

压力管道工艺设计中的安全隐患及优化措施

马 媛 (宁夏工业设计院有限责任公司, 宁夏 银川 750001)

摘 要: 目前, 管道是化工行业最主要的材料输送工具。从某种意义上说, 管道的完整性与安全关系到当今社会的可持续发展与稳健。所以, 安全的设计与管道的完整性是可持续发展的关键。本文对压力管道工艺设计中存在的安全隐患进行分析, 并提出几点优化措施, 需要能够更好推进我国化工行业的发展。

关键词: 压力管道; 工艺设计; 安全隐患; 优化措施

管道失效不但会造成巨大的能源损耗, 而且会对环境、生态造成极大的危害, 甚至造成人员伤亡。因此, 对压力管道进行安全设计显得十分必要。通过持续的分析、研究和技术改造, 使管道的设计达到安全标准, 达到社会经济效益, 为绿色化学的发展和人类的健康和生命保护打下良好的基础。

1 化工压力管道设计中的设计原则分析

通过对化工企业管线的危险因素及安全隐患的认识, 结合化工企业的具体情况, 提出了化工企业管线安全设计的准则和原则。通过对企业的压力管线设计原理的研究, 对今后的工艺研究和管线维修工作具有重要的指导意义。首先, 对化学设备和管线进行安全设计, 必须按照可执行的原则进行, 这就需要设计人员在设计时充分考虑到实际的环境和材质, 同时要重视其可行性。在材料和管线安装前, 装置可以用催化剂或改进的气体介质来进行试验, 以便在下一步的运行中, 并能有效地解决问题。其次, 为了避免复杂的管线设计, 应尽量做到清晰、简洁、规范, 在设计时应尽量避免复杂的流程, 以免造成不必要的干扰, 同时也会给以后的维修带来危险。所以, 在进行设计时, 必须尽可能地对工艺过程进行优化, 使整个系统更加简单, 更加高效。除此之外, 化工企业需要对管线原料的归类, 应根据具体的使用条件, 选用不同的类型和材质。特别是, 在选用和使用材料时, 要考虑到不同的因素, 如区域的温度、气压。

2 压力管道工艺设计内部的安全性分析

化工企业的压力管道的设计存在着许多的安全问题, 如有毒气体泄漏、管道内输送的物质腐蚀、火灾、爆炸等。为了美观、简洁, 管道设计中常采用弯管。在这种情况下, 在输送具有一定的腐蚀性液体时, 管道的壁面周围会形成一层静止的保护膜, 因此很难产生紊流。防腐材料的钝化膜不会被

破坏, 从而起到保护作用。但是, 在 90 度弯曲处产生的涡流, 以及焊缝的不可靠等原因, 可能导致了管道的渗漏。所以, 选择适当的压力管道来输送对应的物料就显得非常重要。为了保证工作人员在最短的时间内及时发现漏油, 避免人身和财产的损害。在使用管道运送易燃、易爆物品时, 应严格遵守有关规定, 防止发生不可挽回的火灾、爆炸事故。针对以上危险, 目前已有了相应的对策。比如, 油气管道输送技术, 可以阻止火焰和冲击波通过管道。试验结果显示, 充填球状阻燃剂对管道的传输性能有一定的限制作用。

3 压力管道工艺设计外部的安全性分析

在压力管道的设计中, 除考虑输送物料的因素外, 压力、温度等因素也会对其安全性能产生一定的影响。在输油管道中, 由于存在紊动现象, 导致输油效率下降, 而剪力会对管内壁产生一定的冲击。如果管道温度过低, 则会使其在低温下失韧, 从而导致脆性降低。在温度变化大的地区, 易发生脆性断裂, 造成有毒有害气体的泄漏。随着我国化工行业对管道的需求量越来越大, 为降低生产成本、增加经济效益, 企业必须对管道进行应力分析。在化学管道的设计中, 要想使整个化学管道的设计顺利进行, 必须对管道的应力进行充分的把握。所以, 管道必须要有足够的强度或者抗腐蚀性的外壳来保护其免受渗漏。

4 减少应力技术在压力管道中的应用

针对压力管道设计中的安全因素, 企业在现代化化工生产中, 设计适合于温度、壁厚、压力、直径的管道时, 必须综合考虑各种因素, 并对输送管道的受力情况进行综合、全面的分析, 并提出相应的保护措施。

4.1 设置保护架

在化学工程中, 管道的弯曲应力增大常常是因

为管壁或地面的崩塌、下沉,使管道受弯应力增加,或是球阀下无支撑。球阀具有一定的重量,使其在焊接过程中会产生弯曲应力,这将造成焊缝的轴向压力增加从而产生变形。因此,在球形阀门下面或者更长的管道中部,可以设置一个保护架,这样球阀和管道的重量就施加在支撑墩上,而非焊接接头。

