

化工压力管道设计中的安全问题分析

杨 鹤 (宁夏工业设计院有限责任公司, 宁夏 银川 750001)

摘 要: 过程安全是化工生产的一个主要问题。大多数企业虽然采用运输管道作为原料的运输系统, 在成本、时间和方便等方面都比其他运输系统优越, 但由于其爆炸、易燃、泄露等危害性, 会对人体和环境造成危害, 本文主要对化工压力管道设计中存在的安全问题进行了深入研究。

关键词: 化工压力管道; 设计; 安全性; 研究

0 引言

压力管道是一种重要的输送装置, 其管路中的输送介质可分为液体和气体两大类。但是, 科学的安全措施并不能确保这两种气体的安全性。当管道中的气体或液体泄漏时, 会对周围的自然环境、人民的生命和财产安全造成极大的危害。因此, 企业要从化工管道安全防护设计内外环境、材料自身出发, 从整体上改善化工管道的稳定性、安全性, 以最大限度地减少各类不安全事故的发生。另外, 技术人员在设计化工管道中也要重视安全保护措施对管道安全的影响, 并根据地区的特征和形态, 确保管道使用的安全性。

1 化工压力管道中安全的重要性

当前, 随着我国化学工业的迅速发展同时, 也产生了安全、污染、生态环境、高能耗、产能过剩等诸多问题。在某些特定化工企业, 一个由几百到几千个危险设备构成的化工企业, 其复杂程度和相互依赖程度都很高。这些设备用于储存、运输或处理诸如易燃、易爆、有毒的有害材料, 大多数是在高温和高压下进行的。所以, 诸如压力管道泄漏, 管道爆炸等严重的问题都会引起严重的事故。另外, 这些安全事故的发生范围还会波及到邻近的工厂, 引发一连串的意外, 其影响远大于主要的事件。这种现象被称为连锁效应或多米诺效应。化工区的重大安全生产事故, 将会给企业带来巨大的财产损失, 人员伤亡, 严重的环境污染问题^[1]。

2 化工压力管道设计中的安全因素分析

化工压力管道的设计的安全因素包括三大类: 火灾和爆炸、中毒、反应性风险。首先, 在发生火灾、爆炸事故时, 由于化工压力管道中所用的主要介质为易燃、易爆材料, 企业应采用科学的储存、运输方式, 以防止各类危险事件的发生。相对于其他危险因子, 火灾爆炸所带来的影响较大, 对周边自然环境、人们的生产、生活的影响较大。其次,

由于大部分化工产品具有毒性, 若不采取有效的保护措施, 在没有足够的保护措施的情况下, 可能会以气体的形式侵入人体, 从而危害到人类的健康和生命。因此, 加强和优化化工压力管道的安全设计, 对保障生产人员及周边环境具有十分重要的意义。最后, 石化企业的压力管道在输送过程中会产生两种反应危害。一种吸收热量, 一种释放热量。后者比前者更危险, 例如卤素原子卤化。另外, 由于其本身的特性和活性, 若不加强对其的管理与利用, 将会造成严重的安全隐患。

3 化工压力管道设计中安全问题分析

3.1 管道腐蚀

管内腐蚀是一种随机性的、随时间变化的过程, 因此, 需要有专门的人实时对腐蚀速度进行测量和估算。由于其受多种随机和人为因素的影响, 如原油混合物, 原水, 有机酸, 以及 CO_2 和 H_2S 等不同的溶解气体, 在它们的作用下, 会导致钢管的厚度下降, 同时还会带来额外的应力集中, 从而导致管道的承载能力下降, 缩短管道运输的寿命。

3.2 管道的塌陷

在某些管道中, 例如油气管道, 输送物料的管道一般都是埋在地下的, 而管道与地表沉陷区的相互影响, 使得企业对管道的设计、施工、运行和维护工作变得更加困难。地基的沉陷变形规律与管道的高应力、高应变发展密切相关。如果这些应力、应变超出了管材的设计极限, 钢管自身就会承受不住输送过程中产生的高应力, 最终造成管道的损坏。失效模式主要包括开裂和屈曲。因此, 在管道的设计与使用前, 施工单位应进行全面、系统的评估, 并进行地质勘察, 以免发生过量地基沉降, 从而影响管道的安全。

