

# 石油化工装置阀门密封原理与泄漏问题及处理

韩正东<sup>1</sup> 曾莲<sup>2</sup> 孙洪祥<sup>2</sup>

(1 江苏苏盐阀门机械有限公司 江苏 盐城 224500; 2 中石油川庆钻探公司安全环保质量监督检测研究院 四川 德阳 618300)

**摘要:** 石油化工行业是重要支柱产业,与国民经济命脉联系密切,因此确保石油化工生产安全也至关重要。石化装置的构成中,阀门是石化炼油装置不可或缺的构成部分,其密封性能的高低将会对装置安全性构成直接影响。如果有泄漏问题出现,必定会引起极为严重的后果。基于此,本文简单介绍了石油化工装置阀门密封,剖析了阀门密封泄漏的问题,并探讨了针对性的处理对策,以供参考与借鉴。

**关键词:** 石油化工装置; 阀门密封; 泄漏; 处理对策

## 0 引言

石油化工管道系统中,阀门在管路保护、装置运行有效性及安全性保障方面发挥着重要的作用,常用于流体流量调节、管路启闭等方面,属于必不可缺的控制元件。由于石油化工生产中,往往涉及极强腐蚀性或易燃易爆、有毒的介质,一旦阀门有泄漏问题产生,会导致原材料及产品出现严重浪费的情况,甚至会影响环境,甚至造成安全事故。所以,石油化工炼油装置中,阀门运行的稳定性和有效性十分关键。立足于安全生产角度而言,当阀门有泄漏的情况出现时,会影响工艺操作,加大安全风险系数。而从环保角度来看,一旦阀门出现泄露的情况,必然会引起污染,威胁工作人员生命安全。

## 1 石油化工装置阀门密封

阀门密封性是决定管道泄漏的关键因素,其性能的高低主要体现在以下几个方面:一是阀门密封副。其作用是以关闭为主,一旦有损坏的情况产生,就会导致管道内出现泄漏。之所以阀门密封副会出现损坏,存在诸多因素,如密封副使用时间过长发生老化、阀门质量不达标或管道内介质腐蚀等。二是阀杆和填料箱。当其发生损坏时,会引起极为严重的对外泄漏,不但会造成大量财物损失,同时也会给生态环境造成严重破坏。石油、天然气等易燃易爆的危险物质,还会对人身安全造成一定威胁。因此,必须贯穿落实相应的防范工作,以便预防对外泄漏的产生。而在密封中,一般会采用有填料和无填料等两种方式,前者密封效果相比后者而言略显不足,但工艺简单、成本低,故而得到了较为广泛的应用。后者尽管具备更好的密封性能,但却需要投入较高的成本。填料密封通常由软质和成型两类组成。软质填料密封是在无缝接触材质与填料箱箱壁的基础上达成密封,然而因存在较大摩擦力的缘故,填料损耗极快,为了保证密封性能需要时常更换。成型填料密封选择的填料是以橡胶为主的弹性体材料,因其具备突出的密封效果,加之有诸多可供选择的填料种类,故而得到了广泛应用。三是阀体连接部位密封。该部分一般为静密封,要求能在冷热、压强剧烈变动的情况下适应,工艺简单实用、能够轻松安全装卸、可使用多种物质、金属含量偏低。阀体连接部位密封形式中,多包含凹凸式、榫槽式、“O”型等。其中,榫槽式密封性

能优异,但阀门装卸不便,且装拆中受损的几率相对较高;凹凸式密封性能同样优异,阀门装卸便利,具备高于榫槽式的质量;“O”型式密封密封性同样良好,且工艺简单使用,能减小阀门质量,所以其应用相当广泛。

