

石油化工设计中管道应力分析

王在刚 李天敏

陕西航天机电环境工程设计院有限责任公司 陕西西安 710000

摘要: 管道是石化企业中必不可少的一环,其作用是将各种设备及配套的设备联结起来,并对确保各类液体的输送起到关键作用。管道的应力分析和计算是管道的设计工作,对管道的挠度设计和施工的安全性起着关键的作用。本文结合多年的工作实践,着重探讨了化学工程中管道的受力问题。

关键词: 化工设计; 管道应力; 要求; 要点分析

Analysis of Piping Stress in petrochemical design

Zaigang Wang, Tianmin Li

Shaanxi Aerospace Electromechanical Environment Engineering Design Institute Co., LTD.,
Xi 'an, Shaanxi 710000

Abstract: The Pipeline is an essential part of petrochemical enterprises. Its role is to connect all kinds of equipment and supporting equipment and to ensure the delivery of liquid plays a key role. The stress analysis and calculation of pipeline is the design work of pipeline, which plays a critical role in the design of pipeline deflection and the safety of construction. In this paper, the stress problem of pipelines in chemical engineering is discussed.

Keywords: Chemical design; Pipeline stress; Requirements; Key points

引言:

在石油化工管道工程设计中,管道设计问题是管道应力计算分析。在化学工程的设计中,管道的设计者不能仅凭自己的主观意志来进行,必须充分地考虑管道的受力状况,才能保证管道的正常工作。即通过对管道的应力进行科学的力学分析,使分析的结论达到规范化的要求,使管道与相连机器、支吊架等设备和建筑结构方面的安全化。同时,在实际操作中,也要确保管道的高效率,避免在工程中发生重大失误,确保化工项目的正常进行。

一、相关概念综述

1. 管道应力概念

当受到外力作用时,构件会发生变形,这表明由于受到外力的影响,构件中的原子之间的位置会发生变化,而原子之间的相互作用力(引力和排斥力)也会随之变化。这个力的变数叫做内力。每一段的内力都是连续的,被称为应力。化工产品输送过程中,管道是其主要的输送媒介,但由于其化学性质的特殊性,对管道的压力有很大的影响。管道的受力和受力是通过管道的受力、力矩、应力的分析与计算来确定管道的安全性能,同时也可以满足设备、吊架和建筑结构对管道的推力的限制,

以保证管道的经济性和合理性。

2. 进行应力分析的原因

管道在使用中可能会受到压力、重量、风、地震、设备振动等各种载荷的影响。应力计算是为了预防管道的应力和塑性失效,保证装置的安全和安全,并为建立支架的建立奠定基础。在对管道进行受力计算的基础上,对管道走向进行适当的调节,增加支吊架或支座等措施,确保与管道连接的设备 and 建筑物的安全。

3. 进行应力分析的管道类别

在管道结构设计中,当管道达到极限温度(高温、低温)、高压、大直径薄壁管道、工况剧烈运行时,管道与泵、压缩机、反应器等连接时,都要进行应力分析。

4. 进行应力分析的目的

本文主要进行静态分析研究,旨在研究管道中流体在相对平稳的情况下所受到的压力,通过优化是指管道、设备和支架的受力达到了设计的要求、技术规范,保证了管道、设备和结构的安全。对不同工作条件下的受力状况进行仿真,进行分析和优化,以确保管道和管件达到其允许的应力值,法兰垫片达到其温度特性,装置的管径也达到要求,从而确保管道和装备的安全性。同时,通过对管道进行的应力计算,可以为有关工程的施工单

位提供相应资料,使其能够协同工作,使其达到最好的效果。其次,对管道的变形进行了研究,以避免因大的变形导致与导致的管托滑脱和管道碰撞,为选用弹簧支吊架提供参考。其次,要充分考虑到动力装置,合理配置弹性支吊架、固定支架、软连接等,以减小其震动的效果,同时,还需要对支架、管道走向等进行优化,避免产生振动。在具体工作中应注意地震、风荷载、雪荷载等因素对生产的影响,以确保生产的安全性。

二、化工管道应力分析的主要内容和方法

1. 化工管道应力分析的主要内容

(1) 动力分析

对化工管道的动力分析主要包含以下几个方面:一,对化学管道的应力有较大影响的往复式压缩机,必须分别进行受力分析,着重分析了往复式压缩机的气柱频率和压力脉动对化工管道的影响,以有效地控制其对管道的影响,避免在使用过程中发生气柱共振,确保化工管道的安全运行。二,化工管道在输送各类化学介质时,会受到多种因素的影响,使其发生振动,因此,必须对其进行振动分析,以便了解其受力的规律,以便对其进行有效的分析;三,对化工管道中的各类物料进行全面的分析,并将其与实际情况相结合,以便了解其在输送介质时的振动频率,做出相应处理,防止工作中出现共振现象。

