

天然气站场压力容器及管道作业安全控制措施之研究

郑 华 梅春武 苗 键 (驻马店市天然气储运有限公司, 河南 驻马店 463200)

摘 要: 在我国不断推进城市化进程的过程中, 增加了城市居民对天然气的需求。管道、压力容器在天然气站场中均属于非常重要的设备, 在实际运行时可能出现有害气体、泄漏、爆炸等安全风险。想要保证天然气站场管道和压力容器安全运行, 相关人员应在深入分析站场安全隐患的基础上采取有针对性的安全控制措施。基于此, 本文将根据压力容器及管道作业风险, 分析相关的安全控制措施和优化策略, 希望能够为相关人员提供参考。

关键词: 作业安全; 管道; 压力容器; 天然气站场

0 前言

在大多天然气站场中, 出于提升天然气储量的目的相关人员都会使用低温设备, 当所处环境达到一定温度后天然气能够重新转变成气态, 在储存液态天然气的过程中对管道和压力容器提出了较高要求, 再加上运行环境较为恶劣, 相关人员在落实管道和压力容器作业时较大几率出现安全风险。

1 天然气站场压力容器及管道作业风险分析

因为天然气站场自身的特殊性其内部会布置各种类型的压力容器, 主要包含储罐、过滤分离器、排污罐、收发球筒等。相关人员在日常操作中主要是进行更换内部附件、清理分离器、收发球等^[1]。管道作业包括更换阀门和流量计处理等。因为在当作业内容不同使相关人员需要遵循的要求和规范也存在一定差异, 致使天然气站场管道和压力容器作业可能出现多种安全风险, 如中毒、窒息、自然、爆炸、泄漏、溅射等。

2 天然气站场压力容器和管道作业安全控制措施

2.1 湿式作业

在开展降尘、阻燃等工作时相关人员可选用湿式作业方式, 在含硫天然气管道中此种作业方式能够与可能存在的 FeS 发生物理化学反应, 防止在作业过程中出现自燃的情况。同时, 在作业中出现的硫化氢气体可以在一定程度上溶入水中, 将产生“氢硫酸”, 该物质能以较为缓慢的速度与水中的氧发生化学反应, 最终形成无法溶于水的单质硫, 从而为去除物质的工作提供方便。

2.2 火源防控

天然气属于易燃易爆气体, 在控制压力容器和管道作业安全时, 相关人员务必有效落实防控火源的工作, 将其当作关键工作来做。在防控火源的过程中相

关人员需要根据火源类别采取有针对性的防控措施^[2]。

针对化学火源, 此种火源主要是因为现场作业中存在易燃易爆物质和气体导致, 在防控工作中相关人员应充分考虑站场实际情况。在实际操作中, 相关人员可选择化学试剂或者上文中提到的湿式作业防控。

针对机械火源, 此种火源又被相关人员叫做摩擦火源, 是由于各种材料或者金属摩擦产生的火源。此种火源防控工作, 相关人员可从以下方面入手: 首先, 应优先选用具有防爆功能的工具。其次, 对于时常会出现摩擦和碰撞的部分需使用非金属材料制作或保护。最后, 做好隔离、冷却、润滑等方面的工作。在实际操作中相关人员可根据实际情况选择独立使用或组合使用以上三种方法。

针对电火源, 其简单理解就是因为电产生的火源, 在防控工作中相关人员需要有机结合多方面防控措施。相关人员应利用合理方式确保人员和工具身上不存在静电, 如设备接地线、人员穿防静电服等。另外, 操作气体介质流速也是导致静电产生的重要因素, 相关人员需保证该参数低于 5m/s。

2.3 置换吹扫

实施置换作业最主要的目的就是避免管道内的天然气接触空气, 相关人员想要防止火灾、爆炸等安全事故, 在进行作业时必须规范开展置换操作, 以此确保天然气管道安全。在天然气站场现阶段的置换作业中, 相关人员主要会使用以下两种方法。

2.3.1 大气压力稀释置换法

在系统或容器的一端注入氮气, 在其内部氮气越来越多的过程中, 不断降低其他气体所占空间, 然后从另一端排出其他空气, 在正常情况下系统吹扫只需在大气压力下进行^[3]。此方法的缺陷是无法有效覆盖所有角落, 部分地方会存在少量的其他气体。此种吹

扫方法主要是利用大气压力的稀释或者置换作用,相关人员可以一次或分多次采取此种操作,在实际开展工作相关人员应该利用以下公式置换需要使用的纯氮气体量。

$$N = \log_e (C_0/C_t)$$

在以上公式中,系统最后状态含量用 C_t 表示;系统初始状态含量用 C_0 表示;导入氮气总容量用 N 表示。倘若最初系统中为 21% 氧含量,在吹扫完成后氧含量降低到 1%,相关人员需要使用的纯氮气体量为 3.045 倍的氧气容积。

