

# 化工管道设计中的管道应力设计

李 超

中石化洛阳工程有限公司 河南洛阳 471000

**摘 要:** 近些年来, 化工涉及到管道设计技术受到了越来越多的关注。对于此类技术来说, 其中涉及管道应力分析与计算是极为重要的部分, 对于研究管道在各种荷载下的应力表现有着突出的作用, 且有助于安全经济管道的设计。就当前的基本情况来看, 管道应力分析对管道的安全生产以及优化设计等都有着显著的功效, 且已成为石化和电力等工业管道设计中的重要基础。

**关键词:** 化工设计; 管道应力; 分析探讨

## Pipeline stress design in chemical pipeline design

Chao Li

Sinopec Luoyang Engineering Co., Ltd. Luoyang City, Henan Province 471000

**Abstract:** In recent years, more and more attention has been paid to the pipeline design technology involved in the chemical industry. For this kind of technology, the pipeline stress analysis and calculation involved is a very important part, which plays a prominent role in studying the stress performance of the pipeline under various loads, and is conducive to the design of safe and economic pipelines. According to the current basic situation, pipeline stress analysis has a significant effect on pipeline safety production and optimization design and has become an important foundation in petrochemical and electric power industry pipeline design.

**Keywords:** chemical engineering design; Pipe stress; Analysis and discussion

### 引言:

得益于当前日益发达的科学技术, 同时也为了给社会提供更加安全可靠的化工产品, 化工产业的发展势头很强劲, 我国的化工产业基本形成了一定的体系, 对生产过程中工艺流程的控制更加严格精密, 为未来化工企业的长远发展打下了较好的基础。但目前对化工行业必须要用到的管道设计与分析的重视程度还不够, 化工产业管道设计中还存在诸多问题, 例如管道的应力系统分析问题, 这对化工产业今后的长远发展有着十分重大的影响, 因此对化工设计中管道应力的相关分析与改进必须给与一定的重视, 保障化工生产安全性的同时提高生产效率, 为化工生产企业创造更大的经济效益。

### 1 化工管道应力的主要类别

#### 1.1 一次应力

对于化工管道来说, 一次应力指的是在外界作用力影响下, 外在荷载对管道产生一定应力。一次应力没有限制性, 不能用化学管网自身具有的抗压性对管道外界

的作用力进行有效抵抗, 促使化工管道承担较大负担, 换句话说, 就是附加荷载与一次应力呈正比关系, 同时还具有较强的平衡性特点, 但是, 当压力程度不同时, 其对管道所产生的作用效果也具有较强的差异性, 当外界对管道施加的压力超过其自身的承重力时, 化工管道就极易发生塑性形变甚至管道破损等不良现象, 因此, 需要根据实际情况, 针对不可抗性对管道产生的不同压力, 对管道的压力值进行有效判断, 并设计出相应的缓解措施<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 二次应力

二次应力一般是受管道在运行温度的影响产生的应力现象, 二次应力与管材自身的性能有着密切的关系。化学工业管道的二次应力一般由运行中的温度因素对化工管材材料产生的胀缩引起的。对于一次应力, 二次应力具有较高的自觉性和自限性。即当化工管材的荷载超过其承载能力的极限时, 管材的某些部位因无法承受外部荷载而发生了小面积的塑性变形。化学工业中的管

道,在经过一定时间的塑性变形后,可以根据自己的受力情况进行平均,使管道的应力分布均匀,并抽离塑性变形区的应力,保证管道重要受灾区慢慢恢复。因此在管道设计中,要充分考虑运行工况对管道的二次应力的影响,高温高压等条件对管道的材质和压力等级都有很高的要求,为防止由于工况的改变,造成管道的应力破坏出现影响管道完整性的现象,应将局部易受工况影响的管道进行局部加强或是更换材质。