## 2 石油化工装置阀门密封泄漏问题

### 2.1 阀座密封泄漏及处理对策

管路中的阀门发挥着切断的作用,同时能将介质方向改变,其开启和关闭相当频繁,长久如此难免会有不均匀磨损产生,导致阀座和阀瓣间的配合受阻,最终引起泄漏。一般情况下,介质中是有一定杂质存在的,伴随着介质的流动,阀座和阀瓣密封面会因为杂质的存在而出现划痕或磕伤等情况,此时阀门密封也就受到影响了。同时,材料选择也很重要,通过对阀座和阀瓣表面耐磨性的提升,能减少介质对密封面的影响。结合表面热处理或堆焊耐磨金属能将这一问题改善,提高耐磨性,但相应的也会支出更多成本。具体处理中,需以介质情况为根据合理进行材料的选择。

有关阀座密封泄漏的处理中,首先要确保安装的密封面无杂质、污点等,磕碰和划痕等缺陷也不能有,否则会导致密封失效。具体使用及测试中,应以阀门操作试验规程为依据开展工作,切忌出现强行关闭阀门的情况,必须维持在阀门规定的操作力矩内,以免损坏阀门密封面而引起泄漏。在选择密封面材料时,以阀门使用工况为根据,合理进行耐磨材料的选择,一般情况下选择耐磨性较好的STL硬质合金类材料,能将密封面受介质中杂质影响的情况消除,且有利于阀门使用寿命的提高。此外,应当定期检测阀门,做好保养及护理工作。实际检测中,一旦发现密封面受损的情况,需要即刻更换,以便有效预防泄漏情况的发生。

### 2.2 填料箱泄漏及处理对策

填料箱又名填料函,是阀杆部分的密封装置,包含了填料垫及填料等。其中,位于阀体和阀盖上方的填料箱,主要用于填料的容纳。位于填料箱底部的填料垫,主要用于填料的支撑。密封填料处的介质之所以会出现泄漏,通常是因为密封填料质量和品种不合理、密封度不足、填料盖松动、阀杆表面严重磨损、填料老化或填料装置受损而造成的。DN ≥ 50mm的阀闸、截止阀,制造商一般都选择采用柔性石墨和石墨环在阀杆密封处编织填料的生产方法,将柔性石

墨编织应用在填料最上圈及最下圈,在其强度优势充分发挥的前提下,阻止石墨被挤出阀内外。而中间部位则是以模压石墨环为主。部分阀门填料函尺寸偏小,通常选择柔性石墨编织填料。装填填料时,应提前进行压缩,由此为其密封性能提供保障。目前,我国在装填填料时多选择压实填料,当使用时间逐渐延长后,密封性会逐渐下降。而国外在填料加氢裂化阀门产品时,选择31MPa高压预压盘根环,能延长密封性保持时间。此外,选择蝶形弹簧活载结构应用至填料压盖处同样是防外漏的一种有效措施,具体实施中是在填料塔盖螺栓上进行碟簧的增设,因柔性石墨填料出现热烧损或磨损现象后会有应力松弛的情况产生,而碟簧活载结构此时能维持填料压盖施加在填料上的压力,因此能规避压盖螺栓松弛现象,进而消除填料松弛引起的泄漏。阀门盘根压盖方面,目前基本上都是均匀分体式,主要包含压盖和压盖圈,能实现压圈自动对中,压盖及压圈的压力下能使螺栓均匀分布在填料盘根上,有利于填料密封性的提升和保持。值得一提的是,填料函加工精度会直接影响阀门密封性,所以在生产制作填料函时必须严格控制精度,尽量将其表面粗糙度控制在 $3.2 \times 10^{-3} \text{mm}$ 。

