

输油管道将军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：我公司某作业区原油及成品油输油管道安装有将军阀（强制密封阀）数十台，属于公司计量系统核心关键设备之一，主要承担原油或成品油管道站场计量区域管道开关通断及计量标定系统精确检定功能，从而保证管道输送油品贸易计量交接的合规准确性。但阀门在长期使用过程中出现上阀杆断裂、开关不到位、阀门内漏等故障，通过对设备结构及工作原理的研究，确定导致阀门故障的原因，针对将军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：输油管道；将军阀；卡阻；内漏；故障

1 前言

将军阀是输油管道主要设备种类之一，主要与各类流量计等计量设施配套使用，最大的特点是密封性能好，具有阀腔压力自泄放（DTR）和阀门快速检漏功能。其在现场各个计量区域集中使用，配合流量计检定、体积管检定等工作，但阀门运行中一旦发生故障会影响油品检定数据的准确性，其次产生故障的设备由于备件采购周期较长，导致阀门长时间不备用，进而对油品贸易计量交接产生巨大的影响，自2006年投产至今，该类阀门出现过各类故障，本文展开了对将军阀密封及传动部件的研究，总结了阀门在使用和维检修过程中的一些现场经验，希望对使用此类阀门的现场在运行维护方面有所指导帮助意义。

2 将军阀的结构和工作原理

将军阀主要由底板、阀体、旋塞、密封滑片、压盖、操作器及热释放系统组成。传统阀门密封面紧密接触并在运动过程中发生摩擦会造成密封组件磨损，但将军阀特殊的结构彻底消除了阀门操作过程中密封面的磨损问题，通过独特的楔形旋塞，L形轨道及特殊的操作器设计，使阀门在操作过程中，密封面相互脱离，避免了摩擦的产生，消除了密封磨损，极大地延长了阀门的使用寿命，提高了阀门的可靠性，同时其标准配置的热释放系统，保证了绝对关断的阀门的安全性和易操作性。

阀门开启时，旋塞首先向上升起，然后带动阀片旋转90°，阀门全开；阀门关闭时，旋塞首先带动阀片旋转90°，然后向下驱动阀片与阀体进行密封，达到上下游独立的可靠密封。阀杆分为上阀杆和下阀杆，两个阀杆的单独及结合运动，使得旋塞运动分为提升和旋转运动，L形轨道起辅助导向的作用，确定了旋塞的运动动作。

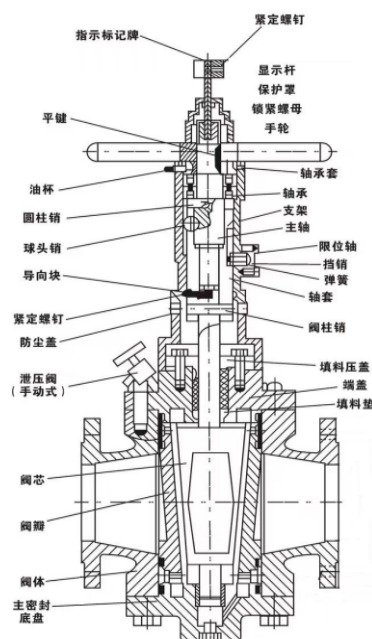


图1 将军阀结构

3 将军阀常见故障原因分析及处理措施

将军阀在输油管道安装使用中发现诸多影响因素的存在，导致阀门出现上阀杆断裂、开关不到位、内漏等故障，并且由于现场将军阀门成撬安装维检修作业空间小，解体检修检查时人力投入大，耗费时间长，维修任务非常繁重，直接影响管道安全平稳高效运行。由此对将军阀产生的几个典型故障进行以下分析：

3.1 阀杆损坏，阀门无法动作

在运行中执行机构动作但阀杆运行失效。阀门在打开过程中时，当电动执行器显示开度为18%时阀门阀杆处有巨大异响，同时伴随阀门整体振动，阀门无法继续动作。原因分析：

3.1.1 对传动部分解体检查发现，阀门上支架内阀杆断裂

当阀门在执行开命令后电动执行器动作，带动断

裂的上螺杆旋转,但由于上螺杆断裂为3段,所以上螺杆无法驱动将军阀门和指示小旗旋转,所以出现了巨大异响且执行器空转而阀门不动作的现象。

3.1.2 通过进一步对阀杆检查发现,阀杆下轴轴头歪曲、轴孔变形

正常情况下阀门上下轴通过圆柱销连接在一起,在阀门开闭过程中应缓慢均匀的开启或者关闭,上下轴之间不应出现硬冲击。而现场检查测试发现,下轴轴头歪曲变形、销孔过大且变形,圆柱销发生弯曲。现场对阀门传动机构进一步拆解检查分析,上下轴的安装配合精度无法达到要求,传动销在上下轴连接后存在间隙。当阀门开闭过程中,执行器驱动上轴旋转,而上下轴由于安装误差过大,会出现硬冲击,长期运行,下阀杆轴头歪曲、销孔继续研磨扩大,硬冲击强度继续增强,最终导致上阀杆断裂。检修现场将断裂阀杆取出,通过对阀杆、销孔等加工尺寸进行测量绘图,重新加工上阀杆,并对阀杆进行热处理增强表面硬度,对新阀杆组件装配尺寸依次进行测量,对阀门损伤部件全部完成更换,核对安装尺寸符合要求后开展阀门开关测试,故障消除,阀门恢复备用。

