

# 化工压力管道设计中的安全问题研究

张 钰<sup>1</sup> 龚德鑫<sup>2</sup>

惠生工程(中国)有限公司 河南省 郑州市 450000

**摘 要:** 压力管道作为重要的传输设备,而其道内的传输介质主要分为两种,第一种为液体,第二种则为气体。然而这两种气体或不具有科学的安全设置加以保障,容易形成威胁因素。如果气体和液体在管道中发生泄漏,将会对周围的自然环境以及人民的生命财产以及生命安全造成极大的威胁,并且这种威胁具有两个特性:长期性和持续性。本文对化工压力管道设计中的安全问题进行研究。

**关键词:** 化工管道; 压力管道设计; 安全问题

## 1 管道设计中安全问题分析

### 1.1 管道腐蚀

管道的内部腐蚀是一个随时间变化的随机过程。腐蚀速率的任何测量或估计都不可避免,并且也包含一定程度的不确定性,因为它受到许多随机和认知不确定性因素的影响,例如从地质地层中提取的原油混合物、生水、有机酸和各种溶解气体如二氧化碳(CO<sub>2</sub>)和硫化氢(H<sub>2</sub>S),为钢创造了腐蚀环境,管道腐蚀缺陷的存在会降低管道壁厚,并引入额外的应力集中,导致管道承载能力降低,减少管道物料运输的寿命。

### 1.2 管道的塌陷

对于一些深埋地下的管道来说,例如油气管道,通常将物料运输的压力管道埋入地下,但是管道与地面沉降区的相互作用给管道设计、施工、运行和维护带来了额外的困难。地基沉降作用下的管道变形方式关系到关键部位高应力、高应变的发展。当这些应力和应变超过管道材料的极限要求时,管体的自身将无法承受物料运输过程中所带来的高应力作用,就可能导致管道失效。在这种情况下,破坏模式主要包括开裂和屈曲。因此,在管道设计和运行之前必须进行系统全面的评估以及施工地点的地质勘探工作,以避免过度的基础沉降活动影响管道安全<sup>[1]</sup>。

### 1.3 管道材料的选取

管道材料选用所涉及的各种方法、标准和规范。连同制造管道、配件的材料和配套设备,还必须考虑其他材料和因素,例如管道将浸入的材料、环境以及管道系统将输送的流体或材料。在选择合适的材料时,还必须考虑系统所适应的温度和应力以及管道的尺寸。每个代码都包含列出的材料,这些材料是各个社区已经检查并

发现适合在与该代码相关的系统中使用的材料。未列出的材料也经常接受,但有一定的限制。对于未列出的材料,必须按照规范中规定的方法来确定材料是否符合使用标准。

### 1.4 管道疲劳性能

管道疲劳断裂是油气管道输送服务过程中的主要失效模式。焊接接头作为管线管最薄弱的部位,要引起重视。由于连接管道各部分的首尾焊缝钢筋需要拆除,因此有必要对焊缝加固拆除前后焊接接头的疲劳性能进行研究。并且一些企业的管道物料通常长距离的运输,如果遇到地震等恶劣环境,会对压力管道产生巨大影响,因此对管线钢也要求具有较高的抗变形能力。在日常运作中,由于日常压力波动引起的循环载荷,例如运行过程中工作压力的停止和启动,疲劳裂纹可能在管道运行过程中成核和扩展,甚至最终发生灾难性故障,产生大面积的泄漏,严重危害环境以及人类的生活。在这方面,管道抗疲劳知识对于在施工过程中为管道设计和材料选择提供参考以及预测管道的使用寿命至关重要<sup>[2]</sup>。

### 1.5 管道截止阀的安装

管道截止阀的安装对于化工企业安全防护是必不可少的,为了控制可能发生的管道泄漏情况,每条管道都应配备特殊的截止阀。每当管道减压时,例如漏油,阀门会自动密封管道,将管道分成几段。因此,漏油仅限于两个连续阀门之间损坏部分的体积。这将极大减少物料的损失。此外管道截止阀的安装还需要配备直径较大的阀杆,因为在阀门关闭时,需要向阀瓣施加较大的压力,为保障阀门关闭时管道的密封性,操作力所需要克服的阻力,是阀杆和填料的摩擦力与由介质压力所产生的推力,所以在关闭截止阀时要比开启阀门时更费力。因此需要选

择力臂较长的阀杆, 避免阀杆顶弯的问题出现。

## 2 管道泄漏的检测方法

### 2.1 常规检测泄漏

对于所有常规管道、法兰、阀门等, 通过观察判断管道各处是否有冒烟、渗出、结垢等现象, 来粗略的判断管道。对于特殊物料运输的管道, 如瓦斯、氯气、液态烃类等易燃易爆或有毒气体时, 则需要通过肥皂水或者精密的试纸试漏, 观察管道焊接阀门或仪器设备处是否有轻微的漏气情况, 并且及时处理。对于一些没有危害的气体就可以用轻薄的纸条进行试漏, 观察纸条是否有被吹动的现象。此类检测方法仅适用仪器设备处微小的泄漏。

