

核电厂 3582 定位器常见故障及诊断方法

Common Faults and Diagnosis Methods of 3582 Positioner in Nuclear Power Station

葛海洋 李亚兵 赵常建

Haiyang Ge Yabing Li Changjian Zhao

中广核核电运营有限公司 中国·广东 深圳 518000

China Nuclear Power Operations Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

摘要: 定位器是调节阀主要仪控附件, 机械定位器接收上游电气转换器的压力信号和阀门实际开度的反馈信号, 将阀门控制到相应的开度, 在核电厂中, 3582NS 机械式定位器在核岛中应用广泛。如果定位器出现故障, 将会导致阀门调节不可用。因此, 研究定位器常见故障及处理方法对启动调节阀的检修及电厂的稳定运行具有重要的意义。论文主要对 3582 机械式定位器的构造原理、安装方法、常见的故障现象及处理方案进行介绍总结。

Abstract: The positioner is the main instrument and control accessory of the regulating valve. It receives pressure signals from the upstream electrical converter and feedback signals from the actual valve opening, controlling the valve to the corresponding opening. In nuclear power plants, the 3582NS mechanical positioner is widely used in nuclear islands. If the positioner malfunctions, it will cause the valve adjustment to be unavailable. Therefore, studying common faults and handling methods of locators is of great significance for the maintenance of starting control valves and the stable operation of power plants. This paper mainly introduces and summarizes the construction principle, installation method, common fault phenomena, and treatment plans of the 3582 mechanical positioner.

关键词: 3582 定位器; 工作原理及安装; 故障及诊断方案

Keywords: 3582 positioner; principle and installation; fault and solution

DOI: 10.12346/peti.v6i1.9090

1 引言

气动调节阀采用压缩空气作为动力源, 以气缸作为最终执行机构, 上游控制信号经过减压阀、电气转换器、定位器、电磁阀及快速释放阀等一系列附件被转换为压力信号, 输出到气缸中, 驱动阀门动作, 完成开关或者比例式控制阀门调节, 实现对系统温度、压力、流量等工艺参数的调节^[1]。3582 机械式定位器是一种核电站中常用的定位器, 在很多重要系统如反应堆冷却剂系统、化学与容积控制系统、汽机旁路排放系统均有使用。以反应堆冷却剂控制系统中喷淋阀为例, 如果该阀门定位器出现故障, 将会导致稳压器失去调节作用, 如干预不及时, 甚至会导致机组反应堆跳堆。因此对 3582 定位器常见故障的诊断及处理尤为重要。

2 3582 机械式定位器简介

2.1 3582 机械定位器的结构

3582 机械定位器常与 546 电气转换器配合使用, 546EP 输出至定位器波纹管, 并通过平衡梁、喷嘴挡板结构、挡板组件、旋转轴臂及反馈凸轮共同作用, 实现调节阀阀位的控制^[1]。

FISHER 3582 定位器系列具有多种型号, 其中 3582-NS 因其使用的材料在高温和辐射环境里具有优良的性能, 因此在核电领域得以广泛应用。

2.2 3582 机械定位器工作原理

从图 1 可以看到, 3582 机械定位器主要由波纹管、反馈轴、平衡梁、Relay (压力放大器)、喷嘴挡板结构、反馈凸轮、旋转轴臂等结构组成。从控制设备来的压力输入信

【作者简介】葛海洋 (1999-), 男, 中国山东德州人, 本科, 助理工程师, 从事核电领域气动调节阀设备故障及处理的研究。

号连接到波纹管，当压力信号增加时，波纹管膨胀，推动平衡梁围绕输入轴转动，使得喷嘴挡板之间的距离变近，喷嘴背压增加，喷嘴压力又通过压力放大器 Relay 放大压力后，输出到阀门气缸中，气缸内压力增加，膜片执行机构推动阀杆移动。阀杆的移动通过一个凸轮反馈到平衡梁。当凸轮转动时，平衡梁围绕反馈支点旋转，并移动挡板使其离开喷嘴。喷嘴背压减小，直至阀杆停止移动，最终达到平衡。

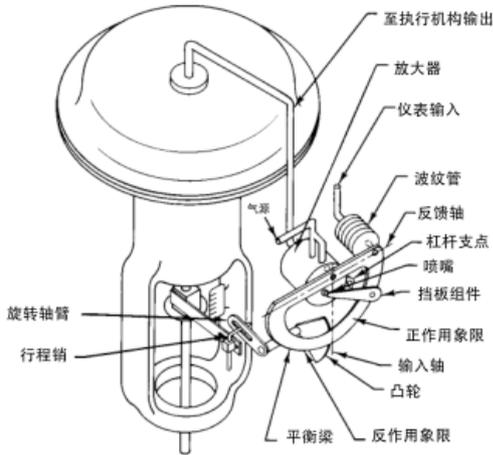


图 1 3582 定位器原理简图

当控制信号减小时，在波纹管内部量程弹簧作用下，波纹管收缩，平衡梁围绕输入轴转动，挡板移动，远离喷嘴，喷嘴背压减小，气缸气体通过压力放大器排气孔排放至大气，气缸压力减小，阀杆在弹簧力作用下运动，通过反馈凸轮作用至平衡梁，平衡梁通过与挡板组件作用，使挡板靠近喷嘴，两者相互作用，当到达平衡时，阀杆停止移动，阀位稳定。