### 2.3 阀盖处泄漏及处理对策

因阀盖处密封属于静密封结构的缘故,在密封连接中一般都是以法兰为主。阀门公称直径如果偏小,此时密封连接可选择螺纹。垫片类型、尺寸或材料与要求不符合时,或存在法兰密封面加工质量不过关、管道配置不合理、螺栓连接不足、连接处的附加载固负荷等情况时,都可能导致阀体连接部位发生泄漏。选择垫片型密封副,能进一步提高加工紧密性,有利于密封性的大幅提升。密封面加工中,其精确度通常需要控制在 $1.6 \sim 3.2 \mu\text{m}$ 以内,然而实际加工中有一点需要引起重视,即密封面上切忌有径向加工缺陷或划痕出现,以免产生增加泄漏量的情况。此外,高压阀门阀盖连接阀体的部位,应选择压力自密封结构。该结构在阀门内流体压力的作用下,能进一步提高阀体和阀盖连接的密封性。压力自密封通常包含金属和柔性石墨复合垫,实际生产中有实施整体镀银处理的厂家,凭借其较好银塑性的特点,能较轻易地填充密封面上的微观孔隙,可为高压阀盖垫片提供密封性的保障。而针对介质腐蚀性较强的情况,多以柔性石墨复合垫为主。

### 2.4 阀杆泄漏及处理对策

阀杆主要用于带动启闭件动作,是阀门开启与关闭的主要控制元件。阀杆表秒粗糙程度将会对阀门密封性能构成直接影响。石油化工装置中,非金属材料是接触阀杆的主

要材料,填充接触面极有可能产生微观孔隙。长期运动的阀杆,一旦出现过大的粗糙度,会导致阀杆产生不均匀的磨损,引起泄漏发生。同时,阀杆直线度同样也是对阀门密封性能构成直接影响的一大因素。在阀杆泄漏问题的处理中,一般可选择下述几种措施:选择合理的阀杆填料预压力水平,适当提高阀杆部件密封耐磨性能,专注阀杆密封性能相关的零部件加工精度与水平的提高,合理选择填料组合及填料形状。此外,在选择阀杆材料型号时,由于应用介质环境条件影响的存在,要想促进其耐磨性水平的提高,可适当引入热处理、镀金或渗透氮等表面预处理技术,此类措施不仅能避免阀杆材料韧性水平受影响,同时可有效规避阀门外漏缺陷的情况,整体效用十分突出。

### 3 结语

综上所述,石油化工装置阀门之所以会有泄漏的问题产生,通常是阀盖处垫片失效、阀杆磨损、阀座密封不足、填料函选型及材质不合理、螺栓紧固性偏低等原因造成。为了消除阀门泄漏的问题,首先在制造阀门时必须做好阀门密封结构优化设计工作,以不同工艺条件为根据合理进行阀门密封型式、材料的选择,在保障阀杆和填料函加工精度的基础上,突出填料形式与组合的合理性,加大密封副螺栓预紧力的控制力度。同时,部分阀门类型中,可引入新型的密封结构,如压力自密封结构等,同样能使阀门密封性能得到提升,并为其运行可靠性、安全性及稳定性提供保障,能赋予阀门更长的使用寿命,保障石油化工企业能够安全运行,提高企业经济效益。

### 参考文献:

- [1] 李永健. 石油化工装置阀门密封原理及泄漏原因思考[J]. 建筑工程技术与设计, 2018, 000(011): 1993.
- [2] 朱明磊. 高压蒸汽阀门自密封泄漏的原因及处理[J]. 化工管理, 2020(36): 169-170.
- [3] 贾华, 刘艳玲, 刘国富. 石油化工装置阀门密封原理及泄漏原因分析[J]. 科技创新与应用, 2017(30): 183+185.
- [4] 王卫永, 李志娟. 工业阀门在石化装置应用中的一些问题探析[J]. 信息周刊, 2019, 000(011): 1-1.
- [5] 张峰, 吕纯平. 石油化工装置阀门密封及泄漏问题[J]. 化工设计通讯, 2018, 44(12): 135.
- [6] 严兴帅. 石油化工装置阀门在线检测技术研究[J]. 中国室内装饰装修天地, 2018, 000(021): 119.

作者简介: 韩正东(1971.06-), 男, 汉族, 江苏滨海人, 本科, 工程师, 研究方向: 阀门与材料。