

新时期下天然气管道清管作业风险及应对措施研究

李 伟 (青州市市政公用事业服务中心, 山东 青州 262500)

摘要: 天然气作为当前我国各个地区居民日常生活所需的重要资源, 在多方面工作活动的使用过程中都受到了高度认可。在天然气的日常使用过程中, 主要通过管道将天然气输送到对应位置, 为居民生产生活提供充足的资源。但是由于天然气在使用过程中始终存在清管需求, 并且在清管作业中伴随着一定的风险, 进而带来了较大的安全隐患。为科学、有效地处理上述安全隐患, 本文就新时期下天然气管道清管作业风险及应对措施进行研究, 以期推进天然气管道清管作业安全性的提升, 有效强化对清管作业过程各类风险的管控, 并分析清管作业风险的根源, 深入研究清管作业风险处理办法, 合理应对此类风险, 维护天然气供应的稳定性。

关键词: 天然气管道; 清管作业; 作业风险

0 引言

在天然气管道清管作业中, 具体作业内容和清理对象需要结合对应位置管道使用情况做好考虑。尚未投入使用的铺设管道, 主要清理管道中的水和施工过程中可能带来的废弃物。已经投入使用的天然气管道, 主要需要清理水合物和天然气长期运送留下的各种杂质。同时, 在天然气清管作业中, 可以对整个天然气管道进行隐患排查, 检查天然气管道可能存在的质量问题, 保证天然气输送过程的安全性和稳定性, 从而更好地满足各个地区居民生产生活需求。

1 天然气与天然气管道

1.1 天然气

天然气的主要成分是甲烷, 且含量在 80% 以上, 是一种优质燃料。天然气的来源广泛且没有固定的形式, 目前开采利用的天然气只是其中的一种, 属于游离态形式的天然气^[1]。我国天然气资源的储存量较大, 加上天然气具有较强的清洁、环保属性, 有必要进一步加大技术研发力度, 保证能够合理利用技术提高天然气的利用率, 将多种类型的天然气都纳入使用范畴, 更好地满足我国可持续发展战略背景下各个行业领域对清洁能源的需求。

天然气可以代替石油、煤的部分作用, 通过合理使用天然气可以有效减少大气污染物的排放, 有利于推动我国环境保护事业的发展。由于天然气的储量较大、运输体系较为成熟, 天然气的使用成本能够得到有效控制, 可以更好地满足居民生活需求, 具有输送稳定、价格低廉的优势特点。此外, 天然气不含一氧化碳, 其无毒性特征较为显著, 将天然气作为大众日常生活的常用能源, 能够为大众生命安全提供重要保障^[2]。

1.2 天然气管道

天然气管道的核心价值是输送天然气, 在近年来天然气应用越发广泛的背景下, 我国天然气输送网络也在不断完善, 实现了对我国大部分地区的有效覆盖。面对目前天然气输送网络持续完善的现实背景, 必须明确天然气管道的建设、清理依旧是一项较为复杂的工作, 长距离运输作业的难度尤为显著。

在天然气管道建设、清理过程中, 应始终明确天然气虽然具有较强的清洁性、环保性特征, 但是作为一种可燃性气体, 安全问题必须得到高度重视, 严格按照天然气管道的建设标准做好控制, 并合理安排天然气管道清管作业^[3]。

随着我国天然气产业的稳定发展, 整体效益较为呈现出稳步上升的重要趋势, 基本能够保证天然气的安全、稳定供应, 但同时也需要考虑到天然气在运输过程中可能会受到多种因素的影响, 导致天然气运输出现问题, 进而带来较大的危害。因此, 在天然气管道建设、清理作业中, 应始终保持严谨的工作态度, 重视工作中可能出现的泄漏问题, 合理兼顾天然气输送的安全性与环保性。

2 天然气管道清管作业风险

2.1 发球作业风险

发球作业风险主要涉及卡堵风险、发球筒未放空两种情况, 在对发球作业风险进行分析的过程中也需要分别做好对两种情况特点的考虑。

卡堵风险主要起因涉及四个方面内容, 应针对具体风险根源展开分析, 保证分析结果具有较强的参考价值。第一, 在清理管道过程中会产生一定的压力和流量, 经过支管流出。在该项工作中, 选择的作业方法、发球端放空阀和排放阀的工作状态等都会影响到

卡堵风险的发生率。第二，清管器构造规格带来的串气情况。针对该情况需要验证、校验清管器的规格构造，分析清管器是否符合相关标准要求。第三，在清管作业中，流量、压力相对不足，进而对清理效果造成了一定的影响，导致在发球筒使用过程中难以有效调整变径端节。第四，清管器使用方法存在问题。清管器的使用方法需要按照天然气管道的具体特点和内部情况来进行科学选择，密切关注发球筒和球的状态，如果未能采取科学方法开展清理工作，很容易带来卡堵风险^[4]。