3.3 管道疲劳断裂

在化工管道的应用中, 管道的疲劳断裂是其主要失效方式。焊缝是管道最脆弱的部分, 施工单位

应给予高度注意。由于连接管道的头焊、尾焊等部位必须拆除,所以需要对接缝补强拆除前后的焊接接头进行疲劳分析。另外,有些企业经常要进行远距离的输送。若遇上地震或其他条件较差的情况,会严重影响压力管道的安全运行。因此,对钢管的变形能力也有很高的要求。

在日常使用中,因日常工作压力波动而产生的循环负荷,例如工作压力的停顿、启动等,会使管道在使用中产生疲劳开裂、形核、扩展等,最后造成重大故障,造成大规模的泄漏,对环境和人员的安全造成极大的威胁。因此,了解钢管的疲劳特性,在设计、施工中,合理选用管材,并对其寿命进行预测是非常必要的^[2]。

3.4 管式断流阀的安装

管道截流阀的设置是保证化工生产安全的关键。为防止管道泄漏,每个管道均应有专门的截流阀门。无论什么时候,只要管道有了压力,比如石油泄漏,这个阀门就会把管道封闭起来,然后把它分成若干个部分。这样,原油泄露就可以在两个相继的阀门之间受到损坏的部位中得到保护。这样可以极大地降低物料损耗。另外,由于在阀门关闭时,会对阀片产生较大的压力,所以在安装管路截止阀时,必须安装较大的阀杆。为保证阀门在关闭过程中保持密封,操作者必须克服阀杆与密封垫间的摩擦力和由介质压力所引起的推动力。由于关闭断流阀要花费更多的精力,为了解决阀杆弯曲问题,必须选用长臂阀杆。除此之外,对于管材的选择需要满足我国相关施工规定。除了管道和附件的材料和设备的生产,还需要考虑其他的材料和因素,比如管道被浸泡的材料,环境,以及管道输送的液体或者材料。在选用适当的材料时,也要考虑到系统所能承受的温度、应力,以及管路的大小。对于未有要求的清单物料,应按规格说明的方法,选择物料的质量。

4 管道泄漏的检测方法

在化工管道的泄漏探测中,有关部门应根据不同的环境、不同的传输介质和不同的探测目标,选择适当的技术。施工单位需要不断引进先进的技术,改进、提高管道的性能。另外,在泄漏探测系统中,探测系统的灵敏度是一个非常重要的因素。在漏电监控系统中,要保证泄漏监控灵敏度高效性和报警响应的速度。最后,保证检测系统在一定的干扰、噪音的影响下,能正确地进行泄漏检测,保证漏报、误报均在指定的标准之内^[3]。

4.1 泄漏的常规探测

所有常规的管道,法兰,阀门等,都能大致的判断出管道有无烟、渗漏、污垢等现象。对输送特定物料的管道,如气体、氯、液烃等易燃、易爆或有毒气体,相关人员可以用肥皂水或精密测试仪进行漏油试验,观察管道焊接阀门或仪表装置是否有轻微气体泄漏,并及时处理。对于某些有害气体,可以用一张薄纸来检测泄露,看看有没有被风吹散。该测试方法只适合于仪器及仪器的微小渗漏。

4.2 声波探测

针对某些大型化工企业,其压力管路系统较为复杂,传统的泄漏检测方法难以满足生产单位及操作人员的安全需求。这时可采用诸如声发射等先进技术,将声波传感器置于管道外壁附近。当管道发生泄漏时,会有特别的噪音,安装在管子外壁的声敏感应器会对其进行接收和放大。计算机软件可对这些信号进行识别,并将其处理为可视化的全波形图象,并对全波形进行细致的分析,以实现管道泄漏进行监控,并确定泄漏点。这种技术适合于小流量、高压管道的施工。在地下管道探测中,声发射技术具有较高的灵敏度能够较精确找到泄漏位置。

4.3 光学检测方法

利用光谱吸收理论对半导体激光器进行探测。气体分子有选择地吸收光,并对其初始能量和回声能量进行分析,能够得到气体的浓度。激光器调谐在测量气体的吸收波长上,使激光的能量被气体所吸收,接收到的激光回波信号仅用于二极管激光器的照明。当激光束被导向目标气体管道时,若有气体泄露,激光会被部分地吸收,而泄露的气团会在气团后面反弹回来。试验结果显示,该体系与甲烷有较好的线性关系,并能长期稳定、可靠地运行^[4]。