### 1.3 峰值应力

峰值应力指的是管道在运行中部分零件脱落或松动而造成的应力情况,其直接指向化工管道的设计过程失误。而且,峰值应力的产生往往会增加一次应力和二次应力的风险。峰值应力虽难以对化工管道系统造成塑性的变形,但也会对管道系统形成潜在的损坏风险,对此应力情况,管道极易出现裂缝、破损与变质等问题出现,这样的潜在威胁从某一角度上也降低了该化工管道的存在价值,对于后续的管道使用也会造成影响,可能出现的问题。特别是由于峰值应力的状况,管道长时间运行,很容易出现局部设计不合理造成管道运行存在潜在的危害。

## 2 化工设计中管道应力的分析

### 2.1 动力分析

第一,在管道进行工艺介质输送过程中,可根据输送介质之间的差异性,与实际化工管道运行情况进行有机结合,通过分析能够有效得出管道在输送介质中所产生的自振频率,避免在管道输送过程中出现共振现象<sup>[2]</sup>;第二,通常情况下,复式压缩机的应用对化工管道应力的影响较大,主要影响方式也是通过共振现象进行施加应力,因此,需要对其进行单独的受力分析,其中包括复式压缩机气柱频率、压力动脉等,在此基础上制定相应的预防措施,切实达到降低共振危害的目的;第三,在化工管道介质运输过程中,可能会受到多种外力联合作用产生应力影响,导致化工管道出现被迫振动现象,因此,必须根据实际情况,针对化工管道被迫振动的原因进行深入分析,才能有效了解和掌握其振动规律,为优化化工管道设计提供科学高效的信息依据。

### 2.2 静力分析

针对管道的使用状况标准制定中,预应力是一项十分关键的检测指标。石油化工产品在生产或运输的过程中,往往需要经过管道运输的方式进行运输,管道的强度与承载能力会直接影响到产品运输的安全性与时效性。同时,管道的预应力承受能力,还会直接影响到管道维

修工作中的承载能力等,对于确保管道维修工作高效开展有着重要的影响。针对管道的原始数据测量中,测量的最大缺陷深度、最大缺陷长度和管道的极限拉伸长度等都需要进行严格的计算。这些基础数据对于管道的维修有着十分重要的影响。特别是在海底管道的最大许用操作中,管道所承受的压力会直接影响到管道维修的安全性。在维修中,应该最大程度地降低管道所承受的压力,避免在维修过程中出现严重的安全事故。在确保工作压力相对稳定后,接下来需要对管道内的防腐保温层等进行杂物清理,并在检查无误后继续投入使用。另外,除了预应力这一种力以外,管道受到热力学原理的影响,其热胀冷缩后还会造成管道的偏移,导致管道实际使用出现问题。

## 3 化工管道设计中降低应力的策略

### 3.1 选取合适的管道支吊架设置方案

支吊架广泛应用于石油化工行业的管道设计中,是管道系统中非常重要的一个环节。支吊架的设置要求需要首先对管道受力情况进行全面详尽的分析计算,其中起到承重作用的支吊架可分为刚性承重以及弹簧支吊架。弹簧支吊架在出厂前进行了整定,当安装到管道和设备上后,在准备开工运行前将弹簧的定位销取出,使之投入到运行状态,需注意的是在管道进行水压试验和清洗管路时,不得拆除弹簧支吊架的定位销。支吊架系统在管道系统中具有至关重要的作用<sup>[3]</sup>,根据管道的不同工况进行应力分析从而科学合理的设置支吊架能够有效减少应力对管道系统的负面影响,但与此同时不科学不合理的支吊架设置位置会使管道的应力增加,从而影响到管道的正常运行。科学的管道支吊架设置方案还能够使管道所承受的二次应力减小,从而进一步为管道的安全运行提供保障。

