

高落差超高压输油管道

改造中叠加封堵技术的应用分析

刘健侠 陆 宽 杨轩昊 (中国石油工程建设有限公司北京设计分公司, 北京 100085)

摘 要: 针对高落差超高压输油管道开孔后难封堵, 存在施工周期长, 安全隐患大, 作业成本高的问题, 基于叠加封堵施工技术的特点, 以国内某高落差超高压原油管道阀室更换阀门工程为例, 研究了叠加封堵技术在高落差超高压输油管道中的应用, 阐述了具体的应用过程, 提炼出一套相对完整的高压输油管道停输叠加封堵施工方法, 可为类似工况下的高落差超高压输油管道封堵提供参考。

关键词: 输油管道; 改造; 叠加封堵技术; 应用

通过多年的经验和发展, 石油管道的加压开孔技术因其安全可靠、高效快捷、节能环保等优点而逐渐在中国管道修复、改线连接、站场改造等领域得到广泛应用。但是, 在采用开孔式封闭动火管时, 由于管线的静压太大, 导致不能进行开孔, 而现有的开孔式封堵装置已不适合于超高压工况。为了解决以上问题, 本文将其与石油管线的封闭技术相结合, 归纳出了一种较为完整的高落差、超高压管线的封闭工艺。采用这种方式, 在同一条管线上连续进行两次或多次封闭, 可以有效地减小低位静压, 保证低位动火工作的安全。其具体做法是: 一次在最高峰处进行一次封闭, 封闭结束后进行高压排油, 使低位的压力降低到 5MPa, 然后在低位进行二次封闭。

1 停输叠加封堵施工方法特点

1.1 安全可靠

采用停止输油和封堵相结合的方法, 将超高压封闭转变为高压封闭, 能在不妨碍工程进度的前提下, 大大提高了封闭工程的安全性和可靠性。

1.2 施工周期短

石油管线的高压封闭通常是 2.5~5MPa, 相对于超高压封闭, 夹板阀、开孔机等相关机械的组装和压力试验过程比较简便, 对密封件和其它部件的组装精度不高, 缩短了安装和测试周期, 可以大大缩短整个工程工期。

1.3 成本低

在管线工作压力超过 10MPa 的情况下, 不能使用带压开孔封堵的方法, 而通常采取常规的停输、放气、置换等措施, 这种方法需要大量的氮气, 导

致管线长期停运, 而且存在着凝结的危险。而高落差、高压力、无油库支撑的输油管线, 为了清除管线中的储油, 需要调动大批移动油罐车进行拉运、转存, 工序较为繁杂, 增加了施工风险和作业时间。而采用停输叠加封堵施工方法可以显著的优化施工程序, 减少了施工时间和氮气消耗。因此, 大大减少了工程造价, 减少了管线运营人员的亏损。

2 操作要点

结合中国石油管线阀室置换工程实例, 对高落差、超高压输油管线的停输叠加封堵工艺进行了详细的论述。

2.1 施工准备

2.1.1 作业坑准备

此次动火是因为 1[#] 高处探测阀室高度 2708.3m, 在 1[#] 封闭点 (K13+507m) 和 2[#] 封闭点 (K5+300m) 处进行 2 个封闭。1[#] 封闭部位的高度为 2250.0m, 静压为 3.6MPa; 2[#] 封闭区的高度为 1650.7m, 静压为 8.5MPa。

2.1.2 三通焊接位置确认

开孔的位置和封口的位置应尽可能地在直管道上。在剥去防腐层时, 要小心别损坏了管路, 防腐涂层的清除长度要大于三通的每一侧的 100mm。三通焊缝的壁厚应符合允许使用压力的规定, 管道的椭圆形度不超过管径 1%。开孔式圆筒刀具的切割位置与管道主体的焊缝错开, 不能错开时, 对切割位置的管道主体进行适当的抛光。

2.2 三通短节带压施焊

2.2.1 安装三通短节

将三通上护板 (带法铸部分) 用三脚架、吊链

吊起放到管道上,在管线主体焊缝余高影响组间有一定的空隙时,适当地对螺旋和直焊缝进行抛光,使得三通与管道的空隙达到下列规定:主管直径为 DN500 或以上,间距 2.5–4mm;主管线的规格为 DN500 或以下,空隙为 1.5–2mm。三孔法兰的表面与管道的轴线保持平行,偏差不得超过 1mm,三通法兰的中心轴与管道的轴线之间的间距不超过 1.5mm。