发球筒未放空情况，是指发球筒中残留的天然气未能完全释放便开启压盲板。在该情况下，清管作业人员很容易受伤，并且出现天然气泄漏问题的概率较高。不仅会造成影响恶劣的灾害问题，而且也容易造成较大的经济损失。

2.2 清出硫化物风险

天然气的成分含量相对稳定，如果天然气中的硫化物占比过高，在天然气清管作业过程中可能会清出大量的硫化物。长期与硫化物接触容易导致慢性中毒，进而威胁到清管作业人员的身体健康和生命安全，清管作业的整体进度也会因此受到一定影响。此外，在天然气清管工作中，如果清理出的杂质还有大量的硫化亚铁，并且未能得到及时有效的处理，还有可能引发重大自燃问题，进而给施工作业带来较大的安全隐患。

2.3 清管器运行风险

清管器运行风险主要为清管器卡堵，与管道局部变形、管道特殊结构两方面情况存在直接联系，两种不同情况的具体影响因素存在一定的差异，需要分别针对具体类型展开分析。

管道局部变形通常与违章占压、管道敷设有关。违章占压主要指在天然气管道埋管工作中，受到建筑物、堆积物、道路的影响受到圈占的情况，该情况发生率较高，如果未能及时有效的完成处理，很容易对圈占位置带来地基沉降问题，进而影响到地下管网中管道的状态，容易出现管道弯曲变形情况，导致管道通过能力大幅下降，清管作业也会因此受到较大的影响。

管道敷设带来的管道局部变形与相关施工单位存在直接联系，比如在施工过程中未能及时清理管沟中的坚硬杂质便直接开展管道敷设作业，随着管道使用时间的增加，坚硬杂质对管道的影响也在逐渐加剧，

导致管道出现凹陷变形情况，进而造成清管器卡堵^[5]。

管道特殊结构包括三通、弯头等情况。三通结构，主要考虑天然气在通过三通位置时的运行速度明显减慢，并且气流在通过三通间隙时容易出现串气情况，在开展清管作业过程中，清管器上下压力相同很容易出现卡度问题。此外，管内杂物过多也有可能导致三通结构堵塞。弯头结构，如果未能进行合理的弯口设计，曲率半径无法满足清管作业要求，同样会引发清管器卡堵问题，导致清管作业难以正常推进。

2.4 收球作业风险

在收球作业中，主要涉及两方面风险。一方面，清管作业基本完成时，工作人员需要打开盲板收回清管器，在此过程中容易出现天然气泄漏情况，进而带来一定的安全隐患。另一方面，收取运动中的清管器必须做好控制，避免在收取过程中因为收球作业行为不规范对管道系统中的重要设施或管道系统结构本身造成损坏。

3 天然气管道清管作业风险的应对措施

3.1 发球作业风险防控

针对发球作业风险开展防控、治理工作的过程中，需要按照具体风险类型采取相应的措施，分别针对卡堵风险和发球筒未放空两种情况采取对应的处理办法，并按照上述提到的具体风险问题，对处理办法进一步细化^[6]。

考虑到卡堵风险的起因主要与四个方面的内容有关，在风险防控工作中也需要按照对应起因选择相应的处理办法。第一，合理选择压力、流量控制方法，保证清管作业过程中产生的压力、流量能够得到有效管控。针对发球端放空阀、排放阀的具体状态做好检查，保证在落实清管作业的过程中，放空阀、排放阀能够保持关闭状态，降低风险发生率。第二，科学选择清管器构造规格。清管作业需要清管器设备的支持下，必须保证清管器构造规格完全符合作业需求，如果存在疑虑应及时按照标准方法对清管器构造规格进行核验。第三，运用操作手法调整清管压力和排量，控制更好压力、排量增长速度，借助设备辅助对发球端压力做好监测，保证清管作业中的压力、排量能够相对稳定地提升到目标顺平，保证清管作业效率和安全性。第四，对发球筒内进行排空操作，密切关注球的姿态情况，保证球的姿态符合标准要求，如果发现存在异常必须及时取出并调整球的位置，顺利完成排空操作^[7]。

针对发球筒未放空情况，相关人员必须在工作中保持严谨的工作态度，保证发球筒内的天然气能够全部释放出来，并经过验证后再将带压上盲板打开。同时，在作业现场的所有人员也需要做好自我保护，穿戴好防护措施，非必要情况下尽量远离危险位置，并配置好天然气泄漏监测设备，控制好火源，以免引发重大安全事故。

