

环保与安全 本栏目由中国化工防治污染技术协会协办

石油化工装置管道系统的泄漏及预防

王京红

(洛阳石化工程公司, 洛阳 471003)

摘要:探讨了管道系统中管道、法兰密封面及阀门泄漏的原因,以及在配管设计和施工安装过程中避免泄漏的一些主要措施。指出应从材料选择、管道布置、振动和应力分析等多方面避免泄漏的发生;应严格按照有关的施工和验收规范进行管道的安装施工;从设计和安装阶段就避免泄漏的发生,为装置的长周期安全运行提供可靠保障。

关键词:泄漏事故;管道系统;预防措施

中图分类号:TQ086

文献标识码:A

Leakage of piping system in petrochemical units and its prevention

WANG Jing-hong

(Luoyang Petrochemical Engineering Corporation, SINOPEC, Luoyang 471003, China)

Abstract: The causes of leakage in piping system, which includes pipes, flange seal faces and valves, were discussed. Major preventive measures taken against the leakage of piping system in piping design, construction and assembly are introduced. It is pointed out that it is necessary to avoid leakage from material selection, piping design, piping vibration, stress analysis and other respects. It must strictly conform to the specifications and rules for construction and acceptance in piping construction, avoiding the leakage beginning from the period of design and assembly, so as to provide a reliable guarantee for the operational safety of unit for a long period of time.

Key words: leak accident; piping system; preventive measure

泄漏现象在石化装置中十分常见,各种有毒有害的介质从泄漏部位跑、冒、滴、漏,不仅污染环境,而且是安全生产的隐患。在提倡安全环保,注意节能降耗的今天,如何防止泄漏,提高装置运行的安全性,提高装置的经济效益,已成为大家关心的问题。由于设计和维护不当造成管道系统的泄漏给环境保护和安全生产带来很多隐患。作为装置的管道设计者,应对任何可能发生的泄漏进行研究,从材料选择、管道布置、振动和应力分析等多方面避免泄漏的发生。同时,在管道施工中,严格按照有关的施工和验收规范进行,从设计和安装阶段避免泄漏的发生,为装置的长周期安全运行提供可靠保障。

1 泄漏产生的原因及影响因素

1.1 泄漏产生的原因

(1) 设计方面

管道系统泄漏的主要原因之一是设计不合理。主要表现在管道的柔性不够或管道的支架设置不合理,促使管道因承受过大的应力而导致破坏或泄漏;管道的密封结构或选用的管子和密封材料与所输送的介质的压力、温度、性质及环境条件不相适应而导致泄漏。提高设计人员素质,从设计阶段就避免上述问题,是防止泄漏的关键。

(2) 生产制造方面

石油化工装置的运行条件比较苛刻,因此管道及管件、阀门的加工制造应按照设计文件规定的材料制造标准生产加工,满足加工精度。

(3) 安装方面

管道安装中必须遵守工艺操作规程,例如拧紧螺栓必须按一定的次序进行,螺纹装配要对中,聚四氟乙烯生料带缠绕时要注意螺纹方向等。

(4) 操作维修方面

操作不当、维护不周是管道系统泄漏的直接原因。如填料压盖未调紧,在接头处出现微漏时处理不及时,密封材料已失效或密封元件损坏了而不及及时更换,操作阀门时用力过猛、过急,不熟悉、不懂得正确使用密封胶和厌氧胶等。

1.2 影响管道泄漏量的因素

影响管道泄漏量的因素很多,比如结合面间隙、压差、温度、介质、密封、轴与孔的偏心距、冲击和振动等。但对于某一类管道系统或管道的某一部位来说,哪个因素对其泄漏量影响最大,则要作具体分析。例如对于间歇泵和往复式压缩机,振动是导致管道和阀门泄漏的主要原因;而对于高温、高压、临氢介质和含 H_2S 的管道,管系的热胀力过大,氢腐蚀和 H_2S 腐蚀是导致管道泄漏的主要原因。

