

换热器管线阻尼减振技术研究

张俊慧 杨令 王晓胜 刘春红
辽宁远大换热装备(集团)有限公司

摘要: 振动是工业管道运行中一种十分常见的问题, 其对管线及相关设备的安全运行有着十分严重的影响。本文将换热器为例, 对其管线振动情况及其原因进行深入分析, 在此基础上基于新型粘滞性阻尼器, 结合现场的实际情况, 制定科学合理的阻尼减振技术方案, 解决管线的振动问题, 希望可以为工业管线的减振提供一定的参考借鉴。

关键词: 换热器; 阻尼减振技术; 粘滞性阻尼器

现如今, 在石油化工、电力、炼油等领域, 压力管道已经得到了广泛的应用, 且呈现出多样化发展的趋势。由于这类管道的工作条件相对较为恶劣, 且工况复杂, 因此在经过一定时间的服役之后, 管线容易出现结构性损伤, 出现振动现象。结合实践来看, 管线振动的原因复杂且分析难度较高, 为问题的解决带来了巨大的困难, 本文将结合实例对一类换热器管线阻尼减振技术进行分析研究

一、换热器管线振动情况及原因分析

在炼油厂生产体系中, 换热器、压缩机等各类设备的连接都需要使用到管道, 在设备运行的过程中, 管线会产生脉动流体, 很容易在阀门、弯头等部位引发激振力, 致使管道出现振动。若是不能及时发现并解决振动问题, 会导致管道出现开裂, 影响到生产作业的正常开展^[1]。因此, 对于管线存在的振动问题, 必须进行及时的分析和处理。

(一) 理论研究概述

结合现有管道振动控制理论研究来看, 我国已经许多学者从不同的角度提出了管道振动计算和控制的方法。如党锡淇等从力学应用角度分析得出管道振动是一种特殊的机械运动现象, 是泵或压缩机等动力装置间隙性的加压产生脉动流体使得管道出现激励振动。再如, 周云从冲击方面入手, 在对不同管道系统进行比较分析之后, 构建了更加科学精确的管道力学模型。综合来看, 我国关于管道振动的理论研究在实践中的应用相对较少。而在实际工程中, 主要是通过工艺流程优化、安装阻尼器或是改变管道布置等方式解决管道振动问题。相较而言, 采用安装阻尼器的方法在便捷性、成本、减振效果方面都要优于其他两种方法, 因此在实践中的应用最为广泛。

(二) 换热器的管线振动情况及原因分析

为了提高研究的实效性, 本文特别选择某炼油厂, 对其换热器的管线振动问题进行分析。之后根据现场的管道空间布局, 制定了较为合理的阻尼减振技术方案。经过现场调查可知, 该厂生产现场的换热器管线布局十分复杂, 存在大量的弯头、阀门以及三通。在部分位置, 管道的垂直悬空高度已经接近5m, 但是支撑却存在严重的不足。经测量, 管线振动最剧烈的一点, 其振速高达43.3mm/s。由于管线的工作介质具有易燃易爆的特性, 高强度的振动会对生产过程的安全性产生巨大的威胁, 同时可能导致管道上的附件设备出现损坏。此外, 管道振动使得介质泄漏的风险大幅度增加, 进而引发火灾、爆炸等安全事故。

通过对现场情况的分析后, 对换热器管道出现振动的原因进行了分析, 具体包括以下几个方面: 其一, 换热器管线中同时存在气液两种相流, 使得管道内部压力变化频繁, 容易对管壁产生冲击而导致振动。其二, 脉动流体压力变动会在管道外头、阀门等部门产生激振力, 受此影响管道出现振动。其三, 管线长度过大、悬空高、支撑少、刚度小, 容易出现振动^[2]。

(三) 针对换热器管道的有限元分析

为了进一步确定导致换热器管道出现振动问题的主要原因, 综合管道的各项参数, 基于有限元软件构架了管道模型。根据现有理论研究可知, 工业中激振频率的共振区为0.8f-1.2f, 如果管道的固有频率出于共振区内, 管道必然会出现剧烈的振动。结合实际测量结果来看, 换热器出口管线振动频率正好处于其激振频率的共振区内。根据有限元软件的计算可知, 管道弯头部位及其周围的振动幅度最大, 管道经常出现上下摇摆的情况, 与管道实际情况相一致。由此可见, 换热器出口管道出现振动的主要原因是脉动流体激振力的影响。

二、换热器管道阻尼减振技术研究

(一) 管道粘滞性阻尼减振技术

粘滞性管道阻尼器主要由上下两个部分构成, 包括活塞、阻尼孔、导杆、密封材料等多个部件。在实际使用的过程中, 阻尼器通过导向杆和存在振动的管道连接在一起, 此时振动管道及其原有支撑部分将和阻尼器共同形成一个振动系统, 管道振动会带动活塞挤压阻尼液而产生阻尼, 阻尼力的方向和管道振动的方向刚好相反, 因此能够对管道运动起到阻碍作用, 进而将管道振动产生的能量耗散, 而且阻尼器的安装使用不会对设备的正常运行产生影响。

(二) 减振方案设计以及取得效果分析

在经过严密的现场测绘和模态计算之后, 确定了阻尼器的最终安装位置, 即振动管道的最大弯头处。由于管道的悬空高度较高, 因此在阻尼器安装前需要在其下方新起四个水泥地基, 同时地基上焊接相应的立柱型钢, 最后在立柱之间焊接横梁, 为阻尼器提供支撑平台。管道和阻尼器之间的连接还需使用到管夹, 用于吸收管道振动能量^[3]。

根据设计方案进行阻尼器的安装之后发现, 在生产作业中换热器管道的振动幅度出现了明显的下降。使用振动测量仪对换热器出口管线进行多次振动测量, 之后将所获得的数据和安装前的数据进行比对, 结合结果来看, 换热器管道原先振动最剧烈的一点, 其振速从43.3mm/s下降到8.6mm/s, 降幅高达80%, 同时, 管道其他部位的振动情况也得到了明显的改善。综合来看, 阻尼器的应用使得换热器管道各个部位的振动情况均实现了有效的改善, 达到安全生产作业的要求, 由此可见, 本次换热器管线阻尼减振技术方案的应用取得了理想的效果。

结束语

综上所述, 炼油厂换热器出口管线振动问题的引发原因十分复杂, 除了管道本身的刚性问题外, 介质脉动是最常见的一种。在经过有限元软件计算分析之后, 本文结合粘滞性阻尼器制定了适应现场空间布局的阻尼减振技术方案, 在不影响正常生产作业的情况下对换热器管线进行了减振改造, 经验证, 减振效果十分突出, 极大的提升了生产的安全性。

参考文献

- [1] 余栋栋, 何立东, 冀冲尧. 阻尼减振技术在管道上的应用研究[J]. 噪声与振动控制, 2017, 37(06): 186-189.
- [2] 张力豪, 何立东, 余栋栋, 胡航领. 换热器至闪蒸塔管线粘滞性阻尼减振技术研究[J]. 化学工程与装备, 2018(06): 186-189.
- [3] 余栋栋, 何立东. 换热器管线的阻尼减振应用[J]. 化学工程与装备, 2018(08): 1-4.