

液氢用低温三偏心蝶阀的密封性能分析

黄婉茹 杨光

(博雷(中国)控制系统有限公司)

摘要: 对影响三偏心蝶阀密封因素进行了分析,并提出优化方法。对液氢用三偏心蝶阀进行密封性能和材料选择的优化分析。从制造环节,对整体把控三偏心蝶阀品质提出了建议。

关键词: 液氢;三偏心蝶阀;密封性能;密封比压

1 前言

随着科技的不断发展,液氢作为一种高效、清洁的能源,在能源领域的应用越来越广泛。液氢的低温特性使得其储存和运输过程中需要特殊的设备和技术。其中,液氢用低温三偏心蝶阀作为关键设备之一,其密封性能的好坏直接关系到液氢的安全使用。因此,优化液氢用低温三偏心蝶阀的密封结构设计,提高密封性能,成为了当前研究的重点。

2 三偏心蝶阀密封性能分析

三偏心蝶阀是一种在流体控制系统中广泛应用的阀门类型,其特点在于其独特的偏心设计,赋予了阀门卓越的密封性能。通过调整阀板密封圈与阀座之间的几何关系,使得在阀门关闭时,阀板密封圈与阀座之间的接触更加紧密,从而有效地防止了介质泄漏。分析可知,在阀门关闭的状态下,密封圈的变形情况如图1所示。

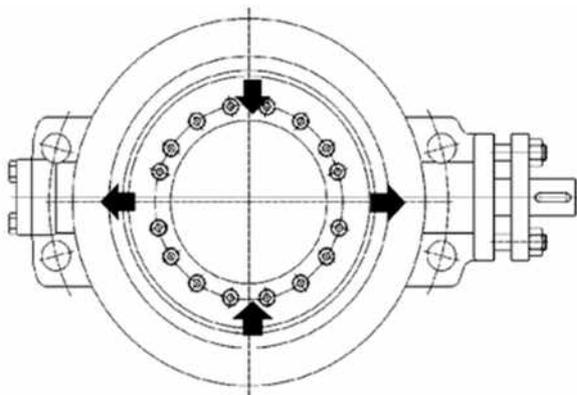


图1 阀板关闭时密封圈的变形情况

三偏心蝶阀在低温工况下的密封性能不同于常温工况,密封性能受低温工况的影响。液氢,作为一种极低温的介质,其特性在于当液氢与阀门接触时,使金属材料特性发生转变,硬度增高,塑性和韧性降低,甚至出现脆性现象。当密封副在低温情况下的收缩不一致,会改变了阀板密封圈与阀座之间的间隙,从而影响密封效果,同时还会引起阀门内部结构组织变化,产生应力变化,使阀门内件

产生内应力变形,影响密封性能。

另外,液氢属于危险介质,一旦外漏,损失惨重。液氢介质对填料、底部垫片和中法兰垫片密封效果的影响也是不可忽略的考量。

3 液氢用低温三偏心蝶阀密封性能的优化

3.1 优化密封结构设计

在密封结构设计中,阀座和阀板密封圈之间的接触面是关键因素之一。阀座和阀板接触面设计可能存在缺陷,如阀板密封圈过紧、线密封、密封面接触不均匀等现象,导致内泄漏。通过优化密封面的设计参数,改善密封形式,使整个密封面接触均匀,减少密封副内漏,提高阀门的密封性能和使用寿命。

除了优化密封面的设计参数外,密封副采用耐低温、耐腐蚀并耐氢元素的材料是提高密封性能的有效手段。同时,提高密封圈与阀座接触面的粗糙度也有利于提高密封效果。另外,阀板密封圈的硬度低于阀座硬度能在一定程度上增大密封圈的密封面与阀座的贴合程度。通过合理选择和应用材料,可以显著提高液氢用低温三偏心蝶阀的密封性能。

此外,优化阀板密封圈与阀座密封的过盈量也是提高密封性能的重要措施。初始过盈量是由设计参数给定,由于加工公差等叠加影响,装配后的实际过盈量与初始过盈量存在一定偏差。过盈量太大,阀门需要增大扭矩以达到密封,增加制造成本。过盈量太小,阀门产生过关现象。影响阀门的正常使用。因此,在三偏心蝶阀的设计中需要确定合理的过盈量。

3.2 加长阀盖结构的优化

采用加长阀盖的结构设计保证上填料函的温度在 0°C 以上,防止填料结冰,造成阀门异响,甚至启闭失灵。加长阀杆长度不宜过高,否则在增加成本的同时,又不利于密封。在保证填料函温度的情况下,加长阀盖的长度在满足标准要求的同时,尽可能降低高度。一般采用加长阀盖上焊接翅片的方法,既能增加换热面积保证加长