### 3.2 增加管网的柔韧性

在选择化工管道的材质上也可以对其柔韧性予以合理的要求,柔韧性作为抗压能力的一种,能够在抵抗管道应力时予以一定的抗压性与自限性。这种完善管道硬件措施的方法,同时在进行管道材质的选择上,要避免出现裂痕与缝隙。柔韧性较弱的管材,受到应力冲击时极易造成管材裂痕从而导致管道的峰值应力过大,这样会在出现问题后造成整个管道系统的瘫痪。故在选择材料时应细致检查管材是否有细小裂痕。选择柔韧性强的管道材质,能够在设计管道走向的过程中,以最小弯度实现管道走向的设计简单化,使管道发生自然因素的基本概率降低,那么其受自然因素而发生一次应力的情况

就会相应减少。这不仅达到了降低管道应力的概率,同时也减少了化工管道工程造价的成本。对化工管道采取柔韧性较好的管材选择,与柔性设计有着一定的联系。柔性设计,即根据管道变形的相应特点和规律,在管系设计上对其变形这一物理变化概念予以相应产生因素的区分。例如在管道发生变形时,可以通过对基本成因的不同分析而采取相应的解决政策,以保证相应的管道承受能力,防止管道在运行中产生位移或是变形的不良现象出现。热胀冷缩或是自身原因造成的管道变形,可以对应地选用加长管道或是端点附移的合理设计,从而保障设备的运行不受管道应力的影响,也最大限度地避免了由于管道疲劳或水平力矩过大造成的辅助支架破坏等情况<sup>[4]</sup>。

### 3.3 应力分析要符合规范

在化工管道设计过程中针对管道应力的确定一定要满足相关的规范要求。在计算管道应力时需要综合分析各种可能出现的工况,既要考虑水压试验、管道吹扫、风及地震载荷以及各种操作组合工况,同时也要考虑到可能出现的一些极端工况,在严格按照压力管道设计相关标准规范的前提下,选择合适的应力分析软件进行分析计算。最后在设计环节中为了减少管道受到应力震落出现管道破损等情况,还要对管道的壁厚及承压进行计算,保证各方面的参数值均符合规范要求<sup>[5]</sup>。

### 3.4 采取冷紧措施降低应力

冷紧指的是在安装管道时预先施加于管道的弹性变形,以产生预期的初始位移和应力,从而达到降低初始热态下管端的作用力和力矩。在化工管道设计过程中,需要充分考虑到在实际操作工况下,经常会出现由于局

部的二次应力,导致管道出现弹性变形的情况,继而增加了管道的弯曲程度,以至于出现管道弯曲过大的情况,主要是由于化工管道材料出现热胀冷缩而引起,极易造成管道工艺介质泄漏事故,对生产安全带来严重威胁,因此,必须要在设计过程中做好冷紧措施预防方案,才能够有效保证化工生产的安全运行<sup>[6]</sup>。

## 4 结束语

综上所述,化工管道设计中的管道应力分析对管道的运行以及使用寿命有着直接的作用,同时也是化工行业的命脉所在,关系到化工生产的各个方面,因此对于管道应力的研究探讨绝对不能停止。当前在化工设计中的管道应力分析已经有了一定的成果,能够初步解决一些管道应力导致的问题,但是这还远远不够,只有将这一研究深入持续地进行下去才能够保障化工行业的生产效率以及安全性不断提高,助力化工行业持续长远的发展。

### 参考文献:

- [1]周晓庆.化工设计中的管道应力的探讨[J].化工管理,2019(18):131-132.
- [2]肖豪,王金苹.化工设计中的管道应力分析[J].化工设计通讯,2019,45(05):180-181.
- [3]王虎臣.化工管道应力分析基础上的柔性设计[J].盐科学与化工,2019,48(03):1-4.
- [4]孙伟.化工装置中的管道应力分析及优化[J].山东化工,2018,47(09):91-92.
- [5]郑菲菲.浅谈化工管道设计中的管道应力设计[J].中国化工贸易,2019,11(17):15.
- [6]韦征,顾顺超.如何正确分析化工管道设计中的管道应力[J].化工管理,2015(16):180.