

石油化工压力管道柔性设计的浅析

李凌波¹ 刘春晓²

惠生工程(中国)有限公司 河南省 郑州市 450000

摘要: 压力管道是石油化工装置体系中的核心构件,其性能设计的科学性与石油化工企业装置的高效运行息息相关。若压力管道在使用过程中,存在柔性不足情况,会导致化工装置出现位移、管道断裂、介质泄漏等问题。因此,为提高石油化工企业管道柔性,文章对石油化工压力管道柔性设计展开研究,以完善压力管道整体性能。本文对石油化工压力管道柔性设计进行浅析。

关键词: 石油化工; 压力管道; 柔性设计

引言:在石油化工企业发展中,压力管道设计水平影响着石油化工装置生产、运行时的可靠性。而压力管道柔性设计的合理性,同样关系着石油化工企业设备的正常运转。因此,文章结合石油化工压力管道柔性设计要求,对压力管道的柔性设计展开分析。同时提出应力分析对管道柔性设计的引导价值,希望给予相关从业者建议与参考。

1 石油化工管道柔性设计相关概述

科技、经济快速发展中,石油工艺技术水平不断提高。在此背景下,具有高压性能的管道被广泛应用在石油化工企业中,与此同时,管道布置、功能参数要求增多。为避免石油化工装置在生产过程中,因管道出现热胀冷缩现象,使得管道衔接处出现泄漏的情况,并且在较大力矩作用下,导致生产设备变形。相关人员需通过管道柔性设计,准确分析管道局部应力,控制管道位移,以预防管道断裂。具体来说,柔性是管道的特征之一,管道柔性能够真实反映管道难易度的概念。石油化工管道在具体运用时,可利用自身变形功能,适应周围温度、设备基础沉降的变化。所以管道柔性是管道在荷载、温度、压力作用的情况下,产生位移、外形变化后,可将管道应力控制在设计范围内的能力。石油化工管道柔性设计的目的,是因为管道使用期间,荷载、内压及温度变化,会导致管道出现各类问题。比如管道应力过大、金属疲劳、支架受力增大时,管道遭到的破坏。或是与管道相连设备在较大推力影响下,导致管道无法正常使用。而通过管道柔性设计,可强化管道系统柔性,使其能够自动适应各类影响因素,防止管道损坏、运行异常等问题的产生^[1]。

2 石油化工压力管道柔性设计要求

石油化工压力管道的设计核心,是使管道具有柔性,进而在管道使用中,可有效应对温度变化、相连设

备力矩异常对管道本体造成的损害,避免较大力矩引发的管道内介质泄漏情况。因此,在石油化工压力管道柔性设计中,管道设计应满足以下要求:其一,管道承重力。柔性设计中,需综合分析管道可承载的总重量,以及管道内各组件、隔热材料、管道内输送介质的重量。若管道输送介质为液体,还需通过水压试验,判断石油化工压力管道对液体的承重力;其二,管道耐受力,压力管道柔性设计中,相关人员还应增强管道可以承受轻度灾害、地震、大风对管道冲击时,管道对冲击荷载的承受力。

3 石油化工压力管道的柔性设计

3.1 分析管道应力

石油压力管道柔性设计中,分析管道应力是判断管道柔性设计是否合理的重要依据。相关人员在石油化工管道柔性设计前,应预先分析管道应力,通过对管道一次、二次、三次验算,获取管道应力值数。而压力管道应力分析方法包括经验法、计算机分析法、公式法等。

3.2 选定管道应力分析方法

管道柔性设计阶段,为增加管道柔性,需严格控制应力核算次数,灵活选定管道应力分析方法,以提高管道柔性设计效率。设计人员可借助经验公式,辨别管道详细分析应力的必要性。对于能够满足:公式的管道系统,无需进行更为详细、完整的应力分析。其中, D_0 为管道外部直径, Δ 代表管道总位移,单位为mm, U 、 L 分别为管段固定点直线距离、展开长度,实际单位为m。但根据石油化工管道设计规范可知连接设备为离心泵的压力管道,需结合设计要求,拟定柔性设计方案,且经验公式是对管道柔性的基础判断,难以肯定管道的绝对可靠性。对于石油化工企业内汽轮机、加热炉转油线等核心压力管道,仍需在柔性设计中,展开系统的应力分析工作^[2]。

