

重大危险源辨识在天然气管道中的应用研究

谭权浩 郭海新 (昆仑能源湖北黄冈液化天然气有限公司, 湖北 黄冈 438000)

摘要: 针对天然气管道重大危险源辨识问题, 本次研究首先对天然气管道重大危险源的定义及辨识依据进行分析, 对天然气管道危险性进行探讨, 最后, 开展天然气管道重大危险源辨识研究, 为保障天然气管道的安全运行奠定基础。研究表明: 受到介质自身以及外界环境的影响, 天然气管道运行过程中面临的危险源相对较多, 单元气体容积、单元内的平均绝对压力、单元内绝对平均温度、压缩系数以及单元天然气存量等都属于影响天然气管道安全运行的重要因素, 通过对重大危险源进行对比分析, 可以对重大危险源进行等级划分, 以便制定合理的管控措施, 保障管道长期处于安全运行的状态。

关键词: 重大危险源; 天然气管道; 辨识依据; 危险性分析; 辨识研究

0 前言

天然气管道是将高压天然气从一个地方输送到另一个地方的重要设施, 如果管道发生泄漏、爆炸或其他事故, 可能引发严重的人员伤亡、财产损失甚至环境污染, 因此, 准确识别管道系统中的危险源, 有助于预防事故的发生, 保障人们的生命财产安全。天然气泄漏可能对周围环境造成严重影响, 不仅会释放温室气体, 还可能引发火灾或爆炸, 造成土壤、水源和空气的污染, 通过对危险源的辨识, 能够及早发现潜在的风险, 采取措施防范, 减少环境破坏^[1]。本次研究主要是从重大危险源的定义、辨识依据以及天然气管道危险性出发, 开展天然气管道重大危险源辨识研究, 为保障管道运行安全和强化环境保护工作奠定基础。

1 天然气管道重大危险源定义及辨识依据

1.1 重大危险源定义

天然气管道重大危险源是指可能导致严重事故、人员伤亡、环境破坏或财产损失的潜在风险源, 这些风险源可能在天然气管道的设计、建设、运营、维护和关闭等各个阶段出现。重大危险源具有较高的潜在风险, 一旦发生事故, 可能造成严重的后果, 可能导致事故规模较大, 涉及范围广泛, 事故后果可能包括人员伤亡、严重环境破坏、经济损失等, 通常涉及复杂的工艺、设备或化学反应, 需要高度的专业知识来管理, 为了降低风险, 重大危险源需要特殊的管理和控制措施, 以确保其安全运营, 许多国家和地区对重大危险源有严格的监管要求, 要求企业制定详细的安全管理计划和紧急应对预案^[2]。

1.2 重大危险源辨识依据

常见的天然气管道重大危险源辨识方法主要可以

分为三种类型, 分别是历史数据及经验法、风险评估法以及设备和设施检查法。在历史数据和经验法方面, 历史数据和经验方法是一种基于过去发生的事故案例、泄漏记录以及运营经验的危险源辨识方法, 通过分析过去的事故和故障情况, 可以识别出类似问题, 并预测未来可能的风险, 在使用该方法的过程中, 首先收集过去发生的事故、泄漏和故障数据, 包括事故类型、原因、影响等信息, 对收集到的数据进行分析, 识别出重复出现的问题、共同的风险源和关联的因素, 基于数据分析结果, 辨识出可能的危险源, 包括那些在多次事故中出现的、或在类似情况下可能出现的风险, 根据事故的严重程度、频率、影响范围等因素, 对识别出的危险源进行优先排序, 针对识别出的危险源, 制定相应的风险控制和管理措施, 以减少或消除潜在风险^[3]。

在风险评估法方面, 风险评估方法是一种系统的分析方法, 用于识别、量化和评估潜在风险的严重程度和可能性, 以便确定适当的风险管理措施, 在天然气管道重大危险源辨识中, 风险评估方法可以帮助确定哪些危险源具有较高的风险, 风险评估方法可以通过数值化的方式量化风险的严重程度和可能性, 提供更为准确的风险信息, 可以帮助确定哪些风险更加紧迫, 需要首先采取措施, 以最大程度地降低系统风险, 可以综合考虑多个因素, 如事故影响、可能性、频率等, 从而得出综合性的风险评估结果, 可以作为决策的依据, 帮助决策者了解潜在风险, 制定合适的管理和应急措施^[4]。