阀盖的结构要求,又能防止空气中的水蒸气冷凝,流入阀体结冰的情况发生。

3.3 优化材料选择

在液氢介质作用下,阀门零部件材料发生改变,低温收缩、硬度增加、脆性增加等,影响三偏心蝶阀的密封性能及使用寿命。因此,对于液氢工况用三偏心蝶阀在选择零件材料时,必须充分考虑低温下的材料性能变化,确保阀门在液氢介质中的密封性能。

在低温阀门中,对于阀体主体材料,如阀体、阀板、加长阀盖等,一般选用奥氏体不锈钢,并进行深冷处理,消除低温应力。密封垫片应选用常温下硬度低,低温回弹好,并且线膨胀系数小的密封材料。紧固件要选用与主体材料一致的高强度奥氏体不锈钢。

3.4 模拟分析优化

建立几何模型时,可以采用计算机辅助设计(CAD)软件。通过CAD软件,可以精确地定义阀门的各个部件的尺寸、形状和位置,以及预测它们之间的相对运动。此外,还可以利用CAD软件进行模拟分析,以预测阀门在不同工况下的密封性能和流体动力学特性。

在建立几何模型的基础上,进一步开展有限元分析(FEA)。通过FEA分析,可以对阀门的应力分布、变形情况以及密封性能进行全面的评估,有助于发现潜在的设计缺陷,并及时优化,提高阀门的密封性能和使用寿命。

除了CAD和FEA外,还可以利用计算流体动力学(CFD)软件对阀门内部的流体流动特性进行模拟分析。通过CFD模拟分析,可以了解流体在阀门内部的流动特性,包括流速、压力分布等,从而评估阀门在各类工况下不同开度的流量特性。

3.5 强化密封件的选用与维护

填料、底部垫片和中法兰垫片材料的选取需要满足既能满足在常温密封效果,又能保证在液氢低温工况的密封效果,防止液氢外漏,造成人员伤亡与财产损失。

为了确保阀门密封效果始终处于良好的工作状态,定期的检查和更换也是必不可少的。在液氢用低温三偏心蝶阀的应用中,建议定期对密封件进行检查,关注其磨损、老化等情况,并在必要时进行及时更换。这样不仅能够确保阀门的密封性能,还能够避免因密封件失效而引发的安全事故。

4 提高液氢用低温三偏心蝶阀的密封性能的建议

首先,原材料需要选择有良好信誉的供应商,并对采购的原材料进行严格的质量品质把控,包括对原材料的成分、性能、尺寸等

进行全面的检测,确保原材料符合设计要求,并且没有潜在的缺陷与问题。

其次,在制造过程中,需要严格按照工艺流程和技术规范进行生产,包括对设备的调试和维护,对工艺参数的监控和调整,以及对成品的检验和测试。通过严格的制造过程控制,可以确保阀门的各零件达到设计要求,并且具有良好的一致性和稳定性。

此外,还需要对阀门进行全面的性能测试和可靠性评估,包括对阀门的密封性能、流体控制能力、耐磨性、抗冲击性等进行全面测试。同时,对阀门进行定期进行可靠性评估,以发现潜在的问题和改进空间,从而进一步提高阀门的性能和质量。

最后,在阀门出厂前,需要进行严格的质量检查和包装处理。这包括对阀门的外观、尺寸、标识等进行全面的检查,确保阀门符合设计要求并且易于识别。同时,还需要对阀门进行妥善的包装和运输处理,以确保阀门在运输和存储过程中不会受到损坏或污染。

结语:

综上所述,为了确保液氢用低温三偏心蝶阀的密封性能,从材料选择、设计优化、制造工艺和质量控制等多个方面进行综合考虑和改进。通过采用低温密封材料、优化密封件设计、加强原材料采购和制造过程控制、进行全面的性能测试和可靠性评估等措施,提高阀门的密封性能和使用寿命。对于保障液氢储存和运输的安全可靠、促进氢能产业的发展具有重要意义。未来,随着氢能产业的不断壮大和技术的进步,液氢用低温三偏心蝶阀的需求将会持续增长。因此,需要继续加强研究和创新,不断提高阀门的性能和质量,以满足日益严格的市场需求和安全要求。

参考文献:

- [1]贾琦月.大型液化天然气接收站用低温阀门的特性与分析[J].阀门,2019(3):42-45.
- [2]齐大伟,张孙敏,李远明,等.快开三偏心真空蝶阀优化设计及应用[J].流体机械,2022,50(9):38-42.
- [3]叶盛来,侯晋峰,邱少官,等.LNG深冷工况超低温蝶阀的分析与选用[J].阀门,2022(3):232-235.
- [4]吴晗,匡茜茜,吴雪萍.极限工况下三偏心蝶阀的力学特性分析[J].江苏科技信息,2022,39(2):41-44.
- [5]吴堂荣,唐勇.低温阀门密封性能的研究与分析[J].阀门,2009(2):26-28.