2 预防管道系统泄漏的主要措施

防止管道系统泄漏是管道工程的重要任务之一。任何一项管道工程应从设计阶段就注意避免各种会导致管道泄漏的不合理设计。

2.1 设计方面

了解整个工程的工艺流程,明确管道系统在工艺流程中的作用,以及操作条件、介质物化特性、腐蚀情况及工艺方面的特殊要求等;结合实际的使用经验选择管道和阀门的材质,阀门、法兰的结构和密封面型式,合理布置管道,防止管道振动。例如,对于含固体颗粒的管道,应采用耐磨衬里或加厚的碳钢;含 H_2S 的管道,应按“COUPEN”曲线选材,避免发生高温 H_2S 腐蚀等^[1]。

2.2 规定允许泄漏量

根据介质泄漏可能造成的损失和危害程度,参照国家有关的标准,制定出允许泄漏量的具体规定^[2]。

2.3 工程施工和验收

管道施工安装要严格按照施工规范进行,在安装完毕之后还要进行试压验收。设计、施工、工程验收都要按照《石油化工剧毒、可燃介质管道工程施工及验收规范》(SH3501—1997)的要求进行。除应规定进行水压试验外,对泄漏量要求严格的管道,例如SHA级管道、SHB 1级管道,输送乙B类可燃液体介质及真空管道系统,必须进行气体泄漏性试验,其检查重点应是阀门填料函、法兰螺栓连接处等。整个系统经过压力及气密试验,确定管道系统无泄漏(泄漏量不超过允许值)后,才能竣工投产。

2.4 制定切实的预防措施

要对管道在正常使用条件下达到无泄漏的耐久性做出预测,通常管道的设计寿命为10~15年,在确定管道材质和壁厚时,要考虑管材的耐腐蚀能力和管道的经济性;并对使用过程中由于磨损、腐蚀、材质变化而可能出现的泄漏问题,制定出便于检修的措施,对法兰垫片及阀门填料随时跟踪检查,及时进行更换,对可能出现的突发事故制定预防措施。此外,石化管道的不停车带压检修技术目前已在生产中得到广泛应用,也为装置的长周期、安全运转提供了可靠保证。

3 装置中常见泄漏部位的预防

3.1 法兰的泄漏及预防

法兰是装置中常见的泄漏部位。在管道设计中,过多地使用法兰连接不仅会降低管道的柔性,增加管道的材料成本,而且会增加泄漏的几率,因此,除了需要检修拆卸的部位外,其他连接应尽可能采用焊接连接。防止法兰泄漏主要有以下几个方面。

3.1.1 设计方面

首先,必须根据管道的介质和操作条件,选用合理的密封结构、法兰密封面型式和垫片种类;法兰、螺栓、垫片材料的选择要恰当,并应对法兰螺栓、垫片的制造和安装提出技术要求。具体的选择应按照《石油化工企业管道设计器材选用通则》(SH3059—94)并结合各装置的实际情况和实践经验进行。其次,在管道布置方面,应注意降低法兰连接处管道的受力和力矩,减少泄漏发生的可能性。

3.1.2 管道安装方面

法兰与管子焊接时,应保证法兰面与管子轴线垂直;紧固螺栓时应按照规定的拧紧次序进行;有力矩要求的螺栓,应严格按照设计规定的力矩拧紧,拧紧后的法兰密封面应互相平行,紧固后的法兰密封面的平行偏差及间距应符合《石油化工剧毒、可燃介质管道工程施工及验收规范》(SH3501—1997)中的有关规定。

3.2 阀门的泄漏及预防

阀门的泄漏通常发生在阀门的连接处、阀杆的密封部位、阀门开闭的密合面及阀体等零件破损处。由于阀件(包括阀瓣、闸板、阀芯等)与阀座之间的密封面关闭,介质流动不能完全截断,将造成阀门内漏;介质通过法兰、螺纹等结合面或阀杆与填料之间从内向外泄漏,将造成阀门外漏。

3.2.1 阀门连接处的泄漏

阀门连接部位产生泄漏的主要原因是:密封的结构型式和垫片的材质选用不当;法兰刚性不够或结构不合理;垫片安装不正确;紧固方法不符合要求;管道配置不合理,产生过大的振动和附加应力;连接处腐蚀及垫片变形、老化等。

