

天然气管线弯头刺漏原因及改进措施研究

何智勇¹ 杨林² 兰长春¹

(1. 中国石油西南油气田公司重庆气矿, 重庆 400000)

(2. 中国石油西南油气田华油公司, 四川 成都 610000)

摘要: 近几年, 天然气已经成为我国能源应用过程中不可分割的一部分, 而天然气在进行运输过程中集管线弯头刺漏会直接影响到天然气在运输以及使用过程中的整体质量。为此, 需要针对天然气管线弯头刺漏的原因进行进一步的分析, 提高其管线弯头在使用时的整体使用质量。

关键词: 天然气; 管线弯头; 刺漏原因; 改进措施

0 引言

天然气是一种燃点和闪点都相对较低, 但是爆炸范围却相对较广的一种气体, 在天然气中含有硫化氢, 二氧化碳等有毒有害气体, 属于高危混合气。如果天然气管线出现弯头刺漏这一现象, 其所带来的不仅仅是施工难度大, 危险性高的作业, 与此同时, 在处理的过程中也浪费了大量的人力、物力和财力, 而当前只有对该部位进行分析, 并且找到其出现刺漏的原因, 提高其使用寿命, 才能够进一步减少在后续生产维护中所消耗的人力、物力投入, 也能够保证施工人员自身的人身安全得以保障。

1 天然气的特点

1.1 天然气的特性

由于天然气本身具有极强的爆炸性, 并且其中含有大量的硫化氢, 氧化碳等, 这些气体对管线在使用过程中的也存在一定的腐蚀性, 一旦气体泄漏或者是出现爆炸, 对人员具有较大的伤害。为此, 想要做好天然气管线弯头漏原因的调查, 并且降低其刺漏出现的概率, 就需要了解天然气以及管线泄漏的危害性。天然气中含有大量的低分子烃烷混合物, 在烷类中其主要是以甲烷, 乙烷以及丙烷为主, 其属于甲类易燃易爆气体, 并且会与空气混合形成爆炸性的混合物。在天然气遇到明火后也很容易呈现一种易燃易爆的状态, 其密度相比空气而言更低, 如果天然气出现泄漏, 则天然气则会处于一种无限制地扩散, 其很容易与空气进行混合, 以此来形成混合性的爆炸物, 并且天然气具有顺风飘动这一特点, 能够导致火灾蔓延。

1.2 天然气的爆炸特性

天然气也会出现遇火复燃这一现象, 而天然气之所以会出现火灾, 爆炸等一些特性主要是基于天然气

本身自身的参数, 其中包括了以下几点: 其中甲烷的化学式为 CH_4 , 在空气 $\rho=1$ 的情况下, 其相对密度为 0.55, 在着火后的温度为 537°C , 爆炸极限中下限为 5.3V%, 上限为 14V%。乙烷的化学式为 C_2H_6 , 在空气 $\rho=1$ 的情况下, 其相对密度为 1.04, 在着火后的温度为 515°C , 爆炸极限中下限为 3.0V%, 上限为 12.5V%。丙烷的化学式为 C_3H_8 , 在空气 $\rho=1$ 的情况下, 其相对密度为 1.56, 在着火后的温度为 466°C , 爆炸极限中下限为 2.2V%, 上限为 9.5V%。通过上述内容能够发现, 天然气各部分的主要组成燃点, 闪点都相对较低, 并且天然气的爆炸范围非常广, 一旦天然气出现泄漏, 则会在短时间内散布于空气中。

天然气与明火相接触, 则同样会呈现一种燃烧或爆炸这一现象, 加之天然气的危害性特点, 而天气在泄露过程中, 其危害性特点主要包括了以下几点: 第一, 天然气通过吸入进入到人体体内。第二, 天然气一旦出现爆炸时, 其爆炸的极限为 5.3~15V%。第三, 天然气的闪点为负 188°C 。第四, 天然气引燃的温度则在 538°C 。第五, 对天然气进行火灾爆炸性能分类时, 其属于甲 a 类。

1.3 CO_2 分压与腐蚀性的关系

由于天然气本身也属于有毒有害气体, 在空气中允许的浓度为 $300\text{mg}/\text{m}^3$, 而针对天然气的职业性接触度分级能发现其处于轻度危害等级, 如果长期处在接触天然高浓度天然气的状态下, 工作人员很容易出现头昏, 头痛, 失眠, 记忆力减退等一系列神经衰弱的症状, 而接触高浓度的天然气也有可能会导致脑水肿, 肺水肿以及窒息, 昏迷, 呼吸困难等一系列问题, 加之天然气中含有大量的二氧化碳以及水等腐蚀性介质, 也会导致管线内壁出现被腐蚀这一现象。其中二

