

长输天然气站场压力容器安全控制措施

李多举（国家石油天然气管网集团有限公司西气东输分公司，陕西 西安 710000）

摘 要：现今我国的城市化建设进程在不断加快，居民也逐渐增加对天然气使用的需求，而在天然气站场中，压力容器、管道都是非常重要的应用设备，在实际应用的过程中，很容易出现泄漏、爆炸与有害气体泄漏等安全风险问题。想要保障天然气站场压力容器的安全运转，要注重实际工作开展中存在的安全隐患因素，采取具有针对性的安全防护措施。在本文的研究中，对长输天然气站场压力容器作业风险因素加以分析，得出相应的安全控制工作开展措施。

关键词：长输天然气；压力容器；安全控制措施

通常在长输天然气站场中，想要提升自身的天然气资源储量，会选择使用低温设备加强对液态天然气的存储，液态天然气在遇到热源之后会变为气态化，那么处于液态状态下的天然气，对于储存使用到的低温加压设备和管道有着较高的需求，也会对实际工作开展产生较大的安全风险隐患。天然气在气体状态下，有着易燃易爆的特性，随着现今天然气站点的增加，距离也在不断增加，增加了实际工作开展量，促使工作开展的安全隐患也不断提升。

1 长输天然气站场管道工作特点和分析

1.1 站场管道特点

在天然气站场压力容器管理工作开展中，管道运输也是非常重要的管理内容，同时也是保障站场工作开展的核心关键问题，主要起到的是调压、计量和净化与冷却等多种功能^[1]。对于长输天然气来讲，在天然气的站场管道设计中，通常会选择使用较为复杂的结构类型，并且会使用到非常多的构件类型，例如弯头、三通等多种元器件，导致在长输天然气运输的过程中，会存在局部应力较为集中的问题。而在站场的管道系统中，部分的内容会漏出地面、也有埋地管线与工艺撬块等多种不同构建，从而构建起密度数比较大的管道，会使用到较多的元器件产品，增加铺设施工开展的复杂度。

在分析长输天然气站场管道的过程中，主要工作的开展具备着以下特点，在一些地下构筑物 and 市政管道比较多的区域施工，会受到多种不同因素的干扰；在具体的施工中需要使用到各种类型管道元器件，常见的有安全阀、仪表与法兰等构件。实际应用到的管道直径比较小，且相关尺寸类型比较多，在与设备连接的过程中采取直接方式，会出现压力波动的问题。且受到站场面积等因素的限制，想要更好的满足设计

工艺需求，要铺设密集的管道线路，呈现出交叉多层敷设的情况^[2]。为了提升产能的发展需求，在站场的运行中会出现多次改建和扩建工作，导致站场内部的管道系统设计，缺乏系统性和一致性特点。

1.2 站场管道检验分析

在开展天然气站场管道线路的检验过程中，采取定期与在线检验两种方式，在线检验也被人们称之为在役检验，指的是在设备不停机的状态下，使用更加先进的检测技术完成管线检验。天然气站场内部铺设的管道结构比较复杂，管道直径小、尺寸差异比较大，无法实现内部的智能化检测，会选择使用无损的外检测方式，了解并掌握管道内部的实际发展情况，但是该方法检查得出的有效性比较低。

1.2.1 管道检验与风险的关系

管道在实际应用过程中，会伴随着使用时间的增加，促使其失效概率不断增加，将其逐渐的划分为初始、正常和失效三个不同阶段。设备在失效阶段的运行中，出现事故发生概率比较高，通常会受到长期腐蚀、损伤或母线材质劣化等多种因素的影响，在长期的不断积累中，管线逐渐丧失自身的性能和承载能力，加快了设备使用的老化与报废速度^[3]。

1.2.2 管道在线检验与风险的关系

在我国，质量检验检疫总局在2018年时，就已经针对于特种设备的安全技术应用规范给出相关标准，从而符合工业管道的检验标准，在开展停机管道检验的过程中，对周期给出了更加详细的要求。根据相关规定，管道在使用3年之后，需要进行首次定期检验，还需要结合管道的安全问题，制定出更加详细的检验周期。根据图1可知，左边第一条曲线是比较明确的，伴随着时间的推移，管道自身存在的运营风险在不断增加，已经超出了管道运输可接受的风险范围。对于

中间的曲线而言,在进行首次停机检验的风险中,会发现管道在长期运营中存在的风险问题因素,并结合此类问题的存在,根据管道安装的过程,进行适当的维修和更换,以此减少出现安全风险的概率。管道线路使用时间的不断增加,也会涌现出更多的风险因素,但是在接受两次停机检验之后,同时接受在线检验,可以检测出管线在实际运输中存在的安全风险隐患问题,经过适当的整改和维修之后,减少出现管线失效风险,将相关数据控制在下一次停机检验能够控制的范围之内。