3.2 将军阀开关不到位

阀门在使用操作中出现无法全开或全关、间歇性卡阻等故障。现场对阀门故障排除时发现,阀门电动操作或手动操作都无法驱动阀片顺利动作,执行机构过扭矩报警。原因分析:

3.2.1 输油管道油品中杂质的影响

当阀门开启时,旋塞向上的运动将阀片(阀瓣)在旋塞转动前拉离阀体,阀片与阀体之间不存在摩擦力矩,但阀片与阀体在旋转压紧过程中,油品中存在的焊渣、铁锈、泥沙等沉淀物杂质堆积在阀片运行轨道中,导致执行器驱动阀门动作过程中,阀片运行受阻,从而造成阀门开关不到位,现场打开阀门底部底板,对底板清理杂质沉淀物并对阀体进行排污,清洗阀片燕尾槽轨道和阀体内部阀片运动轨道,处理完毕后对阀门测试,故障随即消除。

3.2.2 阀杆导向块的磨损对运行灵活性的影响

部分阀门在维护保养中发现阀杆L型导轨内导向块因材质本身强度不够,外界环境中沙尘的沉积研磨损伤,以及导轨内缺乏润滑,造成导向块运行中出现间歇性卡阻,最终造成阀门开关不灵活,同样是造成阀门卡阻的原因之一,现场通过对损伤的导向块重新加工更换,对阀杆L形轨道内进行清理润滑后,测试

阀门故障消除。

3.3 阀片密封面损伤,阀门内漏

阀门长期在输油管道使用中发现,部分将军阀出现密封不严内漏的现象,直接影响计量标定工作,并且在油品停止外输作业时,发现未经计量的油品因阀门内漏而向下游流失,对第三方贸易交接产生了巨大的影响。原因分析:

3.3.1 阀片密封面损伤

随着阀门运行时间不断的增长,将军阀滑片(阀瓣)上镶嵌在燕尾槽内的氟橡胶软密封圈会在运行中老化、磨损、受到机械损伤或被油品中的硬性杂质划伤。尤其输送油品内含有的焊渣、铁锈、泥沙等,当过滤器滤网目数选择过大或滤网破损后,就会出现无法将所有杂物全部过滤干净的情况发生,在阀门关闭过程中杂质瞬时挤压在阀片表面,当阀门再次打开时杂质划伤或切割密封面浇筑橡胶层,导致密封失效,阀门出现内漏现象。

现场解体阀门,清除失效滑片上的密封橡胶,并将滑片燕尾槽内的残留橡胶清除干净,对阀门滑片(阀瓣)和阀体内表面(阀座)进行详细的尺寸测绘,并进一步计算滑片和阀体完全密封时(阀门处于全关位),滑片上软密封氟橡胶的过盈余量。根据测绘尺寸及计算结果,设计模压橡胶模具,将清理干净的滑片安装至模具通过加热、装料、合模加压、修边、补料、硫化等多道工序完成橡胶密封面的制作,检查硬度及尺寸检查合格后,完成阀门组装,根据API6D的标准要求开展阀门密封性试验合格,返厂回装至现场工艺管线上进行充压,在全关位开展内漏测试,阀门内漏故障消失。该项将军阀阀片国产化修复方法在现场因滑片密封面损伤造成将军阀内漏的故障处理上,得到了大力推广应用。

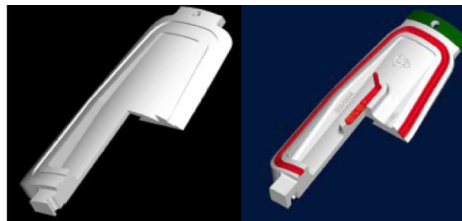


图2 滑片测绘立体三维图

3.3.2 阀片疲劳损失

阀门具有独特的楔形旋塞设计,当阀门需要关闭时旋塞向下运动,推动并强制密封滑片压紧密封面,以达到上下游零泄漏独立密封的功能,但对于长时间几个月甚至几年处于关闭的阀门,阀片橡胶密封面由

