

# 核电厂 DVC6010 智能定位器故障模式及维修方法

## Failure Mode and Maintenance Methods of DVC6010 Intelligent Positioner in Nuclear Power Station

郭省军 官志远 李亚兵

Shengjun Guo Zhiyuan Guan Yabing Li

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:** 阀门智能定位器通常作为重要仪控附件在气动调节阀上配合使用,属于调节阀的调节中枢神经,它一般接受来自上游调节器 4~20mA 的标准控制信号,经过内部处理后输出零压力到满压力的信号传输到阀门执行机构。论文主要对 DVC6010 智能定位器的结构原理、安装方法、常见故障及维修方法进行介绍。

**Abstract:** Valve intelligent positioner is usually used as an important instrument control accessory in pneumatic control valve, belongs to the regulator of the central nervous system, it generally accepts from the upstream regulator 4~20mA standard control signal, after internal processing output zero pressure to full pressure signal transmission to the valve actuator. This paper mainly introduces the structure principle, installation method, common fault and maintenance method of DVC6010 intelligent positioner.

**关键词:** DVC6010 智能定位器; 安装; 故障; 维修方法

**Keywords:** DVC6010 intelligent positioner; install; fault; maintenance methods

**DOI:** 10.12346/etr.v6i1.8938

## 1 引言

DVC6010 智能定位器是一种可通讯并且集成微处理器的定位器,其阀位反馈部分采用的是接触式反馈臂连接的方式,通过机械阀杆和定位器反馈臂的硬性连接,依靠阀杆运动带动反馈臂旋转运动来感应出对应的阀位。DVC6010 智能定位器应用在核电厂常规岛中一些重要系统的气动调节阀上,如蒸汽排大气控制系统中的蒸汽排放调节阀,该调节阀控制二回路蒸汽对大气的排放量,直接控制着蒸汽管道内压力的大小。

## 2 DVC6010 智能定位器简介

### 2.1 DVC6010 智能定位器的结构

DVC6010 智能定位器主要包括集成电路板 (PWB)、I/P 转换器模块、气动放大器 Relay 模块、接线盒模块、行程传感器模块。定位器内部还自带有压力及温度传感器。

### 2.2 DVC6010 智能定位器控制原理

DVC6010 定位器具有负反馈调节。标准控制信号

4~20mA 直流信号接入接线盒,然后进入到 PWB 板,在 PWB 板被微处理器读取后,经内部算法处理并转换成模拟量的 I/P 驱动信号 (即 Drive Signal 信号)。当控制信号增大时, I/P 转换器的驱动信号增大, I/P 的输出气压增大。I/P 的输出气压送到气动放大器 Relay, Relay 另外一路与输入气源相连接,把 Relay 的气信号进行放大后提供两路气压输出,输出 A 的气压会增加而 B 的气压会减小。输出 A 的气压被用于双作用和单作用的正作用场合,输出 B 与 A 相反。输出 A 的气压的增加会驱动执行机构阀杆运动向下运动,行程传感器通过反馈连杆从而检测到阀杆的位置变化,并将阀位变化情况经电信号反馈至 PWB 板。当 PWB 板检测到行程反馈信号至正确位置时, PWB 板将使 I/P 驱动信号稳定下来,从而将阀门控制在需求的开度。当输入信号减小时,动作相反。当 I/P 转换器输出变化时,压力放大器的响应速度和强度由反馈臂的位置反馈给 PWB 板,作为前馈开环控制。此项控制能够使阀门控制过程更加稳定,不容易发生颤动。影响 DVC6010 智能定位器响应的参数为 Tuning 参数,

【作者简介】郭省军 (1982-), 男, 中国湖南郴州人, 本科, 工程师, 从事电力研究。

主要由比例、积分、微分和最小回路增益参数组成。它可以通过 Valvelink 软件或者 HART 手操器实时连接定位器进行在线或者离线修改, Tuning 参数配置有 C-M 组, 响应速度由慢逐渐变快, 也可根据用户具体需求手动输入 Tuning 参数值。

### 2.3 DVC6010 智能定位器的安装

DVC6010 智能定位器安装在气动调节阀本体厄架上, 定位器反馈臂通过连接臂和阀杆硬性连接, 阀杆运动带动反馈臂运动, 反馈臂运动将带动定位器内部行程传感器运动。

DVC6010 智能定位器具体安装步骤如下:

①断开定位器气源, 至阀门释放所有压力, 执行机构稳定。

②将连接臂安装在阀门阀杆联轴器上。

③将定位器安装固定在阀门厄架上, 通过调整定位器左右位置, 确保反馈臂挂钩能伸进定位器反馈臂内足够的深度。

④根据阀门行程需求, 若阀门行程未超过 2 英寸, 则直接使用定位器原装反馈臂及补偿弹簧。若阀门行程超过 2 英寸, 需在定位器反馈臂上安装加长反馈臂及加长补偿弹簧, 拆卸原 2 英寸补偿弹簧。

