调节阀常见故障分析及处理

刘天巍（国家管网集团西部管道甘肃输油气分公司，甘肃　兰州　730030）

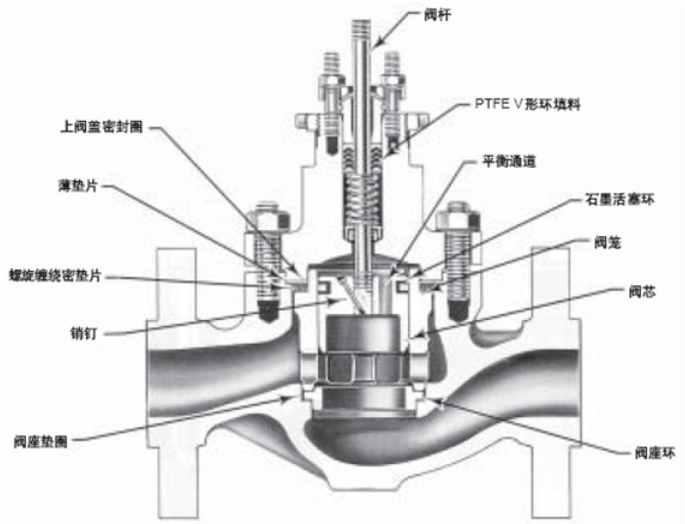
摘　要：我公司某输油站设有 5 台调节阀，全部为进口设备，属于公司核心关键设备之一，主要承担对进站原油或成品油管道油品的流量和压力控制调节，从而保护下游设备安全。阀门在使用过程中出现阀芯卡阻、减压失效等故障，通过对设备结构及工作原理的分析研究，确定导致阀门故障的原因，针对减压阀具有的特性进行分析讨论，规范设备日常管理，保证输油管道安全平稳运行。

关键词：减压阀；卡阻；噪声；振动；故障

1 前言

减压阀主要承担长输管道减压工作，该阀门是一种精密的调节设备，介质由高压大流量调节至低压小流量的过程中，阀门任何一个小的故障都会导致管道流量压力剧烈波动，从而对长输管道的安全平稳运行带来很大的影响，自 2013 年投产至今，该减压阀出现过各类故障，本论文主要对减压阀常见故障进行分析研究，希望对减压阀的运行管理和故障处理有一定的帮助作用。

2 调节阀的结构和工作原理



某进口品牌 EWT 系列调节阀，主要有阀体、阀芯、阀笼、阀杆以及执行器组成。主要特点有调节精度高、流量范围广、重复性好等，主要承担长输输油管道减压工作。执行器阀杆（外螺纹）和阀体阀杆（外螺纹）利用 2 个对开夹块（内螺纹）进行固定，从而将执行器与阀门连为一体。其工作原理是：干线流体流经阀笼，阀杆带动阀芯上下运动，通过控制阀门开度来对减压阀前流体压力和流量进行调节。当干线提量时，进站压力降低，阀门开度增大；当干线减量时，进站压力高，阀门开度减小。阀门在调节过程中，任意零部件出现故障都会造成阀门减压出现偏差或者减压失效甚至安全事故，进而造成巨大的经济损失。目前输油站 5 台减压阀先后多次出现减压阀阀芯和阀杆脱落、阀芯活塞环断裂、阀笼汽蚀、阀体与执行器夹块脱落等故障现象，产生故障的设备由于备件采购周期过长导致减压阀长时间不备用，给生产带来很大的影响，由此展开了对减压阀传动部件的研究，在使用和维修过程中积累了一定的现场经验，本文希望对使用此类减压阀的现场在以后的运行维护方面有所指导帮助意义。

3 减压阀常见故障原因分析及处理措施

减压阀运行由于诸多因素的存在，导致减压阀出现减压失效、较大振动或声音异常等情况，并且由于阀芯组件都安装在阀体内部，每次维修都需要对减压阀进行解体，需要投入大量的人力和时间，维修任务非常繁重，直接影响管道安全平稳高效运行。由此对减压阀产生的几个典型故障原因进行以下分析：

3.1 减压阀阀芯和阀杆脱落

阀门在运行过程中，阀杆上下动作但阀门调压和调量功能失效。之后对阀门进行解体发现，调节阀阀杆和阀芯连接处销钉断裂，阀杆螺纹有拉伤。维修人员在阀杆底端拉伤螺纹处焊接一不锈钢螺杆，阀芯安装后用螺母紧固，使阀杆与阀芯紧固，处理完毕阀门测试正常后恢复备用。

原因分析：正常情况下，阀门阀杆与阀芯采用螺纹连接的基础上，同时销钉斜着打入阀杆和阀芯，阀杆带动阀芯动作过程中主要依靠销钉连接传递力，螺纹连接只是作为辅助连接使用。本故障的原因是阀门长期运行时，销钉剪切力聚集在连接处，从而致使销钉疲劳断裂，并且螺纹连接无法承受巨大的传递力，从而导致螺纹拉伤。故障处理中，现场对阀门解体，在阀杆底部焊接不锈钢螺杆，阀芯安装后用螺母紧固，从而解决了阀门故障。

3.2 减压阀阀芯活塞环断裂、阀笼汽蚀冲刷严重并伴随噪音

减压阀在关闭操作过程中显示故障，阀门无法开关动作。对该阀门进行解体检查，发现阀芯与阀笼之间的密封支撑环断裂，断裂的密封支撑环夹在阀芯和阀笼之间的缝隙里。同时，阀笼因长期高压介质气蚀和冲刷，导致阀笼表面麻点、网孔边缘破损，部分地方有镂空破