在设备和设施检查法方面, 设备及设施检查方法是一种基于对天然气管道系统中设备、设施和相关系统的检查和评估, 以识别潜在风险源和问题的方法,

这种方法依赖于实地检查、设备运行数据分析等，旨在发现可能引发事故的设备缺陷、故障和潜在问题，设备及设施检查方法通过实地检查，直接观察设备的状态和运行情况，有助于发现表面缺陷和显而易见的问题，可以根据实际情况，对具体设备和设施的问题进行评估，有助于实际问题的解决，可以提供有关设备使用寿命、故障频率等方面的信息，辅助风险评估，可以定期进行及时发现和解决设备问题，避免潜在风险扩大^[5]。

2 天然气管道危险性分析

在天然气管道的设计、建设和运行过程中可能存在多种危险性。在设计阶段，不合理的管道布局可能导致管道受力不均衡，增加泄漏或爆炸的风险，选择不适当的材料可能导致管道在操作过程中受到腐蚀、老化等影响，增加泄漏风险，不充分考虑管道系统的运行参数，可能导致管道在实际操作中无法承受设计条件产生安全隐患，管道与其他设施的不当交叉可能增加外部干扰和损坏的风险。

在建设阶段，施工过程中的操作失误、不当的操作流程可能导致设备损坏、管道破裂等，施工阶段设备故障可能引发事故，如焊接机器故障引发火灾，施工现场缺乏适当的安全设施可能导致工人受伤或引发事故。

在运行阶段，长期使用和暴露在外部环境中的管道可能受到腐蚀和老化影响，导致管道强度减弱，增加泄漏和爆炸的风险，管道系统中的各种设备，如阀门、压力调节器、压力传感器等，如果发生故障，可能导致管道压力失控、泄漏或爆炸，在管道建设、维护和维修过程中，不正确的操作、设备故障或其他问题可能导致泄漏、火灾或其他事故，地震、泥石流、洪水等自然灾害可能对管道系统造成损害，增加泄漏和事故的风险。

同时，人为因素，如挖掘、施工和恶意破坏，也可能导致管道损害，管道的监测和控制系统如果发生故障或遭到恶意攻击，可能导致对管道状态的监测和控制失效，未经授权的人员或机构可能访问管道系统，引发安全风险，例如擅自操控设备或进行不当操作，管道泄漏可能由于管道本身的损坏、连接不良、材料缺陷等原因引发，泄漏的天然气具有易燃易爆性质，可能导致火灾和爆炸，管道系统中的数据泄露、系统遭到网络攻击可能影响监测和控制能力，增加管道安全风险。

3 天然气管道重大危险源辨识研究

3.1 单元气体容积

在天然气管道系统中，单元气体容积是指管道系统中的一个特定区域或部分，其中含有一定数量的天然气，可能因为泄漏、事故或其他原因而引发安全风险，在天然气管道重大危险源辨识中，对单元气体容积的评估是非常重要的，因为泄漏的天然气在一个有限的空间内可能导致火灾、爆炸或其他危险情况。在管道系统中，可以识别可能的单元气体容积，例如管道弯道、阀门、连接器、压缩机站等，对于识别出的单元气体容积，需要计算其中包含的天然气体积，这需要考虑管道直径、长度、压力等参数，对于单元气体容积，需要进行风险评估，包括分析泄漏后可能的事故类型、后果，以及风险的严重程度和可能性。

3.2 单元内的平均绝对压力

单元内的平均绝对压力是指管道系统中特定区域或部分的压力水平，在管道系统中，可能存在高压区域，如压缩机站、管道连接点等，这些区域的平均绝对压力较高，可能导致风险增加，在进行高压区识别的过程中，可以获取和维护管道系统的地图和设计图纸是识别高压区域的基础，这些图纸可以帮助确定管道的布局、连接点、压缩机站等，查阅管道系统的设计参数，包括压力等级和设计参数，可以帮助确定高压区域，进行现场巡检，检查管道系统中的设备、标志、标识等，高压区域通常会有特定的标志和警示标识，分析过去的事故和经验，查看是否有高压区域存在过事故或异常情况，创建设备和设施清单，包括压缩机站、调压站、连接点等，以确保这些区域受到适当的管理和监测，可以请专业的工程师或安全专家协助，进行高压区域的识别和评估。对于识别出的高压区域，需要进行压力测量，以获得准确的单元内平均绝对压力数据，分析单元内的平均绝对压力水平，了解可能存在的风险。较高的压力可能意味着较高的泄漏速率和更严重的事故后果。

3.3 单元内绝对平均温度

温度变化可以影响管道材料的性能，可能导致泄漏、设备故障等安全风险。在管道系统中，一些特定区域可能存在高温，如附近的压缩机站、燃烧设备等。这些高温区域可能对管道材料和设备造成影响，在关键位置和区域安装温度传感器和监测设备，以实时监测单元内的温度变化，设定温度测量的频率，根据管道运行情况，定期对管道系统的温度进行测量，将测

