

压力管道工艺设计中的安全隐患及优化措施

李凌波¹ 王文杰²

惠生工程(中国)有限公司 河南省 郑州市 450000

摘要: 众所周知,管道故障不仅会导致大量能源损失,还会导致严重的环境和生态影响,有时甚至会导致死亡,因此化工压力管道安全性的设计就显得尤为重要。通过不断分析研究,进行研发和技术的提高,促进管道设计安全达标,从而可以提高社会的经济效益,为绿色化工的发展以及人类的健康生活保障打下坚实的基础。本文对压力管道工艺设计中的安全隐患及优化措施进行探讨。

关键词: 压力管道;工艺设计;安全隐患

1 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^[1]。

2 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。

3 减少应力技术在压力管道中的应用

3.1 设置保护架

在化工领域,常常因管身或地面塌陷沉降导致管道的悬置,导致管道的弯曲应力增大,或者球阀下方没有安装支撑墩。由于球阀质量较重,球阀与管道的焊缝也会产生向下弯曲引起的弯曲应力。从而导致轴向应力使焊接处发生形变。因此为防止球阀与管道的焊接接头强度失效,可以在球阀或较长管道中段下方增设支撑保护架。这样球阀和管道的重量就施加在支撑墩上,而不是施加在焊接接头上^[2]。

3.2 增加管道的柔韧性

化工企业在设计化工管道的时候,不但要从管道外部设计出发,对于化工管道内部材料的选择上也要进行实质性的创新,对于需要高压运输的物料的管道进行柔性材料的处理及使用可以提高物料输送效率。对于柔性材料的选择,应该保障柔性材料和物料之间不发生相互的影响,不发生反应,不会相互吸引,不能出现裂痕。一方面,如果与物料发生反应和吸附可能会阻塞管道使管内产生湍流显现,减低物料运输的效率。另一方面柔性材料表面如果出现裂痕就会直接导致化工管道承受的峰值应力加大,最终影响整个管道的使用效果。

3.3 控制管道周围温度

化工管道常常会运输一些高热量物料,在使用过程中会有热胀冷缩的现象,或者是管道热应力过大所产生一系列管道变化,比如在物料运输中管道局部因过热导致此处应力增加,将会减少管道的使用年限,产生较大弯度致使物料发生泄露。所以在管道附近或管体进行检测和采取应急冷却处理的措施可以有效地避免管道弯处等承担的应力^[3]。

4 减阻技术在压力管道中的应用

4.1 非添加剂减阻

4.1.1 酒窝型

这种坑洼的形状在高尔夫球上的成功应用激发了减阻的实施，管道内壁上发生变形形成凹坑，反映了粗糙结构以刺激湍流边界层，它可以延迟流动分离，产生小的尾迹，从而降低地层阻力。

4.1.2 微泡型

微气泡减阻是三种主要的空气润滑减阻技术之一。人们对微气泡利用的兴趣在于其对环境的影响最小且生产成本低，其最重要的因素是微泡的大小。微气泡的直径小于100 μm ，而普通气泡的直径为100 μm ~1mm。平均直径为40 μm 的微气泡可以有效地延长流体从层流到湍流的转变。现如今已经有众多方法可以产生这种细小微泡，其中包括加压溶解法、使用微流体装置等。以上两种对管内壁进行的设计主要应用环保的特性，非常适用于食品以及药物的加工行业，因为它们无毒且不含对人体健康有害的物质。但是相对于减阻率高达80%的添加剂方法，其更适用于化工生产、石油运输、区域供冷和供热系统以及医学领域。

4.2 添加剂减阻

4.2.1 添加表面活性剂

大量实验表明，表面活性剂的加入可以显著降低湍流摩擦系数，其可分为非离子和离子型两种，非离子型表面活性剂还可以分为半极性、两性以及单键形成的一系列表面活性剂，而离子型表面活性剂是由阳离子表面活性剂组成。由于两亲性表面活性剂分子具有自组装的特性，因此使表面活性剂作为减阻剂成为可能，并有优异的减阻效果。液体或气体在压力管道运输过程中，表面活性剂颗粒可经过机械降解后自我修复形成线状胶束。这些胶束是自组装的，形成棒状结构，直径大约是表面活性剂分子大小的两倍，长度可增加数千倍。管道内表面活性剂的存在可以改变壁附近湍流爆发的强度和结构，并可以改变流动内部的涡流结构和形成。这些胶束的存在是被认为表面活性剂溶液具有减阻能力的原因。