3.3 管道应力分析的设计要求

在基于管道应力分析, 辨别管道柔性时, 还需在应力分析前提下, 结合管道作用力, 确定管道柔性设计的合理性。具体来说, 首先, 压力管道在持续性的内压、外载共同作用时, 所形成的一次应力, 需小于管道制造材料所用应力。通常情况下, 设计人员分析管道直径、壁厚参数, 选择管道材料时, 会预先考虑内压产生的应力。为此, 压力管道柔性设计中, 仅需按照相关规定, 选择对应规格的管道。而管道持续性的外载包括风、雪荷载与管道自重荷载, 其与管道支架、吊架选用相关性较强。其次, 管道受设备位移、热胀冷缩等因素限制后, 所形成的二次压应力, 需管道热膨胀后, 材料本身的应力范围。若二次应力大于材料应力范围, 且管道一次应力低于管道所需应力时, 可使用一次应力扩大材料在热膨胀状态中, 管道的应力范围。最后, 对于连接设备为气压机、离心泵的压力管道, 转动机械力矩、推力应小于石油化工机械制造厂允许值。

3.4 石油化工重要压力管道柔性设计要点

3.4.1 加热炉转油线

加热炉转油线作为石油化工企业的重要压力管道, 在柔性设计中, 相关人员需重视以下问题。第一, 相关人员在设备布设过程中, 应考虑转油线管道柔性设计问题。例如在铺设“常减压”蒸馏设备时, 设备结构内的炉子、塔的距离, 应确保该区域内支管道可靠近15m, 且管道位置与转油线分管道具有对称关系, 便于压力管道运输介质分配的均匀性。在此期间, 若塔进料口属于切线, 应以介质流量均匀分配为核心, 若进料口属于切线进入, 可将加热炉、进料口中心位置对齐, 以均衡各分支管道压力, 提高转油线应力计算的便捷性, 为加热炉转油线管道柔性设计奠定基础。第二, 分析转油线管道应力时, 应将加热炉前的炉管作为管道体系的应力部件, 以提高转油线管道柔性。此种柔性设计方式, 多用于圆筒炉, 原因在于圆筒炉管道顶部会增设支架, 立管下方设有非固定的管套, 使管道在炉管热胀时能够上下移动, 同时不影响连接管道使用。再者, 圆筒炉顶部支架在管道柔性设计中, 可作为移动范围在50mm的承重支架, 满足转油线管道应力需求。第三, 加热炉转油线管道设计中, 若线管内本身含有再生系统, 其操作方式、管道垂直度、管道位移会产生明显的差异性, 从而使得

管道自重、介质重量出现变化。为此, 针对该类转油线管道的应力分析, 需根据管道实际操作条件, 完成管道柔性设计。比如在加热炉转油线管道弹簧支吊架柔性设计中, 可在计算正常操作时管道应力后, 核算再生系统运行时, 管道应力数据^[3]。

3.4.2 离心泵管道

在当前时期, 石油化工企业中, 离心泵运行效率提高后, 管道力矩、作用力设计要求明显增高。与气压机连接管道一致, 相关人员在分析离心泵管道应力时, 应使用经验公式, 查看管道本身应力的合格性。之后可按照管道柔性设计要求, 判断管道与离心泵连接时, 其力矩是否处于离心泵应力范围内, 即管道力矩在API-610规范中石油化工离心泵允许承受力范围中^[4]。而在布置管道走向时, 设计人员应减少用弯头控制管道压力损失, 以保证离心泵进口管道内液体流动的平稳性。另外, 由于石油化工离心泵在使用时, 多采用一开一备模式。所以在管道柔性设计中, 可联合管道工况展开应力分析工作, 进而在应力核算中, 求取离心泵在运行状态时的管道力矩和作用力。在此期间, 管道力矩可将“冷态、热态吊零”作为假设条件^[5]。

结束语

综上所述, 石油化工企业作为我国经济体系的重要组成部分, 为确保石油化工企业中, 各压力管道使用的可靠性、稳定性。相关人员需重视石油化工压力管道的柔性设计, 通过全面、系统的应力分析, 满足管道柔性设计需求, 提高压力管道柔性。进而在压力管道实际运用中, 预防管道在温度、外部荷载等因素的影响下, 出现断裂、介质泄漏等问题, 为我国石油化工企业安全生产。

参考文献

- [1]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, 026(001):316-317.
- [2]龚锦芸. 浅谈工业管道的柔性设计[J]. 中国化工贸易, 2018(012):130-132.
- [3]李大芬. 石油化工管道设计的应力分析与柔性设计[J]. 中国化工贸易, 2018, 010(024):126-127.
- [4]耿玥娟. 浅谈离心泵管道的柔性设计和应力分析[J]. 石油石化物资采购, 2019(3):16-18.
- [5]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(03):56-59.