

[环保·安全]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2015.02.026

带压密封堵漏夹具的优化

张志康¹, 栾江锋¹, 何茶生²

(1. 辽宁石油化工大学 机械工程学院, 辽宁 抚顺 113001; 2. 中国石化巴陵石化分公司, 湖南 岳阳 414014)

摘要:连续化生产的管道由于压力、腐蚀、冲击等不良工况的影响,在异径管道的异径段经常发生物料的泄漏等现象,给生产带来隐患。通过分析注剂力对传统异径夹具轴向的影响,对传统夹具进行结构的优化,设计出新型夹具,使之沿轴向的位移力减小,不产生轴向位移。并且通过 ANSYS 的应力验证,新型结构形式的夹具能有效延长夹具寿命,保证生产装置长久安全运行。

关键词:带压密封;异径夹具;ANSYS 软件;轴向位移

中图分类号:O242.21;TQ051.5

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2015)02-0103-03

Optimization of Online Leak Sealing Clamp

ZHANG Zhikang¹, LUAN Jiangfeng¹, HE Chasheng²

(1. School of Mechanical Engineering, Liaoning Shihua University, Fushun, Liaoning 113001, China;

2. Sinopec Baling Company, Yueyang, Hunan 414014, China)

Abstract: The continuous production of petrochemical pipeline leads hidden troubles in the production due to adverse conditions such as the pressure, the corrosion, and the frequent leakage of the reducing pipe. By analyzing the influence of the axial direction on the traditional reducer clamp in axial direction, the structure of the clamp was optimized. A new type of structure was designed to decrease the new clamp of the displacement along the axial direction force, and did not produce axial displacement. Through ANSYS stress testing, the new structure form of clamp effectively prolongs the using life, and it ensures the operation of the production device safely for a long time.

Key words: online leak sealing; reducer clamp; ANSYS software; axial displacement

1 带压密封技术简介

带压密封技术,作为一种先进的设备维修技术,20世纪引入国内,在各类石化设备等装置的检查维修中发挥着极其重要的作用。在连续化生产的石油石化企业中,由于管道等生产装置在恶劣的环境中运行,法兰接头、焊缝、填料等处经常出现泄漏的现象,且泄露速度较快,如果泄漏得不到及时处理,会带来生产事故。对于异径管道,由于其管径大小的不同更容易在焊缝、异径短节处产生泄漏,给生产带来安全隐患,因此需要堵漏,而堵漏夹具的使用大大地减少不必要的非计划停车检修^[1-2]。

2 传统夹具所存在的问题

化工装置中管道较多,异径直管也是较为常见的

一种。由于工作条件和工艺介质等因素的影响,异径段的焊缝、变径等处易出现泄漏现象。在低压的管道中采用捆扎式的堵漏方式就可以完成堵漏要求^[3],但是在中、高压的系统中,由于压力的原因往往采用注剂式的堵漏方式,传统的异径方形盒式堵漏夹具如图1所示。

在进行注射密封剂作业的过程中,夹具的大管径端面所受的注剂推力要小于小管径端面所受的推力,往往会产生沿管道方向的位移,受力示意分析如图2所示。

位移力为^{[1]157}

$$F = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2) p。$$

式中: F —注剂产生的位移推力/N;

收稿日期:2014-09-12;修回日期:2014-10-31

作者简介:张志康(1988),男,山东菏泽人,硕士研究生,主要研究方向为压力容器及管道的寿命评估。E-mail:zhikangzhang@163.com

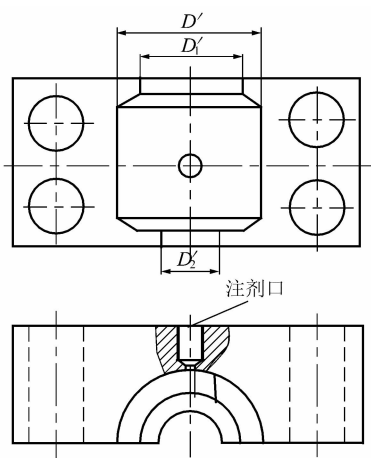


图1 传统夹具的结构示意图

Figure 1 Schematic diagram of traditional clamp

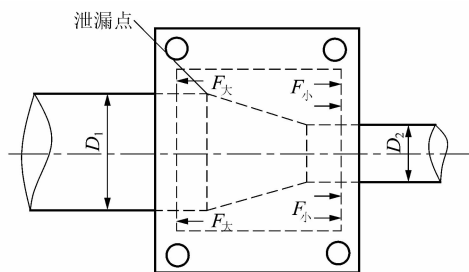


图2 传统的夹具受力示意图

Figure 2 Schematic force diagram of traditional clamp

D_1 —大管的直径/mm;