4.2 管内环境温度的控制

由于管道常会运输一些温度较高的物料,因此在使用时管道会产生热胀冷缩等现象,或者由于管道的热应力过大而产生一系列的变化。比如,在输送物料时,由于温度过高,会造成管道局部应力增加,从而造成管道寿命和寿命的大幅度下降,甚至造成物料泄漏。所以,所以在管道附近或管体及时采取降温措施,能有效地防止管道弯曲所受到的应力^[1]。

4.3 柔性设计

关于管道的布置与柔性设计是指在管道布置设计中合理确定管道走向和合理设置管道支吊架,其目的是为了防止管道应力超限以及保护管道设备。比如,在设计水泵和压气机的管路时,一定要保证与装置相连的管路要有足够的弹性,以减小管路对装置的压力和转矩。通常,为了减少阀门的自重对装置出口的压力,可以在靠近设备的阀门处安装一个支撑架,或者在装置的管道周围安装一个用于承受远侧管道水平方向的推力的限制或引导架。在供热管道设计中,为了使管道在热状态下仍然能够承受管道的负荷,使其不会出现空位,在有可能存在蒸汽和水的情况下,为了避免“水锤”,应该采取缓闭式止回阀。同时,在管道阀门的前、后适当安装一个固定托架或限制托架,并确保托架有足够的强度和刚性,以避免在操作过程中由于水冲击引起的管道变形和振动。管道支架的布置、强度、刚度对管道的安全、稳定起着重要的作用。尤其是在设计上,如果设计有特别的要求,或者负荷超过了规范规定的极限值,则需要进行强度、刚度的计算与检验。

4.4 管道阀门的选用

对于蒸汽、油和其他介质,和含微粒的固体和粘性较高的介质,闸阀是最好的选择,但是阀门不适用于容易结焦,节流和调整的介质。相对于闸阀,截止阀具有调整性能好、结构简单、成本低、但密封性差、液阻大等优点,适合在经常开关情况下使用,不适合于高粘度、含易沉积微粒之物料,亦不

适合于排气阀及真空系统之阀。球形阀门和活塞阀门可以快速的转换,最大限度地减少流体的阻力。适用于低温、高压、粘度高的介质,但不能用作流量调节。尤其不能用节流阀做截断阀。安全阀是为保证压力管道安全工作而设计的一种超压防护设备。在确定额定压力、工作压力等级、排量(或流通区域)后,安全阀的设计应根据实际情况进行计算,选用适当的安全阀,不可任意选用。在阀门的选用与设计中,要特别注意一些介质对阀门、配件的特殊要求,例如:液氨、氨气。氨液管路系统必须使用特殊的氨气阀门及附属设备,其额定压力不小于2.5MPa(表压)。举例来说,阀门是不能用于氧气管路的。阀门的密封材料应采用石墨处理过的石棉或聚四氟乙烯材料,或膨胀石墨等等,特殊的需求必须满足相关的设计和行业标准^[2]。

5 减阻技术在压力管道中的应用

目前有两种主要的减阻措施,通过添加剂和非添加剂减少阻力。这两种措施既能降低压力泵的输油能力,又能减小管道内紊流对管壁的影响,从而延长压力管道的使用寿命。

5.1 非添加剂减少阻力

目前,减阻剂的加入无疑是目前工业中最受欢迎的一种。但是,对于添加后不能有效地降解的添加剂,其对环境和安全的影响已引起了广泛的关注。于是,很多学者开始采用非添加剂减少阻力。使用最多的就是“凹形”和“微气泡”来减少阻力。该方法能延缓流体的分离,形成较小的尾流,减少地层的阻力。微泡阻尼是目前国内外应用最广泛的三种降阻技术之一。由于其对环境的污染最少、生产费用低廉,因此,人们对使用微泡有很大的兴趣。影响最大的是微泡的大小,微泡的直径在100 μm 以下,在100mm范围内,平均直径40 μm 的微泡可以有效地延长层间向紊流的转变。现在有多种制备微泡的方法,如加压溶解、微流控装置等。以上两种管内壁的设计都是出于环境保护的考虑,所以很好的适应于食品和医药行业。但是,与减阻率80%的添加剂方法比较,该方法在化工生产、石油运输、区域冷暖及医疗等方面具有较好的应用前景。

5.2 添加剂减少阻力

5.2.1 表面活性剂的加入

大量试验结果显示,添加表面活性剂能明显地减小紊动阻力,并将其划分为非离子型和离子型。非离子型表面活性剂还可以分为一类具有半极性、两性和单键的表面活性剂。表面活性剂是一种新型

