

MONNIER116-5000 活塞调节阀的工作原理及常见故障分析

Working Principle and Common Faults Analysis of MONNIER116-5000 Piston Regulating Valve

徐力 邱博 陈朝晖

Li Xu Bo Qiu Zhaohui Chen

中广核电运营有限公司
中国·广东 深圳 518124
China Nuclear Power Operations Co.,Ltd.,
Shenzhen, Guangdong 518124, China

【摘要】MONNIER116-5000 活塞调节阀常用于空气压力的整定。实际使用中,该型号调节阀经常发生下游气体压力剧烈波动、漏气、设备拒动等故障现象。进一步分析总结,发现该型号调节阀主要有下部活塞卡涩、润滑不良两种故障模式。论文通过对该型号调节阀结构、工作原理、故障机理的分析,可为后续的设备维护、故障处理提供重要参考,也可为系统调节阀的选型提供借鉴。

【Abstract】MONNIER116-5000 piston regulating valves are often used for setting air pressure. In actual use, the valve often produces the downstream gas pressure violent fluctuation, air leakage, equipment rejection and other failures. After further analysis and summary, it is found that the valve mainly has two failure modes: the lower piston jam and the poor lubrication. Through the analysis of the structure, working principle and fault mechanism of the model regulating valve, this paper can provide important reference for the subsequent equipment maintenance and fault treatment, and also provide reference for the selection of the system regulating valve.

【关键词】调节阀;卡涩;O-ring;老化

【Keywords】regulating valve; jam; O-ring; aging

【DOI】10.36012/peti.v2i1.1306

1 结构及工作原理

1.1 结构

如图 1 所示:MONNIER116-5000 活塞调节阀(下文简称调节阀),主要由①紧固螺栓、②上部阀盖、③上部弹簧、④上部活塞、⑤阀体、⑥下部活塞、⑦密封 O-ring、⑧下部弹簧、⑨下部弹簧垫片、⑩下部阀盖、⑪调节手柄组成。

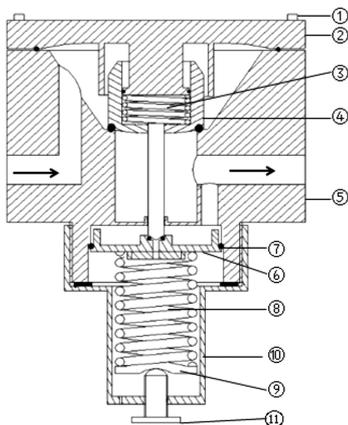


图 1 调节阀结构图

1.2 工作原理

调节阀主要用于空气压力的整定。某电厂厂用供气系统空气压力约 8bar^[1],使用调节阀可将下游空气压力调整为 0~8bar 之间各个值。

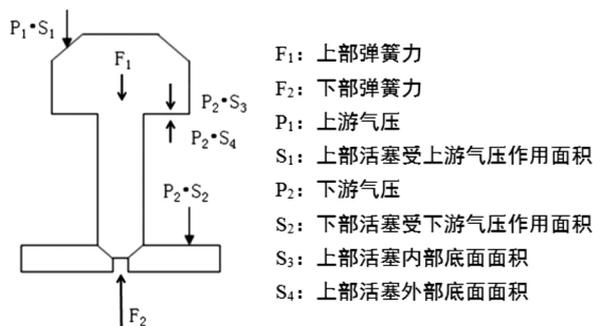


图 2 调节阀活塞受力示意图

如图 1 及图 2 所示。 F_1 较小,此处忽略不计。根据基础物理知识 $F=PS$ (F 指作用力, P 指气压, S 指受压面积),上游气体在 S_1 上的作用力为 P_1S_1 。下游气体在 S_2 上的作用力为 P_2S_2 。因上部活塞活塞头与活塞杆存在间隙,所以下游气体能进入上部活塞活塞头内部,会产生向下的力 P_2S_3 。因 S_3 与 S_4

基本相等,故 P_2S_3 与 P_2S_4 两力抵消,此处忽略不计。所以,当调节阀达到平衡状态时,有:

$$P_1S_1 + P_2S_2 = F_2 \quad (1)$$

因 P_1, S_1, S_2 恒定不变,故 P_2 与 F_2 成直线性相关。也就是 F_2 增大或减小,那么 P_2 也会随之增大或减小。 F_2 大小与下部弹簧压缩量有关。所以,可通过调整下部弹簧的压缩量,来调节下游气压的大小。当下游气体被使用, P_2 降低, F_2 相应降低,下部弹簧压缩量变小,上部活塞及下部活塞整体向上运动,上部活塞开启,上游气体进入下游, P_2 升高,直至达到新的平衡。