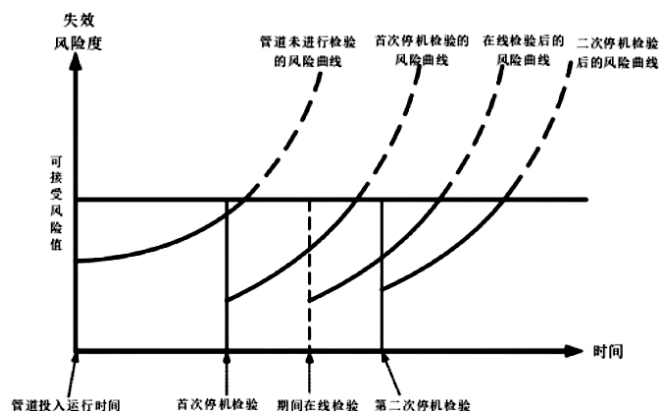


图1 检验活动的风险曲线

2 长输天然气站场压力容器作业风险分析

在长输天然气站场的工作中,会使用到收发球筒、旋风过滤分离器以及排污罐等多种比较常见的压力容器。但是在实际工作开展中,比较常见的是发球作业、分离器清理与内部附件的更换等操作,随着作业任务的不同,在开展整体分析工作时,也存在较大的复杂性特点。在开展不同的作业内容时,要对一些共性的风险因素加以分析和评估,采取求同存异方式,在处理同类风险的过程中,选择使用简洁、规范与可靠的安全作业开展措施,这对于整个管道和压力容器的安全运行,具有较强的指导性意义。

3 长输天然气站场压力容器检验方案优化

根据相关研究的分析探索,对在线检验工作开展方案加以处理,总结出以下相关工作开展内容。

3.1 选择科学的检验范围

在开展检验工作的过程中,在线检验是为了更好补充周期检测中存在的设备风险问题,通常将目光聚焦在高风险的设备中,所以在进行检验的过程中,要注重对进站单元和过滤分离单元作为重点的检查区域,也是管线运行的中高风险管理段,其次才开展其余风险管段检验工作。

3.2 确定科学检验周期

按照国家给出的相关规定,在定期检验压力管道的相关规定中,需要每年进行一次在线检测工作,注重强化对管线运输高中风险或中风险等级管线的监督和控制,对于此类线路需要每年定期完成一次检查。在低风险的管段检测中,可以随时进行检查或与全面检验同时开展。

3.3 检验比例

根据实际检验工作开展内容,对本次评价工作的结果与理论加以分析,表1则是在线检验的相关建议。

表1 分输站管道在线检验的比例

停机检修时间点的风险等级	检验比例
高风险	100%
中高风险	≥ 50%
中风险	≥ 30%
低风险	≥ 10%

4 长输天然气站场管道作业安全控制措施

4.1 火源防控

通常情况下,在天然气站场内部可能引发爆炸发生的因素主要有电、化学、热和机械火源等多种形式,但是在输气站中很少会存在热火源。在实际工作开展中,对于机械火源的防护工作开展,需要借助作业工具和方式开展操作,使用防爆工具,将一些非金属材料,制作设备中存在的碰撞和摩擦部分,同时借助冷却、润滑与隔离等多种操作方式,完成具体的工作开展内容。可以单独使用各种方法,也可实现对多个方法的组合应用。在开展电火源防护工作时,要立足于作业目标与工作方式角度,人与工具使用过程中会释放一些静电;保障接地设备的良好性,可以操作的气体介质流速,要控制在5m/s以下。

4.2 湿式作业

通常情况下,在开展湿式作业的过程中,会采取阻燃和降尘等多种内容,在面对含硫天然气管道时,管线中可能会出现一些含有FeS粉末,继而产生相应的物理化学反应,避免出现自燃等情况。其中所产生的硫化氢气体,能够微溶如到水中,继而产生氢硫酸,在该物质的使用中,可以将其与水中的氧气之间发生缓慢的化学反应,同时在反应中出现不溶于水的单质硫,以此将其中存在的物质有效去除。

4.3 置换吹扫

在实际工作开展中,为了避免出现长输天然气管道运输爆炸的情况,就需要在具体的作业施工期间,内部天然气与空气的混合,是有效达到置换工作开展

目的。在现今的置换工作开展中,主要采取以下方法:

4.3.1 大气压力稀释置换法

借助容器和系统的使用,在其中一端置入氮气,将系统内部的空气和其他的气体之间进行置换,将其置换到另一端的大气中,在大气压力的作用下,完成吹扫系统的运转。但是在该方法的使用中存在死角,导致部分区域中的气体无法实现置换,借助该方法的应用,通过以此或几次的应用,实现系统内部气体和氮气之间的混合。

4.3.2 压力循环置换法

在该方法的使用中,也是在容器和系统的一端置入了氮气,促使系统内部的压力不断提升,直到其达到容器允许的范围之内,此时各种气体都会与氮气混合,将其置换到另外大气中,使用超出大气压力的方式进行重复的吹扫操作。但是该置换方法的应用,需要消耗比较多的置换介质,且实际操作步骤比较多,涉及到的内容复杂。实际操作可以按照容许的操作压力与吹扫支护得到的纯度,进行一次或者是多次的系统吹扫。

4.3.3 正反向置换

在进行容器管道系统的正向和反向置换时,这是两个需要经过的发展过程,在进行置换操作时,要保障天然气低于爆炸的下限。根据实际作业工作开展目标,确定出置换的方法,在操作过程中始终坚持以安全为主。具体的操作为,隔离将天然气防控,使用压力循环置换法,借助氮气的应用完成一次置换冲压2.1MPa,要保障测试过程中甲烷使用含量低于5%,使用大气压力稀释置换法,始终保持着微正压隔离作业面。在正向置换的操作中,主要将投产运行作为主要方式,具体操作要采取使用压力循环置换法,使用天然气一次置换冲压为1MPa,且在测试的过程中,含氧量要少于2%。

4.4 强制通风

在长输天然气站场运输工作开展中,都会设计有强制的通风设备,主要应用到的是轴流风机,在一部分的生产房屋中,会直接添加轴流风机,在实际应用的过程中,将测温和可燃气体联合起来。在一些长输天然气站场中,会使用到大功率、防腐与防爆型的轴流风机,从而保障整个系统场地内部工作开展的有效性,实现对流通风等效果。

4.5 实时监测

在我国现阶段的长输天然气站场中,主要使用到

的是固定式的可燃气体检测仪、便携式单一气检仪以及可燃气体检测仪等设备,将其作为监测工作开展的主要形式。在使用上述三种设备的过程中,可以实现对不同区域中可燃气体的监测连锁报警、个人便携监测告警与单点检测数据采集等多项工作。在组织开展实时监测的过程中,要注重采取多点和多次检测工作的开展,将取样和动火的时间间隔,有效的将其控制在30min时间之内,避免在实际工作开展中出现死角问题,以此减少各种可能出现安全风险的概率。

5 长输天然气站场压力容器安全控制措施发展趋势

在今后长输天然气站场的不断发展中,对于压力容器的安全使用,今后必然向着数字化、智能化方向发展,同时人工智能的应用会逐渐替代人工工作方式。在现今社会发展中,不断的加深对数字化、施工机械化、物采电子化以及管理信息化等多种信息技术手段的使用,将其应用在智能化管道中,实现智能管网的建设与应用,促使各个企业全生命周期管理、全业务覆盖、全智能化运营等,开展智能化的管道运输和智慧管网建设工作开展。伴随着云计算、大数据、人工智能等多种技术的应用,促使信息化和工业化区域融合发展,也为管道工作开展提供全新发展机遇,推动我国油气管道运输工作进入到智能化时代背景下。将传统管道转型为数字化发展趋势,将数字化、物采电子化、管理信息以及大数据、云计算等多种信息技术,使用在智能化管道和智能管网的应用中。

6 结语

总的来讲,在天然气站场压力容器的使用中,整体环境较为恶劣,也存在非常多的安全隐患问题,要根据实际工作开展情况,采取具有针对性的安全控制措施,注重强化站场防控、火源控制、站场通风与吹风置换工作的开展,以此降低容器内部存在的可燃气体量,降低在今后工作中出现爆炸、着火与泄漏等风险问题,保障天然气站场整体运行工作开展的安全性,为更多居民提供优质的天然气资源。

参考文献:

- [1] 王敏. 天然气长输管道建设工程管理及安全控制 [J]. 中国储运, 2023(01):190.
- [2] 侯振海, 徐向宇. 浅谈长输天然气分输站场作业活动风险分级管控 [J]. 石化技术, 2022, 29(12): 217-218.
- [3] 王俊, 等. 基于长输天然气埋地管道阴极保护系统检测案例分析 [J]. 大众标准化, 2022(24): 187-189.