2.3.2 压力(循环)置换法

其在氮气引入环节中与大气压力稀释置换法相同,在操作过程中系统内压力会逐渐提升至容许压力水平,系统会将氮气和其他气体的混合气体一同排放到大气中,主要就是在比大气压力更高的压力环境中多次实施吹扫作业。想要达到理想的吹扫效果,相关人员需要采取压力式循环周期置换的措施。此种方法也存在一定不足,在实际操作中不但拥有较多操作步骤,而且在置换过程中需要耗费较多介质^[4]。在实际操作中相关人员应密切关注需要达到的吹扫纯度和容许操作压力这两个因素,当混合系统内氮气与其他气体时同样可分为一次或几次进行,若是在纯氮气的条件下,相关人员可采用以下公式计算系统最后状态含量。

$$CT = C_0/P_n$$

在以上公式中,系统每次充压后的压力用 P 表示;系统初始状态含量用 C_0 表示;系统最后状态含量用 C_t 表示;导入氮气充压后排放的次数用 n 表示。根据以上公式可做出如下假设,当容器中氧气占比为 21% 时,当经历一次吹扫后氧含量降低了 20%,相关人员则应设置 2.1MPa 容器内压力。倘若仅存在 0.21MPa 操作压力,此种升压过程至少需要循环 4 次,充氮容量约为系统容积的 4.56 倍左右。在不断降低氮气用量的过程中,将会逐渐提升人工工作量和排放次数。在容器内仅存在天然气时,在一次吹扫后可直接降到 5% 甲烷含量,则需调整 2.1MPa 容器内压力。

2.4 强制通风

在天然气站场中主要是利用轴流风机完成强制通风,相关人员可直接将轴流风机安装在存在需求的生产房屋中,将其与可燃气体和测温探头进行连锁。针对部分较为特殊的输气厂区,相关人员可设置防爆型、大功率、防腐轴流风机,进而确保场站内存在良好的

对流通风效果。

2.5 实时监测

在目前的天然气场站监测工作中,相关人员选用的监测设备主要为便携式可燃气体检测仪、固定式可燃气体检测仪、便携式单一气检测仪^[5]。以上三种设备分别具有采集单点监测数据、监测区域性可燃气体并报警、个人便携监测报警等功能。当实际落实监测工作时,相关人员应适当提升监测次数和监测点位数量,相关人员在落实监测工作后应在 30min 内开展动火作业,防止存在死角,避免各种安全风险产生。

3 优化天然气站场压力容器和管道作业安全控制的策略

3.1 树立正确的安全控制意识

首先,相关人员应利用培训工作提高员工重视安全控制工作的程度,并且帮助员工掌握压力容器和管道作业等安全控制方法,实现员工安全控制意识良性发展,确保天然气场站安全运行。其次,相关人员可定期组织员工参与压力容器和管道作业安全考核,借助考核激发相关人员学习相关安全控制理念和控制技术的积极性,促使天然气站场员工安全控制技术水平持续提升,使得压力容器和管道作业更为规范。最后,相关人员应合理利用宣传工作在培养员工安全控制意识的优势,将安全控制宣传工作融入天然气站场实际生产过程中,如运用宣传横幅、电子显示屏、工作群等宣传安全控制工作,提升员工整体安全控制意识水平。

3.2 严格管理压力容器和管道作业

出于保证天然气站场运行安全的目的,天然气企业相关人员必须充分重视管理压力容器和管道作业的工作,借助完善相关安全管理体系,促使天然气站场安全控制策略更加系统、全面,为天然气站场安全运行提供有效保障。

首先,相关人员应深入分析天然气站场安全问题,明确导致相关安全风险出现的因素,选择有针对性的防护措施,从而达到有效控制天然气安全问题的目的,提升压力容器和管道作业安全性。其次,相关人员可采取分类的方式管理压力容器和管道作业,然后根据实际分类情况全面分析天然气站场内存在的安全问题,使得天然气站场各项安全管控措施更具针对性。最后,相关人员和定期组织员工参与压力容器和管道作业演练,利用模拟天然气安全事故情境的方式,提升员工掌握压力容器和管道作业风险管理技能和流程

