

化工工艺管道设计中安全危险的识别及控制探究

韩健康 张茜青（兰州寰球工程有限公司，甘肃 兰州 730060）

摘要：文章针对化工工艺管道设计的安全危险因素识别以及控制进行研究。首先，探讨了化工工艺管道设计的基本概念和特征。随后，分析了影响化工工艺管道安全性的因素，以火灾爆炸、反应性危险、中毒、机械破坏和腐蚀为主。最后，结合化工工艺管道设计需要遵循的可持续性以及简易性原则，分别从应力减少、腐蚀减缓以及减阻三个方面提出了相应的技术控制策略。

关键词：化工工艺设计；安全危险；识别控制

虽然我国的化工企业依旧保持一种高速发展的状态，但同样也面临着安全、环境污染等多方面的问题，在部分较为特殊的化工企业生产过程中。多个生产装置普遍带有危险性，并且彼此相连，使得化工企业的内部产品流程变得越发复杂，这些危险物质普遍带有易燃、易爆和毒性，通常会在高温高压条件下储存。也正因如此，管道泄漏和爆炸这类问题很有可能会带来重大安全生产事故，并且直接威胁到附近的设施。现代化工企业在发展过程中对于化工工艺的管道设计工作更加关注，尤其是在安全因素识别和控制方面表现得更加明显，这对于化工企业的安全、稳定生产有着十分重要的作用。故此，简单分析了化工工艺管道设计面临的安全危险因素以及相关控制技术策略，为化工工艺管道设计工作的调整和优化提供参考。

1 化工工艺管道设计概念和特点

1.1 概念

化工工艺管道设计主要是针对化学工艺管道进行产品设计，包括了管道的组成结构、连接方式、材料等方面。在开展化工工艺管道设计工作时，需要对每一个化工工艺管道设计要求及原则有一个清晰的认识，对其化工工艺设计工作的精神及要点有一个全面的理解，并且在设计时需要严谨详细，按照有关设计规范来执行，如果不按照规范的要求进行设计会给化工企业带来非常严重的危害。因此，必须重视化工管道设计工作，严格遵循设计规定，加强安全意识，做好安全措施，防止意外事件。

1.2 特点

对于化工生产活动而言，化工工艺管道设计相对于其他各项工作表现出一定的特殊性。第一，化工工业管道设计属于生产安全的核心保障，也会在很大程度上影响到化工生产效率和质量，关系到作业人员的安全和化工企业的经济效益。第二，化工工艺管

道设计包含的内容相对复杂，相关工作人员应当对所有细节之处进行深入研究和分析，得到准确丰富的数据支撑，从而制定有针对性的危险识别与安全防护方案，所以化工工艺管道设计属于一项系统性、复杂性的工作。第三，大部分化工企业为确保化工产品可以尽可能早地进入市场，促进自身经济效益不断提升，常常会选择将化工工艺管道设计和开发工作同步推进，即便如此一来可以进一步减少化工产品的入市时间，然而在工艺管道设计和开发同步推进时可能产生的安全隐患也必须引起充分重视，所以危险性较高也属于化工工艺管道设计的突出特征。第四，化工工艺管道设计对作业人员专业素质能力提出了较高的要求，涉及多种专业学科知识，需要打造一支专业技术强、综合素质高的复合型人才队伍。

2 影响化工工艺管道安全性的因素分析

2.1 火灾爆炸

目前化工企业所用的化工管道普遍会运输易燃、易爆这类生产介质或者是原材料，这类材料在运输以及保存期间都需要对外部环境因素进行调整，一旦出现各种特殊情况，很有可能会带来爆炸火灾这类状况。相较于其他物品爆炸的危害，在化工管道中运输的物体因为易燃易爆特性更加明显，并且部分物质带有毒性，在火灾爆炸事故的影响下，可能会带来更加巨大的危害以及损失。

2.2 反应性危险

目前在石油化工管道介质运输以及反应的过程中，大致可以分为两种反应性危险，以吸热和放热为主，并且放热的危险明显要超过吸热，尤其是部分卤素原子卤化反应在持续发展的状况下，必然会释放大量的热量，部分化工生产原料燃点较低，很容易带来燃烧爆炸这类事故。此外，部分化工产品的原料有着较强的反应活性，在吸热反应的影响下，还有可能会

带来各种安全事故。

2.3 中毒

部分化工企业所用的生产原料或者是产品带有一定的毒性,通常会从皮肤以及口鼻进入人体,从而在人体内产生各种危害,如果生产人员长时间处于有毒的环境下,必然会出现脏器以及其他系统的损害。正因如此,化工工艺管道设计的安全与否,将会对周边的生产环境以及居民的人身安全产生最为直接的影响。