2.2.2 带压施焊压力计算

管道带压施焊时,需要严格遵守 SY/T 6150.1–2017《钢质管道封堵技术规范第 1 部分:塞式、筒式封堵》对压力的要求,在此基础上,可以采用以下公式来求解管线的承压焊接应力:

$$p = \frac{2\sigma_s(t-c)F}{D} \quad (1)$$

式中: P 为管道允许承受的最大施工压力, MPa; σ_s 为管材最小屈服极限, MPa; t 为焊接处管道实际壁厚, mm; c 是由于焊接造成的管壁厚度的校正, mm; D 为管道外径, mm; F 为安全系数常数。

2.2.3 三通带压焊接

①在焊接之前,先将防静电接地装置安装好,并用特殊的紧固胶带将铜编带与焊点附近的管线连接,并将铜编带从工作坑外部引至地面,其接地电阻不得超过 10 欧姆。根据焊接技术规范,对焊条进行加热和干燥;②两边的纵断面应平行进行,纵向焊缝的焊接必须采用衬垫,而不能与钢管的母材进行直接的对接。在焊接之前,可以使用火焰加热的方式来进行焊缝的预处理;③当纵焊缝在规定的位置进行了焊接和抛光后,应该进行预热,然后马上进行三通环形焊缝的焊接。环焊缝的焊接应在一面进行,充分消除应力,然后在另一面进行环焊缝的焊接。环形焊缝首先要进行预堆层的焊接,避免预堆层与护板的直接连接;④当三通护板的厚度不超过 1.4 倍管壁厚度,保护面板的焊缝高度必须与保护层的厚度相匹配;当三通护板的厚度超过 1.4 倍管壁厚度,保护板的端部焊缝必须达到管壁厚度的 1.4 倍;⑤直径超过 DN500 的管线在开闭口时,必须采用防胀圈进行密封,以避免马鞍形板的弯曲而造成中央钻的破裂。

2.3 三通焊缝无损检测

应对焊接部位进行超声或磁性粉末检查。当前,三通焊接时,要进行四次检查,底焊完成后进行第一次检查,填充至一半后进行第二次检查,盖面完

成后进行第三次检查,焊接完成 24h 候,进行第四次检查。

2.4 管道开孔

2.4.1 安装夹板阀

在三通的底端装有一个支撑装置,以支撑三通上的开孔机。在装配时,必须保证各个零件进行灵活的运动,如果不能转动,则要进行替换。对所有的密封面进行检测,看看是否有老化,变形,损坏等情况,及时进行更换。

2.4.2 安装开孔机

装配打孔机和打孔机联轴:将刀具结合器连接到机床的主轴上;检验中心钻 U 形卡环的可挠性及有没有损坏;在刀具结合器上装上筒刀及中心钻,并对筒刀外齿孔进行了测量;测量了从钻头到开孔连接盒的中间位置的长度;对筒刀刀齿与开孔连接盒之间的间距进行了测定;把打孔器固定在卡盘阀门上;把螺丝均匀地旋紧;在开孔型接头上设置一个均衡孔和一个排气口。

2.4.3 开孔设备整体试压

对穿孔器和夹板阀门进行了测试,测试介质可以是罐式氮气,其测试压力为开孔工作时的 1.1 倍。对打孔器和卡盘阀门的各个密封表面进行检测,如果没有渗漏,则为合格。

2.4.4 1# 封堵点开孔

1# 封闭点的钻孔压强为 3.6MPa,经理论分析,达到了开口的要求,可以在管线工作的情况下进行。在实施首次封闭点开孔时,应首先将 DN50 的均衡孔洞打开,然后是封闭的孔洞,然后是下囊孔。图 1 显示了管线的开孔图。

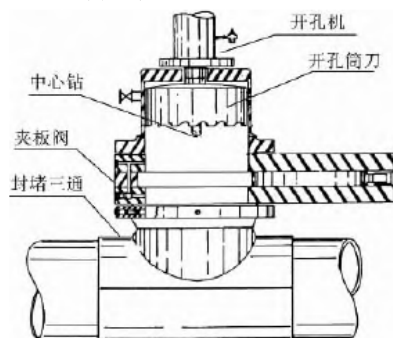


图 1 管道开孔示意图

2.5 管道停输后 1# 封堵点封堵

在管线停止输送后,对首个封闭部位的停输压力进行了观测和压力的调节,使其处于 3.6MPa,然后将装配好的堵塞机装到夹板阀上,进行了管线的封闭,如图 2 所示。在封闭结束后,应确认其封闭作用:对下游管道进行减压,以保证其上游和下