的程度，提高相关人员应对相关安全问题的能力，降低出现安全事故的几率。

3.3 健全天然气站场安全管理制度

天然气站场在控制压力容器和管道作业安全时应充分利用安全管理制度的作用，通过制度建设为天然气站场安全控制工作提供依据。

首先，相关人员应该以天然气站场相关作业标准和规范设计出安全管理制度模型，而且在充分考虑天然气站场管道和压力容器作业实际需求的基础上，合理优化现有的安全制度，确保安全管理制度符合实际情况，防止天然气站场出现安全事故。其次，相关人员应严格遵循安全管理制度的要求管理压力容器和管道作业，利用细致且周密的检查工作及时发现实际作业中存在的问题^[6]。同时，在天然气站场压力容器和管道作业安全控制工作中，相关人员应重视引进先进理念和先进技术的工作，从而提升控制压力容器和管道作业安全的力度，为天然气站场运行安全提供保障。最优，相关人员需要根据天然气站场安全管理制度划分相关的安全责任，指派专门人员复杂天然气站场内的各个区域，确保各项安全管理工作有效落实，降低出现安全事故的几率。不仅如此，相关人员在制定压力容器和管道作业安全管理制度时，应根据各个区域实际需求设置更为精细的安全管理制度，以此有效控制多样压力容器和管道作业，提升各项作业的安全性。

3.4 增加天然气站场监督执行力

在保证天然气站场压力容器与管道作业安全性的过程中监督属于重要举措。所以，相关人员务必高度重视管道和压力容器作业监督工作，借助积极有效的干预措施提升监督工作规范化程度，为天然气站场安全运行提供有效保障。

首先，相关人员应在充分了解管道及压力容器作业安全控制实际情况的前提下，合理地分析和研判天然气站场各种不安全现象，将安全管理和监督工作融入天然气站场各项工作中，为实施压力容器和管道作业安全控制工作构建良好环境。其次，相关人员在建筑压力容器和管道作业安全时，还应该有效组织维护压力容器与管道的工作，根据监督工作报告完善管道和压力容器维护方案，提高相应维护工作的合理性和科学性，管控管道和容器安全作业风险。最后，相关人员必须深入分析天然气站场压力容器和管道作业安全问题，增加执行相关监督工作的力度，借助适宜的

惩罚措施处理员工各种不规范行为，同时有机结合预防和治理工作，促使天然气站场监督工作拥有更高的执行力度，进而实现有效控制天然气站场安全的目标。

4 天然气站场压力容器和管道作业安全控制发展方向

随着天然气站场管道与压力容器作业安全控制制度、方法、技术等越来越完善，相关人员将在实际工作中融入各种智能化技术和数字化技术，传统人工工作方式将逐渐被人工智能所取代，主要会出现以下表现：第一，相关人员将逐渐开展管理信息化、作业机械化、物采电子化、设计数字化等方面的探索，在智慧管网和智能化管道中移动应用、云计算、物联网、大数据等技术应用将变得越来越广泛；第二，随着移动应用、人工智能、物联网、大数据、云计算等技术逐渐走向成熟，必然会加快工业化和信息化融合速度，为天然气站场压力容器和管道发展提供新的活力，相关的安全控制工作也将变得更加智能。

5 结束语

综上所述，在天然气站场内管道和压力容器具有非常恶劣的运行环境，相关人员进行作业时有很大几率出现安全事故。相关人员想要保证天然气站场运行安全，在落实管道与压力容器作业时，必须根据管道和压力容器实际情况采取适宜的安全控制措施，如湿式作业、火源防控、置换吹扫、强制通风、实时监测等。除此之外，为了保证各项安全控制措施充分发挥作用，相关人员还应采取树立正确的安全控制意识、严格管理压力容器和管道作业、健全天然气站场安全管理制度、增加天然气站场监督执行力等优化策略。

参考文献：

- [1] 何文莹, 唐海亮. 天然气站场关键静设备失效规律分析 [J]. 管道技术与设备, 2023, 21(03): 14-18+41.
- [2] 韩超. 天然气站场生产运行管理服务外包管理 [J]. 化学工程与装备, 2022, 34(12): 262-263.
- [3] 苏庆伟. 天然气站场管道安全问题及检验方案优化研究 [J]. 化工管理, 2022, 51(32): 108-111.
- [4] 温进强, 张鹏霄, 邵常林等. 浅议天然气输气站场的动火作业管理 [J]. 交通企业管理, 2021, 36(05): 97-99.
- [5] 李寅赫. 在役天然气长输管道输气站场升级改造项目管理 [J]. 化学工程与装备, 2021, 23(08): 184-185.
- [6] 宋凤全. 天然气站场的作业安全管理分析 [J]. 全面腐蚀控制, 2021, 35(01): 102-104.