氧化碳分压与腐蚀性的关系也尤为明显，当 CO_2 分压 $\text{MPa} > 0.21$ 时，其腐蚀性等级为严重；当 CO_2 分压 $\text{MPa} > 0.049$ 但是 < 0.21 时，其腐蚀性等级为中等；当 CO_2 分压 $\text{MPa} < 0.049$ 时，其腐蚀性等级为轻微。天然气中所含有的硫化氢并不是天然气中单独存在的一种气体，需要考虑到集气站处理以及在运输过程中的硫化氢整体运输质量。由硫化氢本身属于剧毒气体，本身具有易燃易爆的特点，一旦硫化氢泄漏，其所带来的不仅仅是人身安全，同时对该地区周围的动物也会带来极大的危害。

2 天然气管线弯头刺漏原因

2.1 常见的弯头刺漏部位

天然气管线出现弯头刺漏是集气站工艺系统在出现事故时，其频率最高的事故。由于集气站在使用过程中，其所采取的是无人值守这一运行方式，一旦管线弯头发生刺漏后，很难在第一时间内发现，就会导致天然气的集气站呈现火灾或者是爆炸事故，对天然气集气站的生产安全而言，所造成的危害是极其重大的，同时也会带来极大的经济损失，一旦天然气管线弯头漏事故出现，其造成的经济损失在短时间内很难挽回。为此，当前需要针对这一问题进行解决，有效地缓解在天然气管线应用过程中流速对管壁所带来的直接冲刷，以此来降低弯头刺漏的风险，真正地实现天然气在应用过程中的安全性以及平稳性。

目前通过大量的统计以及针对已有事故进行分析等发现集气站刺漏部位主要包括了疏水阀的排列弯头、闪蒸分液灌进液汇管弯头、集气撬闪蒸罐腔体内进液末端等这些容易发生侧漏的弯头位置大多数情况下都在设备的进口以及出口的部位，其本身与设备连接得十分紧密，并且连接距离非常小，整体的空间位置也相对较小。一旦发生刺漏现象，则无论是其处置的难度或者是在对其进行风险管控时其难度都相对较大。

2.2 气井出砂导致的管线刺漏

当前需要采用的是定期增加壁厚这一种检测方式，同时针对所有不合格的位置应在第一时间发现并且更换，而站内工艺系统出现弯头刺漏时，最根本的原因则是气井出发，这是由于天然气会携带地层的压沙进入导管线中。由于天然气在运输的过程中，其处在一种高速的气流作用下，液压遇到弯头部位则会对弯头部位产生极大的冲击。

现阶段为了解决这一问题，大多数天然气在进行

运输或者是安装使用过程中均会在井口安装除砂器，以此来完成排沙优化砂工艺等一系列措施。同时作为维修管理人员，需要通过在井口安装除砂器试采排砂、优化压裂工艺措施、增加新井投产后疏水阀检查、提高弯头壁厚检测频次等方式，其目的是发现及液压差，并且及时的排出压强，这种方式在一定程度上有效地降低了在整个天然气运输过程中其给站内工艺所造成的危害，但是由于该技术手段在长时间使用后并没有进行更新，能发现该技术手段在当前的社会发展中仍旧处于相对较落后的状态，其工艺在运行的过程中，虽然一定程度上解决天然气管弯头管线弯头漏的原因，但是其工艺在运行过程中其危害性仍旧相对较大，无法真正的满足目前对于安全运行的实际要求。为此，一定要针对其进行定期检查，才能提高集气站的使用效果。

3 集气管线弯头刺漏改进措施

当前在进行天然气管线弯头刺漏原因分析以及刺漏改进的过程中，需要对刺漏部位采用全新的连接方式，即三通连接方式。选用这种方式可以将压力的冲击弯头径向冲击力进行改变，逐步变成回旋力，以此来抵挡冲击气流，同时也能够阻挡其本身所存在的缓冲这一问题，将回旋率与冲击力进行相互抵消，能够不断地降低气流对管壁本身所造成的冲击力，进而逐步形成缓流的状态，能够有效地避免对管壁本身所造成的穿刺现象，而为了进一步方便三通封头的安装与更换，需要将传统的焊接封头逐步改变，变成法兰与盲板的螺栓连接方式，这种连接方式相比传统的焊接方式而言更利于拆卸以及检查，同时了解其封头的磨损程度，并且定期进行封头的更换。在进行该封头的选择过程中，也需要考虑到其更换周期以及其封头本身的制定标准，降低次漏发生时的整体概率。

3.1 盲板式三通组件的设计

将三通法兰以及盲板焊接组合完成后，其能够形成一种可以代替传统天然气管线弯头防侧漏的盲板式三通组件，而这种组件位置装置在使用过程中能发现其体积相对比较小，并且更加适用于安装，特别是适用于输水阀底部等弯头空间，由于这些地区弯头空间的部位相对较小，而在安装过程中选择体积较小的组件也能够满足安装的实际需求。