2.4 机械破坏

在化工工艺管道设计工作中,必须要综合考虑机械破坏带来的影响,是因为管道受到外部环境制约,从而带来安全问题。如果管道所处区域的温度相较于其他正常区域温度明显下降,这种长时间低温环境很容易导致管道材料失去韧性而变得更加脆弱,环境的适应能力明显减弱,在外界冲击力的影响下,很容易造成断裂问题,从而出现管道破损以及气体和液体的泄漏问题。此外,如果管道所处生产区域环境处于一种环境参数长时间波动变化的状态,在外部环境的频繁变化下,也会产生对应的管道问题,从而带来安全生产事故。

2.5 腐蚀

与环境变化对于化工工艺管道带来的影响相对比,腐蚀现象产生的破坏变得更加明显,目前化工工艺管道传输的介质以气体和液体为主,并且这类生产原料普遍带有一定的腐蚀性,在管道长时间运转之后,通常会因为这类介质的流通而产生持续性的腐蚀现象,这类现象的日积月累必然会出现管道的泄漏以及断裂问题。正因如此,在现代化化工工艺管道设计工作中,相关人员更加关注选择抗腐蚀性能较为优秀的管道材料,但同样的,即便选择使用腐蚀性较强的管道材料,在管道建成之后依旧需要定期进行防护以及维修,确保在管道介质运输的过程中能够始终处于安全状态。

3 化工工艺管道设计的基本原则

以现阶段化工工艺管道设计和运行的具体状况看来,影响其安全性的因素种类较多。在化工工艺管道设计工作中,相关人员需要遵循如下原则要求:

3.1 可持续性原则

设计人员必须要综合考量环境以及材料的可行性、使用价值,在管道铺设工作之前,可以使用催化剂这类材料对于设备进行检验,以此为后续的管道运营提供相应的支持,并且需要针对管道设计以及运行

过程中存在的安全问题形成相应的解决方案。

3.2 简化原则

化工工艺管道设计需要尽可能避免复杂化,设计人员要在符合已有规范要求的前提下,避免使用过分复杂的工艺。如果化工工艺管道的设计内容过分复杂,不仅意味着干扰因素明显增加,同时后续的管道安全维护工作也会受到一定的影响,故此设计人员在化工工艺管道设计工作过程中需要尽可能地对管道组成以及设计流程进行简化,确保化工工艺管道的设计能够出现向着精简化方向发展。

3.3 针对性原则

化工工艺管道运输的介质存在明显的差异,尤其是在腐蚀性以及运输温度方面表现得更加明显,为了避免在管道运行过程中出现断裂、泄漏这类问题,要求设计人员结合化工工艺管道运行的要求以及运输介质的特性、生产区域的温度和压力这类数值合理选择管道设计以及制造材料。

4 化工工艺管道设计工作中的安全危险因素控制策略

4.1 应力减少策略

正是因为影响化工工艺管道设计的安全因素十分多样,故此要求设计人员对于多种因素综合进行考量,保障管道在温度、壁厚、压力、口径等数值方面能够符合相关标准的要求。总体看来,应力减少技术控制策略的应用,可以从保护架的设置、管道柔韧性提升以及周边温度控制三个层面入手。对化工工艺管道设计工作而言,通常会因为管道自身以及地面沉降塌陷带来管道的悬空放置现象,如此一来,管道的弯曲应力数值便会明显增大,或者出现球阀下方缺乏支撑墩的问题。因为球阀自身的重量明显增加,球阀与管道之间的焊缝也会逐渐向下弯曲,从而产生较大的弯曲应力,最终导致焊接处出现形变现象。在化工管道设计的过程中,可以在球阀或者是距离较长的管道中段下方设置相应的支撑保护架,确保支撑墩能够分担球阀和管道的部分重量,避免对管道焊接接头产生过大的应力。

此外,在化工工艺管道设计过程中,为了有效控制安全危险因素带来的影响,也需要同时针对外部设计以及内部材料选择进行创新。如果管道需要高压运输各种介质,则可以进行柔性材料的处理,而在柔性材料选择的过程中,必须要保障管道材料和运输的介质之间不出现任何化学反应,避免出现相互吸引的现

象。主要是因为如果管道材料与物料发生反应,很有可能会出现管道阻塞的问题。同时,柔性材料表面一旦出现裂痕,意味着化工管道的承受峰值应力数值将会急剧增加,对于管道安全性都会产生明显的影响。

考虑到化工工艺管道运输的部分物料温度相对较高,会带来热胀冷缩的现象,如果管道热应力数值过大,也可能出现各种管道变化,管道的使用寿命明显减少,管道弯度也会进一步增加,从而出现物料泄漏的问题。故此,在化工工艺管道设计过程中,需要针对高热量物料运输管道或者附近的管体及时进行检测,并制定冷却处理的措施。