2.3 3582 定位器旋转轴臂的安装及平衡梁的调整

3582 机械式定位器通过旋转轴臂接受阀位反馈，因此只有旋转轴臂挂接合适，定位器才能正常工作；定位器固定在阀体上的安装板上，连接臂安装在联轴器上跟随阀杆运动，连接臂与旋转轴臂之间通过“L”型行程销连接，连接臂与行程销被锁紧螺母固定，在阀杆运动时，行程销可在旋转轴臂内滑动。3582 定位器安装时，需将阀门定位至中间开度，将行程销的圆形末端置于旋转轴臂的槽内，行程销的方形端通过销孔及销栓插入连接臂的槽中，上下移动行程销，使得旋转轴臂上的零刻度与定位器外壳上的刻度对齐。行程销需挂接在旋转轴臂合适行程，如果行程销所置位置小于阀门实际行程，将会使得凸轮旋转角度大于 60° ，损坏定位器凸轮或其他部件。行程销锁紧螺母旋紧后，将阀门全开或全关，旋转轴臂应与定位器外壳 30° 指针对齐，如果未对齐，需重新松开锁紧螺母，重新调整行程销位置。

3582 定位器平衡梁的调整目的是保证定位器部件机械位置准确，使定位器校验顺利进行。从图 2 可以看到，在阀

门处于中间开度时，移动挡板至平衡梁上的 0 刻度，使旋转轴臂上的 0 刻度标记与定位器壳体上的刻度对齐。移动挡板至平衡梁正上方的刻度 10 处，使旋转轴臂上的 0 刻度对齐定位器外壳上的刻度。向左移动挡板置于平衡梁反方向上的刻度 10 处，使旋转轴臂上的 0 刻度对齐定位器外壳相应刻度。上述三个位置如有不对齐，均需调整平衡梁及波纹管螺母进行调整。

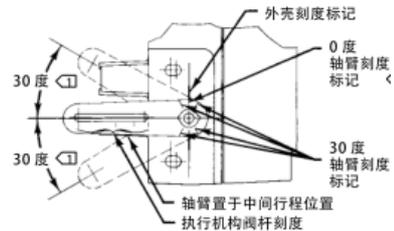


图 2 旋转轴臂安装示意图

3 3582 机械式定位器的校验及定位器故障定位

3.1 3582 机械式定位器的校验

在定位器行程挂接正确及反馈比调整合格后，可开始定位器的校验，即定位器零点和量程的调整，需要注意的是，定位器零点调整会影响量程，因此每次零点调整结束后均需重新调整量程。3582 定位器零点的调整是通过松开喷嘴锁紧螺母改变喷嘴高度实现的，喷嘴初始高度高，零点越高，反之越低；改变挡板在平衡梁位置可改变 3582 定位器的量程，平衡梁刻度越高，量程越大，反之越小。

需要注意的是，3582 定位器无论是零点调整，还是量程调整，调整结束后，最终都是通过锁紧螺母固定，且零点锁紧螺丝材质较软，因此为方便下次校验，锁紧力需合适，不宜过大或过小，喷嘴旋出圈数也应注意，过多会使得喷嘴脱落。

3.2 定位器故障快速定位

如果气动调节阀出现故障，阀门不可用，需要快速定位故障点。气动调节阀定位器、电气转换器、减压阀等部件及阀门本体出现问题均会导致阀门调节出现异常，由于故障原因复杂多样，如果故障为定位器引起，可通过以下手段去辅助判断。

在气控部件至阀门膜盒进气口处，可装配一取压孔，当上游有信号输出时，取压孔处测得的压力在正常范围内，可确认为阀门本体出现故障，反之可定位故障于气控部件。3582 定位器外壳处有三个 $1/4\text{NPT}$ 内螺纹接口，可装取压接头或压力小表，由上往下依次为：电气转换器输出、3582 定位器输出及定位器气源；如果气源压力正常，控制信号正常，定位器输出异常即可定位故障于定位器，改变上游控制信号，通过定位器输出压力显示仪可辅助判断定位器内部具体故障点。