(2) 静力分析

对化工管道的动力分析主要包含以下几个方面:一,当化工管道受到外部压力的时候,会和周围的化学装置产生反作用,通过分析不同的压力,可以计算出管道的受力,从而保证化工装置的安全生产。此外,还应对管道的支撑结构进行合理的受力分析,防止在压力作用下发生管道渗漏;二,为了在化工管道的设计进行约束,满足变形、冷缩、热胀等条件下,采用应力统计方法,将二次应力控制在合理的范围内,防止化工管道的损坏。三,分析了化学管道在静力载荷下的一次应力值,并根据计算的应力值,合理分析应力值,避免了化学管道在静载荷下发生变形,甚至造成管道毁坏。

2. 方法

随着各种工艺装置的不断大型化,以及新工艺和新装置的不断出现,管道的压力、温度不断提高,管径和壁厚不断加大,管道应力分析也受到越来越多的重视。就化工厂的管道而言,其有着不同的类型,而这种类型实际上也需要有着不同的分析方法与其相对应,总的来说,常用的应力分析的方法有目测检验法、简单分析法(图表法、公式法)和计算机辅助应力分析法。管道设计中通常根据介质的危险性、管道操作工况、地震烈度、行业类型等来确定应力分析的方法。

(1) 目测检验法。

具有同样或大致等同于正常使用的管道(或分析过

的管道),可以使用目视检查。从过去的经验和对比的结果来看,可以通过目测来确定,而不必对其进行更细致的应力分析。这时,需要一定工程经验的目测人员。

(2) 简单分析法

简单分析法虽然不能提供精确的荷载和应力,但其计算方法简便、快捷,甚至可以由非专业应力分析人员进行。

(3) 计算机辅助应力分析

采用专门的管道应力分析软件,对管道进行了详细的应力计算及结果分析。对评价管道的各个分支点的应力、约束点和末端(装置的管口)的力和扭矩进行了计算和分析。

三、石油化工管道设计的应力分析

1. 一次应力分析

从石油化工管道的受力情况看,一次应力的计算主要是由钢管所受的内力和剪切力组成。将外部的应力划分成风荷载和人工载荷。在管道使用期间,当管道受到荷载超过其自身的屈服强度时,管道会产生塑性变形,并在一定程度上导致破裂。因此,在进行管道设计时,必须对管道的屈服强度进行控制,并在管道上留出足够的余量,精确地估算出管道所受的荷载。在石化管道的工程设计中,一次应力是一个重要环节,这些压力会对管道的使用造成直接的影响,所以在进行管道的安全性检查时,必须根据管道的屈服强度进行评估。

2. 二次应力分析

二次应力是由于管道热胀、冷缩和端点位移共同影响而形成的。该方法并不与外部作用力进行平衡,而是需要足够的压力来达到管道的位移限制或者管道本身的变形。二次管道的受力分析及应力的特征是:在一定范围内,只要局部屈服或少量变形,即可满足其对自身的变形的连续性,从而不会发生持续的变化。二次应力又分为二次薄膜应力和二次弯曲应力。一次的应力计算,是防止在安装过程中发生管道坍塌。二次压力是为了避免管道在热变形后出现故障,管道是否会对装置造成超出允许负荷的问题,以及如何计算出管道的位置,以及如何避免并排放管道之间的互相干扰。

3. 峰值应力分析

在石化管道的设计阶段,对管道的局部最大应力进行了研究。一般情况下,最大的压力是由一次应力和二次应力叠加引起,峰值应力并不会造成管道变形,造成管道穿孔。不同的环境因素对管道的布置也有一定的作用,例如:温度、湿度等,采用实验法对其进行综合评价。

从石油化工管道施工的观点出发,对其进行应力计算具有十分重大的现实意义。第一,确保管道的正常运行。长输管道的安全是保证公司的可持续发展和赢利的

关键。通过对密封性、耐腐蚀性和抗压性的研究,可以确定管道的安全性。其中,压力强度的判定以应力为主导。第二是确保管道辅助装置的整体操作的安全性。石化管道的输送,要求各种辅助装置,例如三通、法兰等。如果辅助设施的工作质量有问题,很容易导致安全性问题。比如在石化管道中,由于温度高,由于其热膨胀和收缩作用,很容易导致设备的损伤,从而导致燃气泄露,从而导致安全问题。对管道进行应力计算和辅助设施的正确布置,对于确保管道的总体安全具有重要意义。