量到的温度数据记录和存储,以建立历史数据,用于分析和比较。对温度数据进行分析,识别温度变化的趋势,判断是否存在可能导致风险的情况,根据管道系统的设计和运行参数,设定温度警报和报警阈值,一旦温度超出正常范围,即触发警报和报警,一旦发现异常的温度情况,及时采取措施,如停止或调整管道运行,检查设备,查找问题原因,利用远程监测技术,实现对温度数据的实时监控,及时了解管道系统的运行状况。绘制温度随时间变化的曲线,分析温度波动的趋势和周期性,发现异常情况,将当前的温度数据与历史数据进行比较分析,寻找异常和不寻常的变化。

3.4 压缩系数

压缩系数是指气体在一定压力和温度下与标准状态下的体积比,在管道系统中压缩系数影响着气体在管道内的密度、流速、压力变化等,对管道系统的安全和稳定性有着重要的影响。在压缩系数风险方面,可以根据天然气的物性数据,计算压缩系数,以了解气体在管道中的体积变化情况,研究压缩系数与压力的关系,了解在不同压力下气体的体积变化情况,从而预测管道系统中可能出现的情况,通过压缩系数的分析,可以预测在管道系统中的压力波动情况,有助于预防压力过高或过低的情况,压缩系数与气体密度直接相关,通过计算气体密度,可以了解在不同条件下气体在管道中的分布情况,高压天然气管道中可能出现压力冲击波,压缩系数的分析可以帮助预测和防范这种情况。

3.5 单元天然气存量

单位天然气存量是指在特定区域或单元内的天然气数量,这在预测可能的事故后果和采取适当的控制措施方面起着关键作用。在这一方面,在管道系统中可以确定可能的存储单元,如管道段、容器、调压站等,然后计算其中的天然气存量,根据存储单元的容积、压力和温度等参数,计算其中存储的天然气数量,将存储单元进行分类,例如高压区域、低压区域等,以便更好地了解潜在的风险,针对存储单元可能发生的事,需要制定相应的应急预案,以便在事故发生时能够快速应对,高度存储天然气的单元需要定期监测和维护,以确保其设备和系统处于良好状态。

3.6 重大危险源分级

在天然气管道系统的重大危险源辨识中,对危险源进行分级是一种重要的管理方法,通过对危险源进行分级,可以更好地理解不同危险源的风险程度,有

针对性地采取适当的管理和控制措施。在这一方面,首先,需要确定危险源分级的标准。这可能涉及到危险源的潜在风险、事故后果、可能性等因素,标准的制定应基于科学分析和实际经验,对管道系统中可能的危险源进行识别,包括压缩机站、阀门、连接器、调压站等,根据事前风险评估和分级标准,将危险源划分为不同的级别,例如高风险、中风险和低风险,常见的风险分级方法包括风险矩阵法和层次分析法等,风险矩阵法是一种常见的危险源分级方法,通过将事故的可能性和严重程度进行矩阵化组合,将危险源分为不同的风险级别,层次分析法通过建立分级结构,将危险源分解为不同的层次,然后通过专家判断或定量分析来确定危险源的级别。针对划分的不同危险源级别,进行详细的风险评估,包括分析可能的事,以及风险的严重程度和可能性,根据危险源的分级结果,制定相应的控制策略,高风险危险源可能需要更严格的控制措施,中风险和低风险危险源相对较轻,为不同级别的危险源制定相应的管理计划,包括安全操作规程、应急预案、监测措施等,针对高风险危险源的工作人员,进行相应的培训和安全意识提升,以确保他们了解和掌握应对措施,定期对危险源分级进行监督和审查,确保各级别的管理措施仍然有效和适用。

4 结论

综上所述,开展危险源辨识是保障天然气管道安全运行的重要基础,受到介质自身因素、设备因素以及环境因素的联合影响,导致天然气管道运行过程中面临的重大危险源相对较多,通过对重大危险源进行对比分析以及等级划分,可以有效制定合理的管控措施提高管道运行的安全性。

参考文献:

- [1] 田明亮. 基于无人机的山区天然气管道智能巡检系统设计与应用 [J]. 化工管理, 2023(01):135-137.
- [2] 陈敏, 卢东波, 李明. 天然气管道安全性分析及泄漏检测 [J]. 化工设计通讯, 2022,48(04):22-24+36.
- [3] 周宇鹏, 郑卓华. 天然气管道危险源识别及设备检修安全管理分析 [J]. 中国新技术新产品, 2020(15):141-142.
- [4] 何军, 沈群. 天然气管道高后果区模糊综合分级研究 [J]. 工业安全与环保, 2019,45(11):36-39.
- [5] 杨国胜, 张薇. 重大危险源辨识在天然气管道中的应用 [J]. 化工管理, 2019(13):132-134.