4 3582 机械式定位器常见故障及诊断方法

4.1 旋转轴臂挂接类故障及诊断方案

3582 机械式定位器行程销与旋转轴臂直接接触，在阀门开关过程中，阀杆带动固定在连接臂上的行程销运动，进而使旋转轴臂带动凸轮，定位器接受反馈。旋转轴臂上刻有行程标识，行程销管挂接位置应不小于阀门实际行程，这样可以使旋转轴臂在阀门开关过程中旋转角度不超过 60° ，如果行程销挂接小于阀门行程，将会损坏定位器。行程销直接挂接在旋转轴臂凹槽内，且凹槽间隙大于行程销末端，为防止行程销在凹槽内随意滑动，在旋转轴臂上的凸轮处装有一拉伸弹簧固定其位置。对于控制信号增加时，不同类型阀门阀杆运动方向可能不同，为正确判断凸轮朝向，可用以下准则判断：当执行机构膜片内压力增加时，凸轮小指针需保持与阀杆运动方向一致。当对气动调节阀进行检修时，常常需要配合拆装行程销、旋转轴臂及反馈凸轮，如果凸轮方向装反，将会导致定位器与阀门不匹配，弹簧未挂接，将会增大阀门开关过程中的回差，影响对阀门开度的控制。对于行程销在旋转轴臂内的插入深度，如果过浅，在阀门多次动作中，有可能脱落，这样定位器会直接失去阀位反馈，失去控制功能。为防止此类故障，在定位器校验过程中，应检查行程销所挂行程及拉伸弹簧可用性，对于行程销在凹槽内的插入深度，也应使用测量器具测量，保证能插入末端一半的长度。

4.2 定位器喷嘴挡板故障及诊断

定位器喷嘴挡板结构为定位器的核心部件，建立了定位器内的控制压力。在对定位器进行校验时，需确认喷嘴内无异物，挡板金属薄片无弯曲，且正对定位器喷嘴，喷嘴旋出 2~4 圈范围以内。当定位器失去控制信号时，如定位器仍有压力输出（残压），此时应考虑喷嘴挡板是否未对齐或者挡板紧固螺丝未紧固。为防止此类故障，定位器校验过程中定位器失去输入时，由于定位器此时排气较慢，需持续观察，直至定位器输出归零为止，反之需再次调整挡板位置^[2]。

4.3 定位器 Relay 异常及诊断

从图 3 可以看到，压力放大器安装在 3582 定位器背部，起到对定位器输出信号压力放大的作用，3582 定位器使用的型号为 83L。Relay 从结构上分为四层，与 3582 定位器本体之间通过四个空气孔连接，分别为气源孔、输出孔、排气孔以及喷嘴孔，均有 O 环密封。定位器供气通过节流装置分为两路，一路至 Relay 底部气室，一路至喷嘴，两者相联通。

以下进气、失气调节阀为例，当控制信号增加，波纹管膨胀，喷嘴挡板距离，喷嘴背压增加，Relay 底部气室压力增加，推动滑阀（滑阀为金属结构，有两个密封面）向上运动，使得气源接通输出气室，输出孔开始有输出。同时，气室压力增加，推动滑阀向下运动，输出气室进气减少，因两气室气体实际膜片作用有效面积不同，输出气室膜片大于输入气室，因此起到压力放大的作用。当控制信号减小，挡板远离喷嘴，输入气室压力减小，滑阀往下运动，输出气室连接排气孔，气缸气体得以排出，阀位降低。在 Relay 进排气过程中，是通过滑阀运动来实现各气室的联通或者隔绝，滑阀为金属结构，如果滑阀卡涩，密封不严，Relay 将会失去压力放大的作用。2023 年国内某核电站曾出现过此类故障，由于滑阀卡涩，气源、输出以及排气孔三者联通，Relay 异常排气，且阀位被定位，无法调节。在阀门校验过程中，建议多次大信号阶跃动作阀门，可用于判断 Relay 滑阀是否存在卡涩，如有异常，需对 Relay 或 3582 定位器整件进行更换^[3-4]。

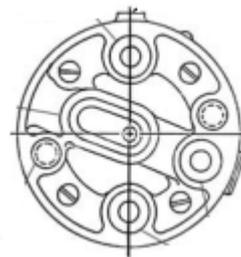


图 3 Relay 横截面图

5 结语

论文对 3582 机械定位器的工作原理及常见故障、诊断办法进行了总结，再结合“核安全高于一切”的理念，为保证核安全设备的稳定运行，就必须做到定位器行程销反馈臂挂接准确牢靠、压力放大器检查到位、喷嘴挡板调整合适，并通过详细具体的检修程序保证检修质量。

参考文献

- [1] 杜鲁滨. 阀门定位器故障在线诊断修复研究与应用[J]. 自动化应用, 2020(3): 155-156.
- [2] 徐利杨, 章兰珠. 基于 ANSYS 的阀门定位器喷嘴挡板结构优化与分析[J]. 自动化仪表, 2022, 43(10): 14-16+22.
- [3] 王丹, 蒋泰铨. 气动调节阀的仪控调试[J]. 科技视界, 2019(7): 72-73.
- [4] 杨波. 典型气动调节阀故障分析[J]. 电力安全技术, 2019, 21(10): 52-55.