四、管道应力分析

1. 管道布置及模型的建立

在标准所设定的管道应力容限之内,也就是二次应力符合要求;管路对接设备的受力和扭矩在设备厂商的许可范围之内,而不会给设备或设备带来过大的压力和变形;管路对法兰的力和扭矩应该不会引起介质的泄露,管路的压力和扭矩也不会损坏管路的支架。在进行了多个角度的压力分析,然后根据压力的变化,制定了相应的挠性设计方案,包括最大应力的位置和值,最大压力的容限,支撑点、弯头、管口等重要部位在冷、热状态下的偏移、支撑在冷、热状态下的承重,计算出相应的弹性支撑资料,包括支承点的变形和载荷。

管道的受力计算分为静态和动态两部分。静力计算包含管道一次应力和二次应力、管道对设备、支架和凸缘的受力分析;可以从多个方面进行调整,增强装置管口的抗力,分析震源处的振荡和应力的防治措施。通常采用在管道上适当地安装支架和调整管道布局来提高管道柔性,从而减少应力和震动。对简单管系模型进行简单的手工计算,对较大的管系采用软件进行模拟,并对其进行校验,并将其作为正式文件存档。

2. 合理选用及设置支吊架

适当地布置管道支吊架,可以有效地降低二次应力和管系振动对管道产生的二次应力。根据它的基本作用,管道支架可以分成承重支架、极限支架和减振支架。各分类中各有若干种不同的用途,例如:承载式框架中的刚性支撑,适合在没有竖向移动时使用;在支撑框架中使用的是引导框架,当管道发生轴线向偏移时,需要进行侧向移动,而在阻尼支撑中,减振支架抑制管路的震动^[1]。安装支撑架时要注意以下几个问题:在集中载荷大的管件安装支撑;安装支撑架间距不超过管道的最大跨距;在泵、压缩机等灵敏设备的周围安装一个弹性支座,以减小设备管口所受到的载荷;对有必要进行详细应力分析的管道,按其强度值的大小布置支架,以保证其不受建筑物或构筑物影响。

3. 使用冷紧的方法

在化学管道的建设中,采用冷拉法可以有效地减小管道在运行初期所承受的压力和扭矩,从而将热膨胀引

起的压力集中于冷态,同时还可以减小接头处的应力,保证管道的正常工作。

4. 增加管道的柔性

管道柔性是管道变形的一个重要指标,它能够吸收热胀、冷缩和其他位移变形。为了提高管道柔性,提高管道的受力状态,一般有三种措施:第一,通过改变管道走向,提高管道的自然补偿能力。为了提高钢管的柔性,一般采用“π”形和“U”形弯曲的方法,使管系的热变形增大。二是采用膨胀节。利用波纹管的伸缩变形,能有效地吸收因温度变化而引起的冷热位移,从而降低管道所承受的应力。三是选择了弹簧支吊架。采用弹性支架降低了管道的位移应力,安装后能够得到稳定的支撑,减小了管道的附加应力。

五、结束语

管道动态分析是一项非常繁琐的工作,需要建立相应的数学模型,以连接管道的振动装置为基础进行计算。在管道静力学分析中,设置管道支架既能承担管道本身的载荷,又能有效地控制管道的一次应力,又能有效地控制管道在不同方向上的变形,从而调整和改善管道的应力分布。改进管道弹性的方法有很多,从经济性和安全性两个方面考虑,首先应该考虑管道的自然补偿,在空间有限或者经济上计算不合理的情况下,可以考虑采用补偿装置。文章着重介绍了压力管道应力分析的目标和处理措施,阐明了应力分析在管道设计中的重要作用,为管道工程设计中的应力分析提供了参考。

参考文献:

- [1]杨学松.化工设计中管道应力分析软件的应用探索[J].现代盐化工,2022,49(01):70-71.
- [2]王进飞.化工装置中安全阀工艺设计及附属管道应力分析[J].化工管理,2022(01):120-122+143.
- [3]李国永.石油化工管道设计中基于应力分析的柔性设计分析[J].化工管理,2019(25):74-75.
- [4]谢明.石油化工管道设计的应力分析与柔性设计研究[J].决策探索(中),2019(07):15-16.
- [5]刘俞瀚.石油化工管道设计中基于应力分析的柔性设计[J].石化技术,2019,26(01):316.
- [6]彭卫星,冯传壮.化工管道设计中的应力分析[J].化工设计通讯,2018,44(06):102.
- [7]周长江.石油化工设计中的管道应力分析[J].山东化工,2017,46(20):129-130.
- [8]刘豫.管道应力分析概述[J].化工管理,2017(15):198-199.
- [9]王庭恭.化工设计中的管道应力分析探讨[J].民营科技,2016(12):139.
- [10]陈秋玲.石油化工设计中管道的应力分析[J].化工管理,2016(11):15.