D_2 —小管的直径/mm;

p —注剂压力/MPa。

夹具在注剂作业时,对管道夹具的2个侧面产生推力,由于受力面积不等,会造成力差,并形成位移力,向小管径轴向移动。若要保证成功堵漏一般会采用止推卡子等辅助结构,势必会带去更多的工序和不安全因素^[4-6]。

3 夹具优化

采用传统异径夹具堵漏过程中,为防止小管径产生轴向位移,需增加止推卡子等辅助设施,会增加工序和不安全因素,因此需要改进夹具的结构形式,在注剂的过程中减少夹具轴向方向的力差。文中采取的措施是使侧板径向方向的受力面积相等,即能满足条件。优化后的夹具形式如图3所示。

1) 优化前夹具所受的约束力

$$F_{\text{约束}} = F_{\text{小}} - F_{\text{大}} + F_{\text{水}}。$$

式中: $F_{\text{小}}$ 和 $F_{\text{大}}$ 分别为优化前夹具小径和大径断面侧板的压力, $F_{\text{水}}$ 为注剂过程中注剂力所产生的轴向分

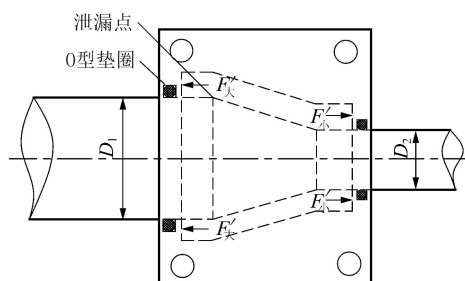


图3 改型后的夹具受力示意图

Figure 3 Schematic force diagram of clamp after retrofit

力, $F_{\text{约束}}$ 为优化前的约束力。

2) 优化后夹具受力分析

$F'_{\text{小}} = F'_{\text{大}}$ (两侧面所受的力是相等的), 即 $F'_{\text{约束}} = F_{\text{水}} < F_{\text{约束}}$ 。

式中: $F'_{\text{小}}$ 和 $F'_{\text{大}}$ 分别为优化后夹具小径和大径断面侧板的压力, $F'_{\text{约束}}$ 为优化后的约束力。

从公式可知,夹具优化后的约束力小于优化前,达到了效果。另外在其两端开设沟槽,并放置O型密封圈,增设的O型密封圈对管道压紧有一定的缓冲补偿效果,并能达到有效的密封功能。

4 基于ANSYS对夹具的应力验证^[7-8]

由于耳板、注剂孔以及垫圈的沟槽等因素并不是内压作用下影响应力分布的主要因素,在建立模型及分析的过程中忽略。按照密封剂的性质,尽管密封剂有一定的黏度,并不符合牛顿线性流体,但是在密封注射的时候,在密封剂密实封闭的空腔之前并没有凝固,而是具有一定的流动性,在ANSYS分析的时候还是可以按照牛顿线性流体来进行分析。并且由于夹具是轴向对称且分瓣的,只需要建立夹具的一半即可。异径夹具模型DN168×80,材料选择Q235,把注剂力看成内压力,选择2 MPa,按照承压设备设计规范标准计算出夹具各个面的厚度等参数^[9-10],按照冯氏应力理论得出云图,见图4~5。

基于ANSYS,图4和图5对夹具应力云图的分析,无论是传统的夹具还是改进后的夹具的应力分布,最大的应力发生在两侧的侧板上,最小的应力发生在夹具的中间部分,并且改型前后的最大应力大小并没发生很大的变化,改进后的夹具应力分布较为均匀,避免应力集中而产生破坏。最大的应力也小于Q235的屈服强度,满足材料的要求。