当盲板厚度达到 20mm 时，其远大于高压弯头的 1mm，在进行人工检查时也可以降低其检查频次，同时也可以杜绝穿孔泄漏天然气事故的发生，尽可能避

免天然气这一种有毒、有害气体对人类以及环境本身所造成的污染，防止易燃易爆气体的泄漏，所造成的人身伤害以及财产损失。

3.2 软件模拟比对

目前可以通过软件模拟 ANSYS-Fluent 进行比对，采用的是这个软件，通过流体力学的计算方式以及模拟演练，能够了解管道管线弯头受到气流的冲击力，并且明确其冲击力本身作用于弯头部位会产生极为明显的力学反应。将三通法兰盲板安装之后，气流的冲击力会在盲板的阻挡下将其介质作物力集中在法兰面上，这种方式可以有效地缓冲并且分散力的冲击，其对于管线而言本身起到了极为良好的保护作用。

3.3 展现的经济效益

为了更好地探究三通安装法兰盲板所展现的经济效果，对某地区的天然气集气站进行弯头刺漏管件的更换与安装。通过两年的连续运行监测，能发现每月定期要求维护管理人员对弯头处盲板进行打开检查，所有的部位均未出现极为严重的磨损或者是刺漏等情况。对于分离器输水液，排液弯头在完成改造之后，当前某地区已经累计使用时长为 15 个月，在完成使用后对法兰盲板拆卸进行检查，发现其内表面仅有少量的陶粒以及相对较为轻微的摩擦痕迹，其使用效果相对较好。

针对其经济效益进行分析，同样以某地区为例，能发现选择盲板式三通组件材料所消耗的成本费用为 0.72 元，而将弯头更换为盲板式三通组件之后，每年每台以及相关设备可以节约站内停产维修以及更换成本人工设备的经济效益为 130.5 万元，其计算方法为：针对影响生产的气量，其工作总量为 $50 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，作业天数为 3d，单价费用 0.85 元 / m^3 ，总计 127.5 万元；应急处置氮气车辆费用，其工作总量为 6h，作业天数为 1 次，单价费用 3000 元 / (h · 次)，总计 1.8 万元，其可以节约大量的企业本身的经济成本。

3.4 提高后续操作的整体质量

通过如上的计算以及分析能够发现当前气流携带压裂砂对法兰盲板的冲击伤害程度相比于传统的管线弯头漏部件而言，其程度更小，并且缓冲速度更慢，使得冲击力回旋于法兰盲板厚度大于弯头厚度，能够确保在这个过程中其周期的使用效果以及周期的延长效果得到提升。

在使用过程中更加的安全，更加的可靠，能够满足天然气管线弯头漏的解决需求，更换盲板式三通组

件本后，无需办理动火作业的票据，仅仅需要切换流程安装螺栓，即可以完成针对盲板式三通组件的检查以及维修更换作业。在盲板式三通组件使用过程中节省了大量的工序，并且操作过程中可谓是更加简单，更加的便捷，能够提高整体安全维护的可靠性以及效果。

在日常盲板式三通组件操作的过程中，无需进行常规的壁厚检测，仅仅需要定期拆除螺栓，并且检查盲板式三通组件的损伤程度，就可以了解盲板式三通组件整体的作业效果，这种方式可谓是提高了盲板式三通组件应用的整体质量，并且使得检查周期渐渐的走向可控化，能够降低所有工作人员在日常工作过程中所面对的工作强度，也提高了盲板式三通组件在后续进行管理过程中的安全管理效率。

4 结语

综上所述，在开展天然气管线弯头漏的原因分析和探索过程中，需要充分的意识到节约能源以及保证施工过程中安全的重要性，积极的推动其该技术的不断进步，同时明确天然气这一种理想型的清洁能源，对我国后续的工业发展以及社会发展而言，同样是尤为宝贵的化工原料，需要将其广泛进行应用，能够保证天然气为我国后续各个不同行业的生产发展带来更加正面的影响，保证天然气的使用效果得以提升。

参考文献：

- [1] 林楠, 黄辉, 李仕力, 马红莲, 李杨. 天然气集输场站管线弯头冲蚀磨损数值模拟研究 [J]. 科学技术与工程, 2020, 20(21): 8543-8549.
- [2] 周家成, 潘延君, 谷阳, 周琳, 张晓刚, 王明明. 乙烯装置稀释蒸汽管线弯头泄漏原因分析及对策 [J]. 石油化工设备技术, 2020, 41(02): 35-38+6.
- [3] 胡鹏. 大牛地气田采气工艺管道刺漏原因分析 [J]. 化工管理, 2019(25): 185-186.
- [4] 王创道, 候建鑫, 刘春燕, 吴自亮. 集气站进站放空总阀、管线、弯头刺漏及整改 [J]. 河北企业, 2016(10): 142-143.
- [5] 韩宝坤, 蒋相广, 刘泽坤, 张重, 常羽宁, 王晓玉. 中低压天然气管道弯头处泄漏流场和声场模拟仿真 [J]. 油气储运, 2018, 37(11): 1259-1265.
- [6] 宋晓琴, 刘玲, 骆宋洋, 罗鹏, 王彦然. 天然气集输管道 90° 弯头冲蚀磨损规律研究 [J]. 润滑与密封, 2018, 43(08): 62-68.