4.2 腐蚀减缓策略

腐蚀作为直接影响化工工艺管道设计以及安全运行的重要因素,在管道设计工作中,相关人员可以通过使用一定数量的腐蚀剂,并将其在介质中添加,避免出现各种腐蚀化合物。此外,除了因为腐蚀性物质带来的腐蚀现象之外,腐蚀抑制剂能够在金属管道运输和储存物料的过程中出现腐蚀现象。一个高效的缓蚀剂需要与运输以及生产环境完全兼容,并且经济性也较为优秀,甚至于在小浓度增加时,也能够满足管道运行的保护要求。一般而言,肼作为一种强还原剂,设计人员可以通过适当添加借此对管道中存在的腐蚀性物质进行清理。

在化工管道设计过程中,也可以使用涂层保护方法,一般可以在钢管的外面进行喷涂,避免受到外界腐蚀因素的影响。管道内壁又可以涂抹衬里和涂层,避免出现内部介质腐蚀现象,设计人员需要根据管道介质运输过程中的温度、湿度以及其他环境条件科学选择用于管道内壁的涂层,需要在黏度、不易脱落以及环境适应性方面有着明显的优势。同时,这类涂层需要有效承受各种材料的处理需求,维持需要的电阻率。目前化工行业在发展过程中用于管道的复合材料以聚乙烯、液态环氧树脂等为主,除了防腐蚀处理之外,也可以使用各种涂料避免出现管道的腐蚀问题。

4.3 减阻技术策略

减阻控制同样也是在化工工艺管道设计过程中有效控制安全危险因素的有效方法,一般可以分为非添加剂减阻以及添加剂减阻两种方式。现如今,因为减阻剂会带来一定的环境污染问题,并且在添加之后无法降解,非添加剂减阻方法得以在化工工艺管道设计中逐渐应用。酒窝型减阻方法实际上来源于高尔夫球,高尔夫球表面存在的坑洼能够有效地减低阻力,而在

管道内壁上出现的各种凹坑能够在提高管道内壁粗糙性的同时,对于端流边界层产生刺激,从而使得流动分离出现延迟,有效地降低阻力。此外,微气泡减阻也是目前主要的空气润滑减阻方法之一,该方法不仅不会对生态环境带来明显的影响,同时成本投入相对较低,微气泡的直径通常小于 $100\mu\text{m}$,能够将流体从层流到湍流的转变过程有效地进行延长,一般都会使用加热溶解法以及微流体装置产生细小微泡。在当下非添加剂减阻方法发展尚未成熟的状况下,添加剂减阻方法应用依旧较为普遍,其中又以表面活性剂使用最为常见。在管道运输气体和液体介质的过程中,这些表面活性剂颗粒能够在机械降解之后自我进行修复,从而形成线状胶束,相较于表面活性剂的分子直径会大约提升两倍,长度能够提升数千倍。表面活性剂的存在意味着管道内壁附近湍流爆发的强度和结构能够得到一定程度的改变,从而发挥其良好的减阻能力。

5 总结

总体看来,目前化工工艺管道设计工作的安全与否将会直接影响到后续的介质运输以及产品生产。影响化工工艺管道运行以及设计安全性的因素以腐蚀、机械破坏、中毒和反应性危险等因素为主,呈现出明显的多元化发展现象。设计人员要在遵循可持续以及简易性等原则要求的前提下,选择使用应力控制、腐蚀减缓以及减阻等多项技术控制策略保障化工工艺管道能够在符合已有产品生产要求的同时,有效避免不良安全因素带来的影响,提高化工企业生产的安全性。

参考文献:

- [1] 唐迎邛. 化工安全设计中的危险因素辨识及应对措施 [J]. 化工管理, 2023(09):161-164.
- [2] 康列. 化工安全设计中的危险因素及应对策略 [J]. 化工设计通讯, 2022, 48(10):165-167.
- [3] 顾文龙. 化工安全设计中的危险因素及应对策略探究 [J]. 现代盐化工, 2022, 49(01):88-89.
- [4] 吉立明. 危险能量隔离上锁挂牌验证方法在化工安全生产中的应用 [J]. 化工管理, 2021(22):84-85.
- [5] 刘志远. 化工安全设计中的危险因素及应对措施 [J]. 现代工业经济和信息化, 2021, 11(07):208-209.
- [6] 许国荣. 化工安全设计中的危险因素及应对措施分析 [J]. 当代化工研究, 2020(15):20-21.
- [7] 卢艳芳, 林海波. 化工工艺设计中安全危险的识别与控制分析 [J]. 化工管理, 2021(36):100-102.