4.4 气敏检测方法

在气体泄漏探测中,经常采用气敏检测方法。电线是用某种材料制造的,当它与某种物质接触时就会产生反应。该反应能改变线缆的性能,例如电阻器和电容器,而监控则能侦测到是否有泄漏。碳氢化合物灵敏感应电缆被应用在一个能够达到大约2千万精度的系统中。其基本原理是:一条线路连接到电力系统,而另一条线路连接到报警装置。当两个线路相接触时,会有一个警报。不同的电路可以根据所用的线缆而发生短路。在金属丝的材料分解过程中,有可能会产生与金属丝的直接接触,从而产生与泄漏气体的接触。采用涂料也能得到同样

的结果。一旦接触到气体,就会膨胀,将两条金属丝紧紧地粘在一起。该泄漏探测技术反应迅速,具有一定的灵敏性。

5 改进管道安全措施

5.1 管材选用

在化工管道的设计中,管道的选取是十分关键的。不同的企业对其压力管道的设计也不尽相同。对企业而言,合理确定不同材质的性能参数及适用范围,以达到经济上的要求是十分必要的。为保证管道的机械强度,施工单位应选择符合目前企业的输送需求的材料。施工单位要采取多种措施,以避免管线的破坏。具体来说,应该根据对材料的温度、压力进行调研、分析,确定合适的材质。若采用低温时,应选用耐寒性好的材质,以防止因管路破损而引起的渗漏,提高其温度、适应性和耐久性。另外,在考虑区域气候、气压的同时,还要根据当地的地形、外部条件,选用适宜的材料。另外,在考虑低温的同时,也要考虑到较高的温度。如果温度太高,则会对管线造成破坏,而高温的破坏力比低温要强。假如这一地区的温度很高,管子就会破裂。假如物质破裂,传播媒介就会泄露。因此,在选用材料时,既要兼顾温度,又要综合分析、综合判断^[5]。

5.2 管道的防腐蚀

施工单位可以通过提供外部涂层的方式,使用隔离层,阴极保护系统,或者结合上述方法进行防腐。内衬包括沥青,水泥砂浆,合成树脂,以及镀锌。目前,涂层中包含聚合物薄膜(环氧)或水泥砂浆衬里、粘结锌、水基涂料或锌与铝的混合物,与电镀锌相似,但能有效地阻止表面的侵蚀蔓延。在对具有强腐蚀情况下,还应增加诸如阴极防护等附加防护措施。但是,这些办法都不是十全十美的。所以,需要定期检查涂层,隔离层,阴极保护体系的状态。该技术最大的缺陷在于,必须采用一定的防护措施,这样会提高工程造价,延长管道的建造和安装时间^[6]。

5.3 管道支架

一般在某些化工企业,材料的输送管可能会悬挂在地面支架上。但是,由于环境,天气和人为的原因,比如超重的管道,暴雨,大风和塌方,管道会被彻底的中断。在此情况下,管道装置的连接处会产生过大的应力(特别是在输送物料时),会导致管道的焊缝机械强度下降,并且会随时间而发生变形。为了避免管道悬吊造成的局部应力增加,施

工单位可以在管道中部以下增加支护支架,以减轻管道的荷载,提高输送管道的寿命。

5.4 强化操作者的培训

人为因素是导致安全事故发生的重要因素。部分中小化工企业在安全投入和安全管理方面的缺失,使问题更加突出。通过安全教育,安全培训,交流,建立和完善公司的安全文化可以有效降低管道由于人为因素产生的安全问题。企业需要在前期对操作人员进行有专门训练,在获得相关资格后,才能进入工作岗位。然后,企业还要让员工定期了解安全操作规程,保证不会出现任何的差错。

5.5 做好安全防护工作

在分析外部环境对管道产生的各种影响的同时,也要对其进行持续的优化和强化。在管道的维修中,安全防护设备占有很大的地位。为此,企业应加强对化工设备的设计与优化,以改善化工设备的密封性能,以减少各类事故和风险。从当前的市场情况来看,受市场因素的限制和影响,管材的材质也是参差不齐。所以,如果使用质量不符合有关要求的管材,一旦出现问题将会造成无穷的麻烦。为此,企业要根据现场实际,科学地选用防护设备,加强技术研究,采取相应的措施,提高管材的质量,严格预防安全事故的发生。

6 结论

总之,化工管道安全防护设计要从内外环境、材料自身出发,从整体上改善化工管道的稳定性、安全性,以最大限度地减少各类不安全事故的发生。另外,技术人员在设计化工管道中也要重视安全保护措施对管道安全的影响,并根据地区的特征和形态,确保管道使用的安全性。

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(08):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(07):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.
- [6] 谷学山,李春月.压力管道设计中的安全隐患探讨[J].中国化工贸易,2019,011(001):28.