⑤对于气开使执行机构在阀门全关时将调整反馈臂上方插口通过定位销安装至定位器本体的定位孔, 使其两口保持平齐。

⑥滑动调整臂, 直至调整臂销子对准反馈臂上相对应的阀门行程刻度, 如阀门行程 1.5 英寸, 则挂在反馈臂上的 1.5 英寸位置。锁紧调整臂锁紧螺母。

⑦取走定位销, 安装保护罩及安装定位器接线。

### 3 DVC6010 智能定位器常用诊断工具

Valve Link 软件故障诊断方式: 在无需拆卸阀门上的仪控设备情况下, 可使用 Valve Link 软件对正在运行的 DVC6010 智能定位器进行在线诊断, 用于监测阀门组件的健康状态, 还可以提供定制诊断, 以进行高级故障查找<sup>[1]</sup>。该功能有利于维修工程师提前制定合适的维修方案来确保 DVC6010 智能定位器在核电机组的稳定运行。此外还可以利用该软件根据阀门实际需求来设置 DVC6010 智能定位器内部各项参数以及对 DVC6010 智能定位器进行自动或者手动校验。Valve Link 软件可在线实时监测 DVC6010 智能定位器内部接收的电流信号、气源压力、阀位偏差、Drive Signal 信号、定位器输出压力、各种报警等参数<sup>[2]</sup>。在阀门非投用状态下, 也可对阀门的一些性能进行诊断, 如阀门特性响应曲线、动态误差、阶跃响应等, 有助于快速准确识别出阀门的某些问题。在阀门投用状态下, 对于版本高的 DVC6010 定位器, 也可执行部分测试, 如气源压力及漏气监测, IP 及 Relay 监测等来判断设备是否存在潜在的问题。

## 4 DVC6010 智能定位器常见故障及维修方法

### 4.1 定位器压力表指示不准

DVC6010 智能定位器自带的 1/8NPT 接口的压力表指示值作为核电站日常运行人员进行阀门巡检的重要判定手段, 经常受阀门运行时频繁振动的影响, 故障率较高, 常见的故障模式有压力表指示偏低、不归零以及超量程。当压力表指示故障时, 常规手段可通过 Valvelink 软件在线监视真实压力值, 若确定为压力表指示问题时, 核电厂的通常做法是当机组具备条件时更换新压力表。

### 4.2 DVC6010 智能定位器电流传感器偏差

DVC6010 智能定位器接收 4~20mA 电流信号, 其内部电流传感器识别出的电流信号与真实给定的电流信号存在偏差, 通常表现为接受真实电流值越大, 两者偏差值越大。定位器输出信号无法与真实接收到的控制信号保持一致, 最终调节阀将出现控制指令与真实阀位不匹配的现象或者因信号未到定位器的开关死区电流而使得阀门无法全开或全关。如真实接收电流为 20mA, 内部电流传感器识别仅为 19.2mA, 导致定位器无法输出满压力阀门无法全开。该故障模式可通过 Valvelink 软件在线监视“input Current”电流值与指令信号是否一致性来判定, 若不一致则可使用 Valve Link 软件校验菜单下的模拟量输入选项对内部电流传感器进行精确调整。

### 4.3 DVC6010 智能定位器反馈臂异常

DVC6010 智能定位器反馈臂的安装尤为重要, 若反馈臂安装不合适, 轻则影响阀门的准确度, 重则将可能导致阀门失效。反馈臂异常常见的有三种故障模式, 第一种模式是在初始安装时反馈臂上方插口和定位器定位孔位置不平齐, 位置相差太多, 这将导致阀门线性度偏差, 当初安装反馈臂上方插口已经远远低于定位孔时, 将导致阀门无法校验通过。第二种模式是反馈臂挂钩伸进反馈臂的深度太少, 当阀门管道内部存在介质流动后, 联轴器可能会发生左右轻微旋转将导致反馈臂挂钩脱出反馈臂, 阀门将失去调节, 此时阀门只能进行全开或者全关。若出现这两种模式, 需重新安装反馈臂后重新进行校验。第三种模式是在使用 Valvelink 软件对定位器进行自动校验过程中, 其中一个步骤是给定信号将反馈臂调整至水平状态, 标准为反馈臂应与阀杆垂直。若此时调整不水平, 将直接影响阀门准确性, 调整后当反馈臂和阀杆 < 90° 时, 阀门真实阀位将比给定阀位偏低; 调整后当反馈臂和阀杆 > 90° 时, 阀门真实阀位将比给定阀位偏高; 出现这种情况, 需重新校验阀门, 重新执行反馈臂水平调整步序, 最好使用专用工具, 如水平尺进行参考调整。