于长久处于被压缩的状态,当阀门在再次打开进行关闭操作时出现阀门内漏的情况,因此做好定期的阀门开关测试和阀门内漏检查工作对阀门完好可靠性管理非常重要。

3.3.3 阀门开关力矩设置不当

对于电动阀门应合理选择与之匹配的电动执行机构,并且调整执行机构力矩大小,避免因电机选型过小造成阀门启闭力矩不够的情况,过小的电机力矩造成阀门关闭或开启不到位,进一步造成阀门出现内漏现象。

3.4 阀杆填料渗油

阀门阀杆频繁的上下及旋转动作后出现填料渗油,现场检查发现上阀盖填料观察窗防尘盖老化损坏及部分阀门缺失防尘设施,外界环境中沙尘及雨雪堆积在填料处,当阀门动作时随着阀杆上下及转动,造成泥沙等杂物被带入填料与阀杆的间隙内加剧密封磨损,当填料压盖的压缩预紧力无法满足阀腔内介质压力时,则阀杆填料处发生渗漏。现场通过对阀杆观察窗防尘盖进行更换,对阀门填料进行紧固或更换后渗漏现象消失,故障排除阀门恢复正常。

4 使用中的管理要求

4.1 将军阀日常运行中加强巡检,做好阀腔压力的确认

正常情况当阀腔内压力超过上游管线压力 25PSI 时,单向定压泄放阀自动动作将压力泄放至上游,使用中避免因单向阀损坏造成阀腔压力超高憋压情况的发生。同时,利用手动检漏阀做好阀门在线密封性检测,验证阀门上下游绝对关断,以防止造成计量数据不准确,影响贸易交接工作。

4.2 定期对将军阀进行维护保养

严格按照阀门操作维护要求,每年进入冬季前对阀门开展底部排污和开关测试,并利用排污将底板堆积的杂质尽可能排出阀外,避免由于上游作业产生的铁屑等杂物冲入阀瓣与阀体密封面之间,造成阀门动作阀片的损坏。

4.3 阀门每年开展一次内漏测试,保证阀门完好可靠性

现场具备条件情况下每 3 年对阀门开展解体检查,检查内部各部件(阀门密封滑块、阀杆等)完好情况和润滑状态。

4.4 每年至少开展一次阀前过滤器的维护保养,保证其完好性

当过滤器差压升高有堵塞趋势时要及时进行清

理,定期检查滤网是否存在破损,存在破损的应及时开展更换。对于上游管道即将开展清管或内检测作业时,应提前对过滤器加装小目数滤网,并缩短过滤器的清理周期,选择更加实用的滤网,加强过滤效果,尽可能减少杂质对阀门密封面的损伤。

4.5 加强维检修作业标准化管理

日常设备的维护保养及维检修作业中,严格按照规程作业,应避免类似破碎金属缠绕垫落入管道内部的情况,尤其在管线打开作业过程中,杜绝检修过程中产生的废弃物、螺帽、青稞纸垫片等遗留在管道内,以防造成对下游阀门等设备密封面的损伤。

5 总结

将军阀使用中应加强对运行状态的关注,根据设备的运行状态定期开展预防性维护保养,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,能够对它开展及时的维护,有效提升设备可靠性。在阀门发生异常故障后,应对产生原因进行全面系统分析,不断提升设备管理人员的水平,确保阀门在稳定的状态下运行。

输油管道介质内的各种固体杂质同样对将军阀密封性能的影响不容忽视,一旦对设备造成损伤很难根治,而且对油品精确贸易交接和管道安全平稳运行带来很大的影响。现场运行中需要加强设备运行维护和检修管理,积极探索设备维护保养新方法,保障管道设备设施的安全平稳运行。

参考文献:

- [1] 蒋敏. 强制密封球阀的设计与优化 [J]. 流体测量与控制, 2021, 2(1): 15-21.
- [2] 杨振宁, 王伟. 强制密封双关断旋塞阀研制 [J]. 流体机械, 2015(04): 38-42.
- [3] 王朝富, 马浩南, 卢鉴, 等. 强制密封球阀流场模拟分析及优化 [J]. 油气田地面工程, 2015, 34(11): 3.
- [4] 王磊. 安全阀常见故障分析及排除方法研究 [J]. 吉林化工学院学报, 2007, 24(02): 58-60.
- [5] 张保华. 输油管道设备维修中存在的问题及应对措施分析 [J]. 装备维修技术, 2021(2): 0194-0194.
- [6] 吴轩, 王康. 油气管道运行管理中存在的安全隐患及对策分析 [J]. 山东工业技术, 2015(9): 3.

作者简介:

刘天巍(1987-), 男, 汉族, 甘肃临泽人, 大学本科, 工程师, 研究方向: 设备管理。