的减阻剂,它能起到很好的减阻作用。当流体或气体通过压力管道时,其表面活性物质会在机械降解后自行恢复,从而形成线状的胶团。这些胶团通过自我组合而形成了一个棒。它们的直径约为表面活性剂的两倍,其长度可扩大几千倍。管内表面活性剂会影响管道壁上紊流爆发的强度和结构,从而影响漩涡的结构和形状。由于这种胶团的存在,使得表面活性剂水的阻尼性能得到了提高^[3]。

5.2.2 固体悬浮物的加入

固体悬浮物是一种不能溶解的助剂,它包括纤维和无纤维的悬浮物。由于其原料来自天然资源,所以这种悬浮液在经济上有很大的优势。其他的研究物质有胶体晶体,温石棉,铁粉和矿渣粉。两者结合,可以达到很好的效果。这种溶液对管道的阻尼作用大于95%。尽管采用该技术可以减少生产成本,但是在实际使用中,聚合物的性能会出现很大的变化。在化学降解过程中,聚合物的结构会因与其他材料的化学反应而发生改变。例如,当金属或氧气存在时,高的盐含量或载运媒介中的钙浓度也会引起该化学降解。另外,在较高温度下,聚合物的活性会下降,这是由于温度升高而引起的分子热移动,从而使分子之间的相互作用被破坏。尽管上述两种方法都不是十全十美的,但是它们结合起来对减阻效果和经济效果都有很大的发展空间。新技术可以结合每个方法的优点而被开发出来。

6 高压管道缓蚀技术的应用

腐蚀是一种具有破坏性的金属腐蚀,在输送各类物质时,会对环境和人体造成一定的不利影响。比如,在油气生产和处理中,腐蚀会越来越严重。其他的化工管道和交通设备也有这种腐蚀性。我们所熟知的腐蚀由三部分组成。首先,阳极是腐蚀金属的部位。其次,电解质是一种能把电子从阳极向阴极位置的腐蚀介质。第三,阴极是一种导电材料,它在侵蚀时不会被损耗。在实际生产中,很多管道都有局部的腐蚀。例如,由于液体组成和工作状态的改变,比如温度和压力,接头和导管会变坏。金属的退化往往伴随着力学性能而下降,例如韧性和强度,从而造成材料的损耗和厚度的损耗。腐蚀工艺所带来的严重影响已经开始在全工业中得到了广泛的重视^[4]。

6.1 缓蚀剂

缓蚀剂是为了阻止或减轻腐蚀而加入的一种物质。在贮存和运输期间,除腐蚀可以有效防止腐蚀。高效的缓蚀剂应该与周围环境兼容且价格低廉,并

且在加入较小的浓度时能起到必要的保护作用。通常,因为联氨是一种很强的还原剂,所以经常会加入诸如联氨之类的清洗剂来除去管道中的氧。

6.2 涂层和衬里

防护涂料是一种常用的防腐涂料。为了防止由于空气等原因导致的腐蚀,可以在管道的外表上涂敷一层涂料。管子的内壁采用涂层和衬里,从而避免管道内部的腐蚀。根据温度、湿度等环境条件,选用合适的涂料。涂料的特性是:易脱落,附着力强,环保。它们必须能够经受典型的储存、搬运和降解,并且能够维持所要求的电阻性。该涂料必须具有高的绝缘性能和较强的防水性能。在化工领域,广泛应用于各种化工产品,如:聚乙烯,液态环氧树脂,聚硅氧烷,熔结环氧树脂,沥青等。这种涂料的作用是防止油气管道的腐蚀。目前,减轻局部腐蚀的新工艺已经初见端倪,但还需要更多的研究。例如,粘弹性胶条可以起到防腐的作用,尤其是对于不规则的表面,由于其将固态和液体的性质相结合,所以还可以使用疏水性的材料作为防腐涂料。这种涂料能够抵抗水分,液体和微生物的活性。另外,防腐技术的发展方向还包括自修复涂料和复合涂料^[5]。

综上所述,本文从安全角度对压力管道的安全设计进行了全面的分析,并对其在实际工程中的应用进行了详细的探讨,提出几点优化建议。因此,化工行业中的压力管道设计是化工企业开展化学生产的重要依据。根据国家有关法规,对基本化学设备进行安全防护。以此为依据,不断地改进和改进管道的设计与设计。通过对化学制品的优化设计,强化对后续的安全作业等方面的管理,以保证化工产品的质量和员工的生命安全。

参考文献:

- [1] 冯秋良. 实用管道工程安装技术手册 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.
- [2] GB/T20801.1-2006. 压力管道规范 - 工业管道第一部分: 总则 [S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2006.
- [3] 岳进才. 压力管道技术 (第二版) [M]. 北京: 中国石化出版社, 2001.
- [4] 周锡坤. 冷库建设与使用中安全问题与对策 [J]. 冷藏技术, 2007(1):51-52.
- [5] 陈闽榕. 冷库工艺管道设计亟待规范 [J]. 冷藏技术, 2008(3):19-21.