游的压力差,并保持 10min,若下游压力不发生改变,在密封处没有任何声音泄露,或有少量的漏气,并在控制范围内,表明已完成了封口。不然表示密封存在渗漏,必须将密封头部抬起,再次下密封,如果密封胶再度发生渗漏,必须重新安装密封套。

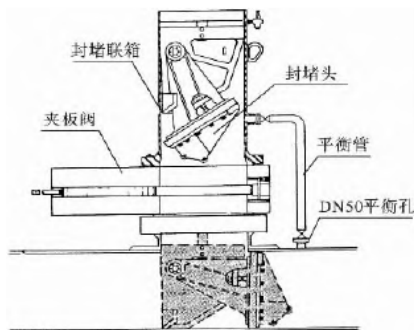


图2 管道封堵示意图

2.6 排油泄压

2# 封闭位置在 K5+300m,静压 8.6MPa,不能达到封闭的要求。在 1 号封闭口顺利封闭后,第一个站点进行了工艺作业,将 1 号封闭口到第一个站点的管线油全部运到了车站的储存箱(按照表 1 的估算,每隔 150m³左右的油),2# 封闭的位置的压力被降低到 5MPa。

2.7 2# 封堵点开孔

2# 封堵点进行开孔作业,应首先将 DN50 的均衡孔洞打开,然后是封闭的孔洞,然后是下囊孔。操作流程与 1# 封堵点开孔操作完全一致。

2.8 2# 封堵点封堵

2# 封堵点封堵操作步骤同 1# 封堵点操作步骤。

2.9 动火点排油

确定 2# 封口顺利封闭后,再次由首站进行工艺操作进行泄油,通过 2 号封闭点到第一个工位的高度相差 50m 左右,进行油料的自动流入,将 50m 的管线(大约 15m³)全部抽干,即排出动火点处油品。

2.10 动火点氮气置换

在氮气注入操作中,采用 PCO101 压力计的短接头和平衡孔进行了氮气注入。在 PCO101 压力计的短节上,平衡孔为注氮端口,并利用主阀和旁路阀门的开关来实现对主管路和旁路管路的氮气置换。注氮完毕后,在囊腔中放置一个密封的气囊,该气囊的密封介质是氮气,气囊的内部压力必须维持在 0.02MPa。

2.11 断管焊接作业

2.11.1 冷切割断管

对动火管中的易燃性气体进行检测,在易燃性

气体含量低于爆炸下限 10% 的情况下通过。断管两侧管道需要做防静电处理,同时需要保证预留 1.5 倍的管外径距离,便于焊接。

2.11.2 动火焊接连头

在进行焊接之前,要确保在工作区域内部没有易燃物质,用铜带的一段和管道相连,另一端固定在坑外进行接地。采用地线阻抗器对接触电阻进行测量,其接地电阻不得超过 4 欧姆。使用易燃易爆气体探测器对工作场所的易燃性气体进行监控,确保其在安全的范围之内;采用管线消磁器对焊缝进行消磁处理,完全消磁后再进行焊接。所有焊接历程必须严格遵守相关的技术要求和标准。

2.11.3 焊缝无损检测

在焊接表面检验通过后,必须进行非破坏性检测。SY I T 4109-2013《石油天然气钢质管道无损检测》中对无损检测标准做出了明确规定,需在焊接完成后的 24h,进行一次延迟裂纹检测。为了保证检测出结果的可靠性,采用超声波检测和射线检测进行双重检测,对比验证。检验合格后,对焊缝进行防腐处理。

2.12 地貌恢复

施工坑回填时,将生熟土分别进行回填,在管道悬空的位置,要采用细土进行填充并夯实,保证支撑,每次回填 200~300mm 时进行一次加固,回填时用编织袋装土将光缆覆盖。在距地面 300mm 的位置采用熟土回填,回填完成后需要达到高出地面 100mm 的标准。

3 结论

①应用停输叠加式封堵法,能明显地减少封堵压力,确保封堵工作的安全性和可靠性;②采用管道停输叠加封堵技术进行管线封闭,可以显著降低工期,减少工程造价。同时,由于工期的缩减,降低了由于凝管事故发生的风险,提升了管道运输的安全性;③在高落差超高压管线的维护技术中,采用停输叠加封堵法施工工艺,将带来明显的社会效益和经济效益。

参考文献:

- [1] 王剑波,达文曦,郑坚钦,刘静.大落差成品油管道投产过程中油品乳化问题研究[J].当代化工,2020,47(11):40-42.

作者简介:

刘健侠(1994-),男,汉族,吉林长春人,毕业于中国石油大学(北京)石油与天然气工程专业,硕士、研究生,从事石油储运工作。