

化工压力管道设计中的安全问题研究

肇巍

沈阳鑫博工业技术股份有限公司 辽宁 沈阳 110004

【摘要】压力管道设计的好坏关系着整个化工企业之后物料运输安全以及管道自身的使用寿命,同样管道的设计安全问题也直接影响到操作人员的安全。因此,在安装及设计压力管道的过程中,要细致地对施工工作进行监督检验,做好施工记录,以明确相关人员的范围和职责内容,以防在后续工作中出现问题可以及时对前期工作进行调查并快速解决。进而进行具体分析结合具体情况,及时找到问题的根本,并提出有效的解决办法。

【关键词】化工压力管道设计;安全问题;对策

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2021.12.1757

引言

管道是当今化工企业中最重要物质运输媒介。在某种程度上,管道完整性和安全性与现代社会的持续发展和稳健性息息相关。因此,管道的安全设计和完整性对于可持续发展的未来和负责任的发展至关重要。本文将针对化工工艺路线及压力管道设计所存在的安全风险进行解析并提出了相应的管控措施以及优化方法。

1 压力管道设计中安全的重要性

现如今中国化工企业在高速的发展,但化工行业及其快速增长也带来了许多负面问题,如安全问题、污染问题、生态环境问题、高能耗、产能过剩等。其中常见的问题就是,在一些特殊的化工厂中,内部由数百个甚至数千个彼此相邻的危险装置组成的化工厂通常具有高度复杂性和相互依赖性的特点。这些储存、运输或处理危险物质(例如,易燃、易爆、有毒)的装置通常处于高温高压条件下。因此,主要不希望出现的情况(例如,压力管道的泄漏、管道的爆炸)可能导致重大事故。此外,这些主要事故可能会传播到附近的设施,引发一系列事故,导致整体后果比主要事件更为严重,这种现象被称为连锁效应或多米诺骨牌效应。化工区一旦发生重大事故,可能造成巨大的财产损失、人员伤亡、严重的环境污染以及生态伦理问题。

2 化工压力管道设计中内部安全因素的分析

化工压力管道设计中的安全因素分很多种,其中包括:有毒有害气体的泄露、管内输送的物质腐蚀管壁以及发生火灾爆炸等。

管道为了设计的美观及简约往往会设计弯头,这时一些具有腐蚀性的溶液输送时,管壁附近有滞流保护层,很少发生湍流,保护用腐蚀性物质的钝化膜不被破坏,保护管道。但管道在90°弯头处形成涡流,再加上焊接处的不牢靠,将会发生泄露的现象。因此选择合适的压力管道去输送相应的物质是尤为重要的。应该设置多个泄露检测点,保障工作人员可以第一时间处理,防止人身以及财产的损失。最后就是在管道输送易燃易爆的物品时,一定要按照规范进行储存和运输,避免火灾爆炸等现象的发生,因其造成的影响可能对人类和自然造成不可逆转的危害。对于以上的几种危害,现如今已有相应的解决办法,如Zhou等设计出一种管道运输石油和天然气管道,防止管道内火焰和爆炸波传播的技术方案,实验结果表明,填充球形抑爆材料对管道输送能力的影

响有限。

3 化工压力管道设计中外部安全因素的分析

除了从管道的运输物质方面考虑,管道在工作时的压力、温度、设计管道防护等,也对化工压力管道设计中安全因素产生影响。

在管道输送过程中,常常会因管内产生湍流现象使得输送效率下降,也会因产生剪切力冲击管的内壁。当管道所在处温度较低时,因材料很容易在低温环境下失去韧性而变得脆性,所以当温度处在一个温差较大的地区,就可能因管道的脆化而破损,导致有害有毒气液物质的泄露。最后就是设计管道防护,在我国化工行业化工管道需求中,需要帮助企业降低成本提高经济收益,这就需要在设计管道的过程中进行管道的应力分析。在化工管道设计的过程当中只有充分掌握其管道应力,才可以确保整个化工管道设计流程的正确实施。因此需要一定强度或耐腐蚀的外壳材料对其进行保护作用,也防止泄露的发生。

4 管道设计中安全问题分析

4.1 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(CO₂)和硫化氢(H₂S),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。

4.2 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。

4.3 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被接受,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。

5 管道泄漏的检测方法

5.1 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。

5.2 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。

5.3 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。

6 提高管道安全性的措施

6.1 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。

6.2 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极防止腐蚀蔓延。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。

6.3 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。

结束语

在化工企业中,工艺安全是工业活动中最重要的问题之一,尽管使用输送管线作为物料的输送系统在成本、时间和输送方便性方面优于其他输送方式,但由于存在爆炸、可燃性和泄漏等危害,会对人类和环境产生影响。主要对压力管道设计中的安全问题进行详细的分析,并且结合实际情况对提高压力管道安全性能的措施进行探讨。

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] 李洪昌,王晓迎.石油化工压力管道柔性设计的浅析[J].化工设计通讯,2019,45(03):27.
- [3] 项靖玮.化工石化设计院压力管道设计质保体系构建[J].安徽化工,2016,42(05):91-93.
- [4] 于欣,张振.探讨石油化工压力管道的设计[J].化工管理,2015(20):30.