3.2.2 阀杆密封部位的泄漏

(1)填料的性能不能满足介质腐蚀性、渗透性、可燃性、毒性以及操作条件的要求。

(2)填料盒的结构或尺寸、填料高度/轴径比及填料压盖的型式或尺寸不合理等。阀杆填料密封的泄漏事故在阀门事故中所占比例很大,因此,防止填料密封的泄漏十分必要。

(3)填料的装填和润滑方法不正确。填料安装时没有按照规定放入,填料压得过松或过紧,填料使用过久,不注意及时更换,都会造成泄漏。

(4)阀杆加工精度和表面光洁度不够,有划痕和擦伤等缺陷。

(5)阀杆处发生腐蚀。除受腐蚀性介质的浸蚀外,还有填料对阀杆的点蚀等。

3.2.3 阀门开闭部位的泄漏

(1)密封面加工精度不够,两密封面的材料不匹配,抗磨损、抗擦伤性能差。

(2)镶配的阀圈与阀座或阀瓣结合不够紧密。密封面材料选择不当,经受不住介质的腐蚀和冲刷。阀杆变形,使阀件与阀座不对中,密封面之间不能严密贴合。

(3)将截止阀、闸阀当作节流阀使用,使密封面在高速介质流的冲刷下迅速被冲蚀。

(4)液态介质中含有固体颗粒或析出结晶,或产生局部汽化,或某些高温阀门在关闭后迅速冷却,使密封面出现细微裂纹,都会加速阀门密封面的磨损、汽蚀和冲蚀。

(5)操作不当,关闭阀门过快、过猛,或未将沉积在阀内的固体杂质冲走就关紧阀门,造成杂质嵌入以致擦伤密封面,使密封面接触不良而无法关严,以致在高速介质流的不断冲刷下,密封面加速损坏。

3.2.4 阀体的泄漏

通常情况下如果按介质的操作条件选择阀体材料,阀体泄漏的几率不大,但如遇温度或压力的剧烈变化,往往会造成阀体的泄漏和破坏。此外,输送腐

蚀性介质或在腐蚀性条件下工作的阀门也极易造成阀体的腐蚀穿孔。阀体材料和制造加工时存在的内在缺陷也是造成阀体泄漏的原因之一。

3.2.5 阀门的选择

选择阀门时应根据介质的性质、压力、温度、腐蚀以及阀门的使用要求等方面的因素,结合具体的实践经验和经济性,按照《石油化工钢制通用阀门选用、检验及验收》(SH3064—94)进行选用。

(1)材质

选择阀门材质时,应考虑介质的压力、温度、腐蚀、冲刷等方面的因素,同时还要考虑外部气候的影响,要求阀门材质具有足够的强度、刚性和韧性及良好的耐腐蚀和加工性能。具体操作时,应根据材料的温度-压力曲线,结合实际的使用经验,综合确定。

(2)阀门结构

根据阀门的功能,蝶阀通常适用于对泄漏要求不严的介质,可以迅速关断和粗调流量;闸阀的密封性比蝶阀好,可用于较高的温度和压力环境;截止阀虽然阻力较大,但关闭时密封可靠。

根据管道的操作情况,需要蒸汽吹扫的管道,蒸汽与工艺介质的流向相反,所以应采用允许双向流动的闸阀,而不能采用有流向要求的阀门如截止阀;其操作条件应按蒸汽和工艺介质二者中较高的考虑。

3.2.6 阀门的泄漏量检验

对于阀门的检验,我国及世界各工业发达国家都制定了阀门的通用检验和试验标准。根据《阀门的检验及验收》(API598)及《石油化工钢制通用阀门选用、检验及验收》(SH3064—94)的规定,阀门的检验除了要进行壳体强度试验外,还要进行液压强度试验和气体密封性试验以及上密封试验。对壳体的试验要求是在所规定的持续时间内不允许有可见泄漏;对起截断作用的阀门,应进行密封试验;对有上密封结构的阀门应进行上密封试验。密封试验应对阀瓣、阀座、静密封面和蝶阀的中间轴进行检测。

参考文献

- [1] 中川洋.防止泄漏的理论和实际应用[M].北京:化学工业出版社,1983
- [2] 张德姜,王怀义,刘绍叶.石油化工装置工艺管道安装设计手册[M].北京:中国石化出版社,1994