3.2 清出硫化物风险防控

在对清出硫化物风险进行防控、处理的过程中，相关人员需要准确把握硫化物的化学性质，并结合天然气管道环境及管道杂质处理安排做好考虑，在此基础上完成分析工作，把握清出硫化物风险的具体影响。为实现对清出硫化物风险的有效控制，应采取科学手段对天然气管道中存在的硫化物提取出来，避免硫化物与空气直接接触，或尽量减少接触情况，从而有效降低出现自燃风险的概率，做好对周边地区环境和作业人员身体健康状况的有效保护。此外，作业人员可以在收球筒打开之前，通过喷射大量水资源的形式，做好对硫化物自燃风险的控制，借此做好对现场作业人员的保护，顺利解决硫化物问题可能带来的自然风险。

3.3 清管器运行风险防控

面对清管器运行风险，相关人员需要针对清管作业的具体工作需求来进行风险防控，顺利解决各类问题、风险对天然气管道运行情况和天然气管道清管作业推进情况带来的影响。

针对管道局部变形问题，需要分别针对违章占压和管道敷设分别做好应对。通过及时更换弯曲变形管道、及时拆除圈占物，大力宣传管道保护法和相关地方性法规，加强对天然气管道的保护，解决违章占压问题。在管道施工方面，必须验证管道埋设位置的所有坚硬杂质都能得到及时清理，并针对清管作业中容易影响正常作业进度的管道进行更换^[8]。

针对管道特殊结构，分别就三通、弯头结构的特点做好考虑。通过分析三通位置清管作业卡堵问题的出现原因，严格按照三通结构对设计的要求进行防护挡条安装配置作业，避免清管器在三通位置出现卡堵情况，并在清管器到达下游三通位置前前提前关闭直线进气总阀，进一步降低卡堵风险。严格按照相关标准要求对未进入动工阶段的管道做好弯头选择，控制曲率半径，保证曲率半径能够达到弯头结构的标准要求。

3.4 收球作业风险防控

为做好对收球作业风险的有效防控，将风险问题带来的影响控制到最小，在收球过程中，工作人员需要加强对清管器运行速度的管控，保证清管器在管道中能够保持相对稳定的速度，并对收球端压力进行监测，检查各阀门情况，为收球作业创造良好条件。同时，应安排专人对收球作业进行监听监控，密切关注清管器的回收情况，以免因为设备质量较大对管道内部造成较大冲击。此外，应同步做好火灾风险防控工作，避免现场出现明火，作业人员必须佩戴好安全防护措施，并准备防爆措施和消防设备，考虑与消防部门做好沟通，进一步控制好火灾风险。

4 结语

综上所述，在对天然气管道进行清理的过程中，应高度重视潜在的风险问题，结合具体天然气管道的使用情况和其他类似工作在处理阶段遇到的问题开展分析工作，深入研究天然气管道清理作业风险问题的成因。在此基础上，采取最佳手段解决风险问题，保证天然气输送作业能够始终保持安全、稳定的状态，并为天然气管道清管作业的顺利落实提供重要保障，及时针对天然气管道内部存在的问题做好处理。

参考文献：

- [1] 耿峰峰. 天然气管道运输安全运行管理中的潜在风险及解决方案探究 [J]. 石化技术, 2024, 31(09):288-290.
- [2] 胡贵斌, 陈帝文, 陈啟斌, 等. 天然气管道定量风险评价结果敏感性分析 [J]. 油气田地面工程, 2024, 43(09):63-69.
- [3] 许秀芹, 徐敏, 彭方超. 基于风险管理的天然气管道建设与安全运行 [J]. 石化技术, 2024, 31(08):288-290.
- [4] 罗胜. 天然气管道风险分析及管理建议 [J]. 化工管理, 2024, (15):110-112+152.
- [5] 齐先志, 王静静, 王晓霖, 等. 天然气管道周边区域个人风险计算分析 [J]. 石油化工安全环保技术, 2024, 40(02):28-32+6.
- [6] 戴剑勇, 甘美艳, 张美荣, 等. 基于复杂网络的天然气管道网络风险传播研究 [J]. 复杂系统与复杂性科学, 2024, 21(03):69-76.
- [7] 白鑫, 余硕, 闫子凡. 天然气管道在线清管作业风险识别及控制 [J]. 化学工程与装备, 2022, (11):119-120+127.
- [8] 王培健. 探析天然气管道清管作业风险识别及防控 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(08):33-34.