### 4.4 DVC6010 智能定位器行程传感器异常

DVC6010 定位器反馈部分是通过反馈连接臂将传感器和联轴器硬性连接, 当阀门频繁调节时将带动定位器内部行程传感器频繁运动, 定位器的行程传感器内部是类似滑线变阻器的机械结构, 划线变阻器频繁动作将导致行程传感器出

现异常，传感器出现异常，相当于定位器反馈部分异常。对于核电站某些日常调节非常频繁的阀门而言，如 ARE 系统调节阀、RRI 系统调节阀，运行周期内均处于自动调节状态，行程传感器较容易出现异常，其间接可表现为 Driver Signal 出现异常。在使用 Valvelink 软件对定位器进行 Drive Signal 特性诊断时可通过曲线判定。如下图 1 红圈所示，红圈部分有明显较大的毛刺，原因为阀门在此区间调节频繁导致行程传感器有磨损严重的迹象，Driver Signal 体现出异常。出现此情况需重新更换定位器并重新进行定位器校验。

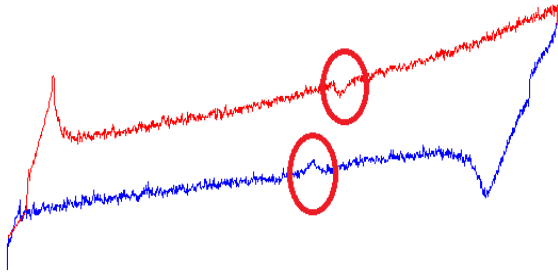


图 1 Drive Signal 异常曲线

#### 4.5 DVC6010 智能定位器 Drive Signal 异常

驱动信号 Drive Signal 是定位器内部 PWB 板送到 I/P 的驱动信号，是定位器内部的计算参数，表征定位器的驱动能力<sup>[3]</sup>。Drive Signal 信号分为静态和动态两种，静态 Drive Signal 即当阀位稳定时的 Drive Signal 值，可在 ValveLink 软件的“Monitoring”功能进行读取，动态 Drive Signal 即阀门开关过程中通过 ValveLink 软件对定位器实时绘制的 Drive Signal 曲线。正常 DVC6010 智能定位器接收的指令百分比信号与静态 Drive Signal 信号理论值的标准对应关系为 0%~0%、100%~100%、中间信号 -（单作用 60%~85%）、中间信号 -（双作用 55%~80%）。若 Drive Signal 偏低，可能为 I/P 异常或者喷嘴有堵。若 Drive Signal 偏高，可能为定位器内部气动放大器异常或者漏气。可根据具体情况判断故障模式后选择单独更换 I/P 或者气动放大器来降低更换定

位器整件的维修成本。动态 Drive Signal 曲线则要求曲线整体连续无毛刺或者突起，一般曲线中有毛刺或突起则说明此位置的阀位反馈异常或 I/P 存在异物，可通过更换 I/P 来验证排除原因。

#### 4.6 DVC6010 智能定位器 IP 内部堵塞

DVC6010 智能定位器 IP 模块（电气转换模块）接受标准电流信号控制输出气压信号，它内部一路接受气源压力，通过控制喷嘴的背压来控制输出压力的大小，气源途中还需经过一重要通道称为节流孔，节流孔内径极小，极易被微小杂质堵塞，一旦节流孔被杂质堵塞，将导致 IP 无法输出压力至气动放大器 Relay 模块，表现为无论给定定位器多大的电流信号，虽然此时 Drive Signal 驱动信号将达到最大，但是定位器始终无压力输出。在某核电站曾发生过因为 IP 模块的节流孔堵塞导致阀门失效无法开启的事件。对于此故障模式较为容易判断，确认故障点后需对 IP 进行吹扫将杂质清除或者直接更换新的 IP 模块。DVC6010 智能定位器对其气源品质有着极高的要求，一般要求气源需经过带有 5 微米滤芯的过滤减压阀来保证气源的品质，并且在核电站中维修人员对仪控部件拆装有着严格的防异物措施要求，避免因人为检修原因而引入杂质。

#### 5 结语

根据论文对 DVC6010 智能定位器的基本原理、安装方法、常见故障及维修方法，理解掌握后有利于提前判断并有效处理 DVC6010 智能定位器出现的各类问题，确保核电站各类设备的有效、可靠、稳定运行。

#### 参考文献

- [1] 何强,胡斌.AMS Valvelink软件应用探讨[J].云南化工,2011(5):60-63.
- [2] 周桂锋.ValveLink对调节阀的诊断[J].自动化应用,2018(7):51-52.
- [3] 周宏伟,李翔,郭海宁.drive signal在阀门智能定位器故障诊断中的应用[J].中小企业管理与科技,2018(10):158-160.