损现象。现场维修人员更换新的阀笼及金属支撑环后测试，阀门开关正常。

原因分析：

①阀门卡阻无法正常开关。阀芯与笼罩之间的密封主要是开口的金属支撑环及橡胶密封圈进行密封，阀笼出现气蚀损伤凹坑后，金属支撑环在阀笼内壁上下运动时出现卡阻，直至金属支撑环应力拉断，断裂支撑环夹在阀芯与笼罩之间卡死，造成阀门无法开关动作；

②阀芯和笼罩气蚀冲刷严重。EWT 系列阀门为标准笼式阀体设计，正常情况下可以消除压降高至 200bar（20MPa）时产生的气蚀，而输油站压降最高为 10MPa，满足现场运行条件。但进一步分析发现当发生阀芯与笼罩之间密封支撑环脱落异常情况后，阀笼不断冲刷引起节流孔扩大，据伯奴利方程，管道内流体的流速提高压力急剧下降，油品流经管道节流处的压力低于汽化压力（PV）将产生气蚀或闪蒸，闪蒸最容易的破坏发生在流速最高的阀笼处，而气蚀过程中释放能量破坏阀芯及阀笼的同时还伴随着很大的噪声振动，从而导致阀笼、阀芯损坏越发严重。

3.3 阀体与执行器夹块脱落

减压阀在开启和关闭过程中，执行器动作而阀门不动作。在执行器动作过程中检查发现，连接夹块螺纹失效是造成执行器动作而阀门不动作的原因。重新加工夹块安装后，阀门开关测试恢复正常。

原因分析：

①执行机构杆与阀芯杆之间利用夹块采用螺纹连接，阀门运行过程中长期的开关及管道振动导致夹块螺纹连接处丝扣损伤，从而导致执行机构杆和阀芯杆脱落；

②在维修过程中发现，执行机构杆和阀芯杆丝扣外螺纹有着很细微的差别（3mm），出厂时连接夹块安装忽略了这个细节，从而导致出现尺寸误差。同时，在安装夹块时，应注意执行机构杆、阀芯杆外螺纹分别和连接夹块内螺纹保持装配到位，避免出现某两个连接装配到位，而造成另外一个连接失效的情况。

3.4 阀门阀杆填料处渗油

阀门填料处渗油，现场测量发现上阀盖填料函由于长期使用导致内壁出现变形，使用中填料被压缩后的膨胀量无法满足填料函允许的形变量，随后通过测量填料函变形量并重新加工 V 型四氟填料环，经安装测试阀门阀杆处渗油故障消除，恢复正常。

原因分析：日常运行中因减压阀阀杆上下频繁调节及长期振动而造成执行机构杆与阀芯杆同心度出现偏差，阀门长期的上下调节动作中，阀芯杆并未处于上阀盖的中心位置，而是带有一定偏差长期运行导致填料函内壁出现变形，填料无法实现密封作用。

4 减压阀使用中管理要求

4.1 工艺运行监控及现场巡检方面

工艺监控中应注意，进站压力、流量、调节阀开度等参数是否与阀门的特性相符合，同时建议调节阀定期进行切换运行。现场巡检中观察填料密封和垫片密封有无渗油现象，如果出现渗油现象应及时停止使用并处理。同时注意听减压阀运行时有无噪音和振动偏大现象，如果噪音过大异响或者管道振动较大时，阀门内部可能出现汽蚀现场，则应对阀门进行解体检查。

4.2 设备预防性维检修方面

减压阀故障主要为阀杆和阀芯脱落，阀芯密封环失效，笼罩气蚀冲刷严重。建议定期对减压阀进行解体，检查内部各部件的完好情况，对于管道上游频繁开展维检修及管道动火作业等情况，建议每年打开减压阀检查一次，避免由于上游作业产生的铁屑等杂物冲入阀笼及阀芯之间，在阀芯上下动作的过程中加快阀门的损坏。

综上所述，日常运行中，加强减压阀运行状态的关注，定期做好关键设备巡检和保养工作；根据设备的运行状态定期开展预测性维护，从而降低维修频次，以一种低成本的方式在设备最佳性能丧失之前，能对它进行及时的维护保养，有效提升设备可靠性。在减压阀发生故障后，应对产生原因进行全面立体分析，掌握一套解决故障的思路方法，不断提升设备管理人员的水平，确保减压阀在一个平衡稳定的环境下运行。

参考文献：

[1] 邓君 . 阀门振动噪声分析与预防措施 [J]. 机电信息 ,2015(27).

[2] 刘君 , 董海波 . 徐春光 . 减压阀动态特性的数值模拟及故障分析 [J]. 振动工程学报 ,2015(06).

[3] 张波 , 李玉坤 . 天然气分输减压阀流场分析及耦合应力场计算 [J]. 石油机械 ,2015(10).

[4] 王东明 , 胡鑫 , 唐伯明 .TESCOM 减压阀常见故障处理 [J]. 维护与维修 ,2017(11).

[5] 陈希 , 王媛 , 王庆程 , 等 . 调节阀常见故障分析与处理 [J]. 中国仪器仪表 ,2019(7):63-69.

[6] 王韶虹 , 郑小红 , 许广生 , 等 . 气动薄膜调节阀的几种常见故障分析及处理 [J]. 自动化信息 ,2009(10):81-81,24.

[7] 苑小刚 . 生产过程自动化仪表常见故障分析及处理 [J]. 科技与企业 ,2012(6):305-305.

[8] 周超 , 赵山林 . 调节阀故障分析及处理 [C].// 第二十三届全国大型合成氨暨煤制合成气、甲醇装置技术年会 论文集 ,2017:116-118.

作者简介：

刘天巍（1987- ），男，汉族，甘肃临泽人，国家管网集团西部管道有限责任公司甘肃输油气分公司，工程师，大学本科，研究方向：设备管理。