### 2.2 声波检测方法

对于一些大型化工企业, 压力管道系统比较复杂, 常规的泄漏检测将不能满足于保障企业以及操作人员的安全, 其将会应用一些先进的技术, 例如声发射法是声响传感器安装在紧靠管壁外侧。如果压力管道不慎发生泄漏, 在泄漏点将会产生特殊的噪音, 安装在管道外壁的声响灵敏传感器会被接收和将声响放大。计算机软件会识别出此类信号, 将接收到的噪声处理成直观的声音全波形图像, 再通过对全波形图像的细致分析, 达到监测管道泄漏情况和定位泄漏点的目的。该技术适用于管内流量小、压力高的管道。在检测埋地管道, 声发射技术比其他检测方法具有更高的灵敏度, 泄漏源的定位也非常准确<sup>[3]</sup>。

### 2.3 光学检测方法

二极管激光吸收的检测原理基于光谱吸收原理。气体分子选择性地吸收光, 气体的浓度是通过分析激光的初始功率和回波功率来获得的。将激光调谐到被测气体的吸收波长, 由气体吸收部分激光能量, 并利用接收到的激光回波信号, 只是使用二极管激光进行照明。这种技术适用于近距离手持设备。当激光束射向目标气体管道时, 如果天然气泄漏, 光束将被部分吸收, 泄漏气团的激光在气团后被反射回物体。为了确定反射物体和探测器的甲烷浓度, 探测器接收并解调光谱信号。实验表明, 该系统与甲烷具有良好的线性关系, 系统长期稳定可靠。

### 2.4 气敏检测方法

电缆传感器也已用于气体泄漏检测。电缆是使用与某些物质接触时会发生反应的材料制成的。这种反应会改变电缆的特性, 例如电阻或电容, 可以通过监测来感知泄漏的出现。在一个系统中使用了对碳氢化合物敏感

的传感电缆, 该系统可以以大约20m的精度检测和定位泄漏。其原理主要是一个电路连接到电源, 另一个电路连接到报警器。当两个电路接触时, 将发出警报信号。根据所使用的电缆, 可以使用多种机制来产生短路。当分离电线的材料降解时, 可能会发生直接电线接触, 在存在泄漏气体的情况下, 允许它们接触。当使用一种涂层材料时, 可以实现相同的效果, 一旦与气体接触就会膨胀, 迫使两根线连接在一起。这种泄漏检测技术提供了相当快的响应, 并且比某些计算方法更灵敏。

## 3 提高管道安全性的措施

### 3.1 管道材料的选择

在化工管道的设计中, 管道的选取是非常重要的, 对于不同的企业, 所要设计的压力管道也是不同的, 要明确管道各种材料的性能参数以及适用性, 并且要符合经济适用, 这对于企业来说非常重要。要保障管道有一定的机械强度, 一定要满足当前企业的运输要求, 在企业选用压力管道材料时, 先对本企业运输的物料进行分析, 查找国家相应的标准, 承受操作过程压力以及最苛刻温度压力的材料。这样做的目的主要是为了在管道投入使用中可以延长管道的使用寿命, 在后续的管道设计中, 也要注意不使用其他不合标准的材料, 要结合实际化工设计安全来进行完善。

### 3.2 管道的防腐

可以通过为管道提供外部涂层、使用隔离层、阴极保护系统或这些方法的组合来防止腐蚀。内衬包括沥青、水泥砂浆、合成树脂和镀锌, 而涂料包括树脂或PE套管。多层方法现在是钢和DI的标准用途, 包括聚合物薄膜(环氧树脂)或水泥砂浆衬里、黏合的锌和水性漆涂层或锌和铝的混合物, 其作用类似于镀锌但使表面积防止腐蚀蔓延。在对钢铁具有高度腐蚀性的环境中, 可以包括额外的保护, 例如阴极保护。然而, 这些方法并不完美。因此, 必须定期检查涂层、隔离层和阴极保护系统的状况是否存在任何问题。这种方法的主要缺点是增加了项目成本, 并且由于需要采取某些保护措施, 可能会减慢管道建设和安装过程<sup>[4]</sup>。

### 3.3 管道支撑架

通常在一些化工工厂中可能会将物料运输管道悬挂在地上的支架上。但由于环境、天气和人为等因素, 如管体自身过重、强降雨、狂风和坍塌等, 管道因此处于完全悬挂的状态。此状态下的管体本身以及管道与设备的焊接处会产生过大的应力(特别是在物料的传输过程

中),降低管道及焊接处的机械强度,随着时间的推移使管道发生形变。因此为防止管道悬空所产生的管体局部应力的增加,可以在较长管道中段下方增设了支撑保护架,来承担管体本身的部分重量,减少管体产生的应力,进而延长运输管道的使用寿命<sup>[5]</sup>。

#### 结束语

综上所述,对压力管道的设计进行合理的改善,保障其正常运行,为社会以及人们的生活提供更加便利以及安全的服务。

#### 参考文献

[1]刘占龙,程艳林.石油化工压力管道设计中的安

全问题探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(15):187-188.

[2]李威.压力管道安装监督检验的问题探讨[J].中国设备工程,2021(10):145-146.

[3]雷敏.压力管道防腐作用与安全检测[J].化工设计通讯,2020,46(8):102-103.

[4]魏其凡,张丽丽.化工设计过程中管道材料的选择及应用[J].化工设计通讯,2021,47(7):53-54.

[5]李蓉蓉.石油化工装置管道设计中的安全问题[J].化工设计通讯,2020,46(05):85-86.