帽等方面的特征。

为确保开挖验证的效果,还需要准备好用于开挖验证的管道腐蚀缺陷数据表。数据表中应统计明确存在缺陷的参考环焊缝的数量、位置等内容。例如,若数据表中呈现的参考焊缝大多位于缺陷上游方向的环焊缝,且距离较远,则往往需要以下游环焊缝作为参考进行开挖验证作业。同时,数据表中也应考虑检测偏差对实际作业情况产生的影响,确保在参考桩号的环焊缝范围内,对长输管道存在弯头或管段埋地有升降存在的情况,需要在数据表中体现出相应管段范围是否有弯头存在,避免导致实际地面测距的偏差较大。这一过程中,也应确保尽可能多地在开挖点和数据表中呈现出围绕缺陷点相邻管段的信息,便于后续在实际开挖作业中进行备查。在应用开挖验证技术前,还需要做好管道走向探测仪、GPS定位仪、测厚仪等检测仪器以及钢刷、铁锤等缺陷处理和测量工具的配置工作,确保开挖验证技术能够在天然气长输管道的内检测中顺利应用。

2.3 开挖验证流程

在实际应用开挖验证技术时,应严格遵循该技术

应用的操作流程和规范要求,结合天然气长输管道埋设现场的实际情况,结合内检测开挖单、缺陷数据表等文件中记录的相关信息,在管道沿线位置做好参考桩号的标记,以参考桩号为起点,应用卷尺或定位仪来对缺陷点与管道环焊缝之间的距离进行测量,以此来初步确定开挖点的具体位置。对一些无明显缺陷的管段,则需要将标准情况下的管道参数与实际检测获得的管道参数进行对比,以此来确定开挖点的具体位置。结合开挖验证技术的应用流程,为确保开挖验证前确定的缺陷点参考点位置的准确性,需要应用磁标记的方法,将磁标记放置在长输管道上,确保埋设坑在长输管道的正上方进行挖掘。这一过程应确保磁定位的精准性。现阶段,可以将智能定位盒应用到开挖验证作业中,将智能定位盒埋设在地下被检测管道的正上方,无需直接将其标记在长输管道上,也可以达到标记的作用。

在确定天然气长输管道环焊缝中缺陷的具体位置后,需要应用检测和辅助工具,对相关的缺陷进行检验测量、对比和修复处理。在修复好天然气长输管线的缺陷后,再对长输管道进行防腐处理,进而做好长输管道的回填作业。当前天然气长输管道存在的缺陷,主要包括几何缺陷和本体缺陷两种情况。其中,几何缺陷又具体分为凹陷和椭圆变形两种情况。凹陷主要依靠水平尺或绳模拟管道母线的方法,对管道的缺陷程度进行测量,椭圆变形则需要依据检测获得的缺陷数据,计算得到长输管道缺陷的椭圆度;对本体缺陷的测量,主要集中在天然气长输管道存在的金属损失、裂纹、焊缝缺陷等情况,需要在将管道表面的防腐层去除后,包漏出管道的金属本体,再结合管道表面呈现的不同缺陷特征,对其进行检测。这一过程主要应用超声波检测仪器、壁厚测量设备等来确定缺陷的具体边界范围和数量、长度等信息。在明确缺陷的具体情况后,规划采取合适的方式对缺陷进行处理,以此来提升长输管道的质量效果。在对长输管道的缺陷情况进行处理后,还需要严格遵循《管道修复手册》中的内容 and 要求,对相应部分的管道进行修复处理,确保管道的质量效果。

2.4 开挖验证要点

为保证开挖验证技术的应用效果,在明确天然气长输管道工程整体建设和敷设情况的基础上,应用开挖验证技术,需要重点关注以下几方面的问题,对实际进行的开挖验证流程加以规范。

为明确天然气长输管道环焊缝定位验证结果的准确性,要求确定的目标环焊缝能够符合管道缺陷的实际情况,以此来明确开挖缺陷点的具体位置。环焊缝本身是最为明显的长输管道特征,确定更贴近于缺陷位置的开挖定位点,会受到管道工程实际情况的影响,需要同时考虑上游和下游的环焊缝情况。当前用于开挖点定位的GPS定位仪得到的定位结果并不十分准确,在实际开挖验证作业中,往往还需要找到距离目标开挖缺陷点最近的环焊缝。对实际作业中难以确定是否为目标环焊缝的情况,应通过绘制检测数据曲线的方式,依据检测数据曲线的变化情况,确定开挖点环焊缝的具体位置。