2 常见故障及原因分析

根据维修经验,调节阀主要有下部活塞卡涩、密封不良,两种故障模式。

2.1 下部活塞卡涩

下部活塞卡涩是高发的故障模式,主要原因有下部活塞偏斜及润滑不良。上部活塞偏斜的原因主要有调节阀设计特性、阀体及下部活塞材质因素、下部弹簧质量偏差、调节力不能同轴线传递等。

①阀门特性。上部活塞、下部活塞并非一个整体,下部活塞可进行多角度及方向的运动,这就是造成下部活塞偏斜的先天因素。由图 3 可知,下游气体反馈孔不是对称均匀分布的,所以在下部活塞频繁动作时,下游气体对下部活塞的作用力也无法均匀分布,造成下部活塞偏斜,进而引发卡涩。

②阀体及下部活塞材质因素。阀体及下部活塞材质均为铝镁合金,铝含量大于 98%、镁含量约 1%,其他元素不详。使用中,发现该材质极易磨损,产生较严重的划痕,如图 4 所示。检修策略主要是打磨消除划痕,打磨后下部活塞及对应阀体腔室之间的间隙会变大,进一步导致卡涩的频繁发生。



图 3 阀体下部腔室图

图 4 磨损划痕

③下部弹簧质量偏差。检查所有下部弹簧,均存在偏斜情况,制造质量较差。因此,下部弹簧不能沿竖直直线往复运动,这就会导致下部活塞往复运动时发生偏斜,进而卡涩。

④调节力不能同轴线传递。下部弹簧与下部活塞径向配合间隙约 2mm,间隙过大,有相对位移空间。下部弹簧垫片是锥帽型,由两片组成,不同心。下部活塞、下部弹簧、下部弹簧座、调节手柄之间,可进行多角度及方向的运动,不能形成一个竖直的轴线,所以在调节过程中,会造成下部活塞偏斜,进而引发卡涩。

⑤润滑不良。润滑不良有缺乏润滑和润滑脂涂抹过多两种情况。调节阀长时间不维护,润滑脂干涸,导致下部活塞与腔室内壁摩擦力增大,引发卡涩。润滑脂涂抹过少,下部活塞与腔室内壁无法建立油膜,导致卡涩。润滑脂涂抹太多,过量的润滑脂挤压下部活塞的运动空间,增大下部活塞与腔室内壁的黏连力,导致卡涩。

2.2 密封不良

常见的密封不良主要有上部活塞与阀体之间密封不良、下部活塞与阀体之间密封不良、上部活塞与下部活塞之间密封不良。

①上部活塞与阀体之间密封不良。上部活塞 O-ring 老化、失去弹性,阀体与上部活塞 O-ring 对应密封面存在高点,均会导致上部活塞与阀体之间密封不良,进而上游气体泄漏进入下游,导致下游气压升高。如图 5 所示,上部活塞 O-ring 失去弹性有压痕,无法像新 O-ring 一样恢复原状。

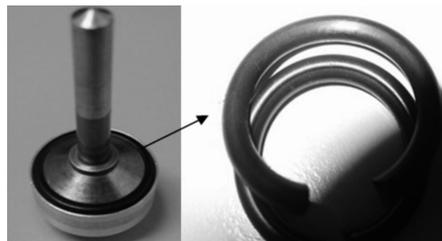


图 5 上部活塞新 O-ring 与失去弹性 O-ring 的对比

②下部活塞与阀体之间密封不良。下部活塞在静止和往复运动的状态不停转换,其外侧 O-ring 也在静密封和动密封状态中不停转换。下部活塞往复运动时,其 O-ring 与阀体内壁摩擦扭转,长时间使用后 O-ring 失去弹性,无法补偿间隙,导致下游气体泄漏。

③上部活塞与下部活塞之间密封不良。上部活塞活塞杆锥面与下部活塞中心孔之间依靠 O-ring 进行密封。下部活塞偏斜或上部活塞活塞杆晃度过大,会导致两者接触不良,导致下游气体泄漏。该处 O-ring 的老化、失去弹性也会导致下游气体泄漏。

3 结论

MONNIER116-5000 活塞调节阀,在频繁动作中,极易造成下部活塞卡涩,故不适用于频繁动作的系统,例如,不适合为往复气动泵进行直接供气。日常维护中,应制定合理的维护周期,确保内部润滑有效;及时更换密封 O-ring,保证良好的密封状态。

参考文献

[1]广东核电培训中心.900MW 压水堆核电站系统与设备[M].北京:原子能出版社,2007.