5 带压施工

高标准的制作夹具是堵漏施工成功重要的一环。安装的过程中由于夹具是分瓣安装的,O型密封圈也

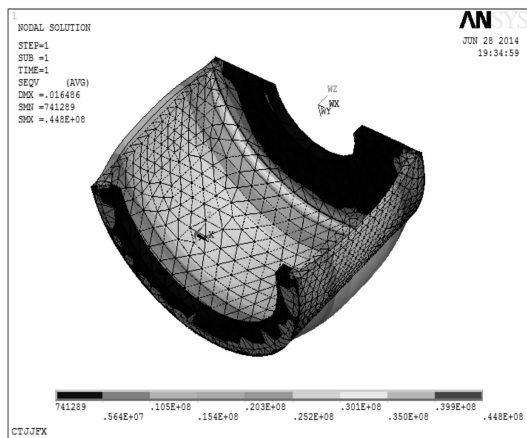


图4 传统异径夹具的应力云图

Figure 4 Stress cloud chart of traditional clamp

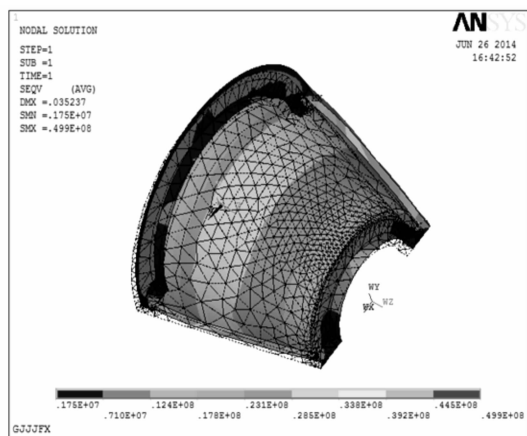


图5 改型后异径夹具的应力云图

Figure 5 Stress cloud chart of clamp after retrofit

要进行分段处理。夹具的断口和 O 型密封圈的断口不要重合,应交叉装配。带压密封的施工由于是在不停车的境况下进行,故危险系数较高。在整个施工的过程中要严格按照《承压设备带压堵漏技术规范》^[10]进行操作。

6 应用与效益

南方某石化公司氯丙烯装置,反应器的喷射装置由于需要快速进入反应器,故采用同心变径管道,由于物料是快速喷进反应器内,速度较快,该变径短节为易损件,如果损坏泄漏,装置将停车处理,装置内的部分丙烯和半成品的氯丙烯将排至火炬,每检修一次将大约浪费丙烯等物料 3 t 左右。按照丙烯的价格约

10 500 元/t,则是浪费近 3 万元。如果采用带压堵漏技术,人工费、材料费大约 5 000 元左右,节约成本近 5 倍,采用优化后的堵漏夹具比优化前的寿命大约延长近一倍。

7 结语

优化后的夹具两侧径向方向的受力面积由原来的不相等变成相等,并加设 O 型密封圈,不产生轴向位移。从制造和安装工艺上来说,优化后的夹具较传统夹具难度虽然有一定的增加,但堵漏的安全性和成功性有很大的提高,使用寿命也得到延长,能给连续化的工业生产带来便利和效益。

注剂式带压密封技术是在特殊条件下实施的应急性修补维修技术,泄漏的设备管道工况也是千差万别。因此,夹具设计的优劣直接关系到堵漏作业能否成功以及使用寿命的长短。尽管已经对异径管道泄漏堵漏夹具结构形式进行了优化,但在实际应用中还可能面临更为复杂的工况条件,因此,还需要在实践过程中不断总结经验,不断地对堵漏夹具的结构进行优化,使其逐步得到完善。

参考文献:

- [1] 胡忆涛. 注剂式带压密封技术[M]. 北京:机械工业出版社,1998: 146-167.
- [2] 张传亮. 化工管道的带压堵漏处理技术[J]. 黑龙江冶金,2013,33(5):34-37.
- [3] 赵毅. 管道带压堵漏技术及其在油库中的应用[J]. 管道技术与设备,2010(3):38-40.
- [4] 陶春达,李宗涛,吴明. 内压作用下偏心异径管道的应力分析[J]. 石油机械,2012,40(7):89-92.
- [5] 张骥. 管道泄漏及带压堵漏夹具[J]. 石油化工设备,2005,34(1):35-37.
- [6] 潘华辰,祝佳乐. 填料密封阻塞下气体螺旋密封的数值模拟研究[J]. 机电工程,2014,31(3):306-310.
- [7] 陈孙艺,柳曾典,陈进. 内压作用下异径管的应力分析及验证[J]. 中国机械工程,2007,18(3):365-369.
- [8] 董俊华,高炳军,张及瑞. 热推制 90°弯头的壁厚分布规律及其应力分析[J]. 压力容器,2010,27(12):45-48.
- [9] 全国锅炉压力容器标准化技术委员会. GB/T-26468-2011 承压设备带压密封夹具设计规范[S]. 北京:中国标准出版社,2011.
- [10] 高李,梁政. 高压管道抢修夹具的优化设计[J]. 机械设备,2013,32(7):740-744.
- [11] 全国锅炉压力容器标准化技术委员会. GB/T-26467-2011 承压设备带压堵漏技术规范[S]. 北京:中国标准出版社,2011.