4.2.2 添加固体悬浮液

固体悬浮液被认为是不溶性添加剂，由纤维和非纤维两种类型悬浮液组成。这些悬浮液在经济上有一定的优势，因为它们的原材料是可以轻而易举的从自然资源中获取。其中已研究的其他材料包括胶体晶体、

温石棉、铁粉和矿渣粉等。将两种类型的添加剂一起使用，得到了优异的效果，溶液在压力管道运输中，产生了超过95%的减阻效果。这种减阻技术虽然可以降低成本，但在实际的应用中可能出现聚合物添加剂容易发生化学降解的现象。当发生化学降解时，聚合物结构会由于聚合物与流体内其他物质之间的化学反应而发生变化，例如，在存在金属或存在氧时的任何自由基的情况下，运输介质中的高盐度或钙浓度也可能引发这种化学降解。此外高温条件下可能会发生聚合物活性降低，这与升高温度下分子的热运动增加有关，导致分子间相互作用的破坏。尽管单独使用这些方法并不完美，但这些方法的组合已被证明在减阻性能和经济性方面具有更大的潜力。可以通过整合每种方法的优点来创建新技术^[4]。

5 腐蚀减缓技术在压力管道中的应用

5.1 缓蚀剂

缓蚀剂是少量添加到介质中以防止或减少腐蚀的化合物。除了可能由腐蚀性物质引起的腐蚀之外，腐蚀抑制剂还可以保护金属在储存或运输过程中免受腐蚀。有效的缓蚀剂应与环境相容，相对便宜，并在以小浓度添加时提供所需的保护。一般情况下，因为肼是强还原剂，通常添加清除剂(如肼)来清除管道中腐蚀性物质氧。

5.2 涂层和衬里

保护涂层通常用于化工输送管道免受腐蚀。涂层可以在钢管表面外涂，以保护它们免受引起腐蚀的大气因素的影响。管道内壁涂有衬里和涂层，以防止内部腐蚀。根据温度、湿度条件和其他环境因素选择有效的涂层。保护涂层应适用、具有高黏性、不易脱落且与环境相容的特性。它们应能承受典型的储存、处理和降解，并维持所需的电阻率。涂层需要表现出高电绝缘性和强大的防潮层，目前化工行业使用的高效复合涂料，如聚乙烯、液态环氧树脂、聚硅氧烷、熔融粘合环氧树脂(FBE)、三层聚乙烯/聚丙烯(3LPE/3LPP)、沥青等，除了防腐蚀外，还可能具有多种功能，此类涂料多用于保护石油或天然气管免受腐蚀。如今缓解局部腐蚀的新技术已经开始进入行业，但仍需进一步研究^[5]。

结束语

本文从化工压力管道的设计的安全出发，对压力管道内外部管体设计中安全因素充分的分析，展示现如今对于压力管道应用方面的一些具体措施，并对其进行

一定程度的优化。总而言之，化工压力管道的设计是化工企业开展化工生产的基础，应该按照国家规定落实完成基础化工设备的保障，在此基础上继续创新完善管道设计安全以及管道路线的设计工作。在优化设计的基础上，加强后续安全操作等规范，从而保障化工产品的质量，也保障化工生产工作者们的人身安全。

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]黄本金.石油化工压力管道安装工艺及质量控制重点[J].建筑工程技术与设计,2016(10):90.

[3]徐祯炜.石油化工压力管道安装工艺及质量控制重点[J].化工管理,2015(24):161.

[4]齐彬,王保政.石油化工压力管道安装工艺及质量控制[J].工程技术:全文版,2016(04):229.

[5]赵丽京.石油化工管道设计应力分析基础上的柔性设计[J].化工管理,2015(26):55-56.