在确定目标环焊缝的过程中,应以实际的管道开挖作业量为参考,重点考虑实际内检测过程中可能存在的检测信号偏差或地面测量误差情况。在实际作业中,需要对比漏磁检测数据上其他环焊缝与焊缝交点的时钟位置,并确认环焊缝的编号。这一过程中也可以依据相邻环焊缝的时钟位置、管长和管道上的其他特征,确保开挖环焊缝编号的准确性。然后还需要结合管道环焊缝的绝对里程列表标准数据内容,确定开挖环焊缝与目标环焊缝之间的距离,依据得到的距离数值,在确定目标环焊缝的位置后重新开挖。

考虑天然气长输管道在实际运行中,容易受到地下水环境、潮湿土壤环境、管道内部天然气的影响,产生较为严重的腐蚀问题。而这种腐蚀问题又分为外腐蚀和内腐蚀两种情况。在确定缺陷开挖点的具体位置后,针对难以直接判断腐蚀程度的内腐蚀情况,还需要通过对管道漏磁内检测信号变化情况的分析,初步判定管道内部存在的缺陷情况和管道的实际特征。在明确缺陷开挖点与目标环焊缝之间距离的基础上,就可以确定长输管道产生的腐蚀缺陷具体位置。

在实际应用开挖验证技术时,还应从技术应用依赖的检测工具入手,避免因外界环境的干扰和影响,导致实际对缺陷点和目标环焊缝定位的精准度产生影响。基于此,在实际作业中,需要尽可能规避各类障碍物、高压线塔、光缆等干扰源对实际定位准确性的影响。考虑实际进行检测验证中存在的各种误差对验证过程和结果产生的影响,要求在实际作业中做好误差校正的工作。在实际开挖验证作业中,若应用GPS定位仪获得的特征点测量间距与内检测给出的特征点间距之间存在偏差,则需要对该偏差值进行校准。这一过程主要可以遵循《管道内检测系统的鉴定》(SY/

T6825-2011)中规定的误差校正方法和标准,在相关校正方法和标准要求的基础上,应用垂直投影的方法,将其与应用内差法获得的计算结果进行等效处理,将内检测结果以均匀的形式投影到地表测量的特征点之间,遵循如下所示公式,即可实现对检测距离偏差结果的校正:

$$x_1 = \frac{x_2 a_1}{a_2}$$

在以上公式中:

x_1 代表缺陷定位点与定位特征点之间的地表距离,单位为 m;

x_2 代表内检测得到的管道距离,单位为 m;

a_1 代表两个定位特征点之间的地表距离,单位为 m;

a_2 代表内检测得到的两个定位特征点之间的管道距离,单位为 m。

依据误差校正得到的计算结果,可以对实际的开挖位置进行校正,在确定好缺陷点所在管道管节和已经开挖管节之间的距离后,对实际的开挖位置进行适当调整,确保能够以更小的开挖量,确定管道缺陷的具体位置。

3 结论

综上所述,环焊缝失效问题会对天然气长输管道的质量效果产生直接的影响。在结合当前我国天然气管道工程建设情况的前提下,应用开挖验证技术来检验天然气长输管道环焊缝的情况,要求能够在结合天然气长输管道工程实际情况的基础上,确定好实际的开挖点,并做好相应的准备工作,严格遵循开挖验证的工艺流程,加强对整个开挖验证过程的行为管控和标准规范,以此来保障天然气长输管道的质量效果。

参考文献:

- [1] 陈兰亮,宋志刚等.天然气长输管线内表面管材焊缝余高对缺欠检出的影响[J].石油工程建设,2022,44(01):108-109.
- [2] 孙殿民,李云云.天然气长输管线弹性沉降的理论研究[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(01):161-162.
- [3] 詹伟楠.浅析天然气长输管线及场站的安全管理策略[J].中国设备工程,2022(01):51-52.
- [4] 任宝杰,郝木明等.天然气长输管线压缩机干气密封的设计与应用[J].化工与医药工程,2021,42(06):42-46.
- [5] 罗志鹏,杨洋.长输天然气管线环焊缝失效分析[J].焊管,2021,44(11):33-39.