

核电厂 DVC6200 智能定位器常见故障及诊断方法

Common Faults and Diagnosis Methods of DVC6200 Intelligent Positioner in Nuclear Power Station

李亚兵 赵常建 李天宇 官志远 张启富

Yabing Li Changjian Zhao Tianyu Li Zhiyuan Guan Qifu Zhang

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: 定位器是调节阀的主要仪控附件, 一般与气动调节阀搭配使用, 它接受调节器的输出信号, 然后输出压力信号去控制气动调节阀。DVC6200 智能定位器在核电厂常规岛中的应用中较为广泛。定位器故障后通常会导致阀门调节异常甚至失效, 故研究定位器常见故障及诊断方法对气动调节阀检修具有非常重要的意义。目前核电常用的诊断工具为 ValveLink。论文主要对 DVC6200 智能定位器的结构原理、诊断工具、常见故障及处理方法进行介绍、总结。

Abstract: Positioner is the main instrument control accessories of the control valve, generally used with the pneumatic control valve, it accepts the output signal of the regulator, and then output pressure signal to control the pneumatic control valve. DVC6200 intelligent positioner is widely used in the conventional island of nuclear power station. The fault of the positioner usually leads to the abnormal or even failure of the valve regulation, so it is of great significance to study the common fault and diagnosis method of the positioner for the maintenance of the pneumatic control valve. At present, the commonly used diagnostic tools for nuclear power stations is ValveLink. This paper mainly introduces and summarizes the structure principle, diagnostic tools, common faults and treatment methods of DVC6200 intelligent positioner.

关键词: DVC6200 智能定位器; 诊断工具; 故障处理方法

Keywords: DVC6200 intelligent positioner; diagnostic tools; fault treatment method

DOI: 10.12346/etr.v4i10.7223

1 引言

气动调节阀是以压缩空气为动力源, 以气缸为执行器, 并通过减压阀、定位器、转换器等仪控附件控制阀门, 实现开量或比例调节, 接受工业自动化控制系统的控制信号来实现对管道介质的流量、压力、温度等各种工艺参数的调节。核电站中常用的 DVC6200 智能定位器是一种可通讯的、基于微处理器的智能定位器, 其阀位反馈部分采用非接触式的反馈磁条与感应器配合的方式通过磁感应原理来实现。核电厂常规岛中很多重要系统的重要气动调节阀上均有使用 DVC6200 智能定位器, 比如主给水流量控制系统中的主给水流量调节阀及旁路流量调节阀。以该系统为例, 若定位器异常或失效会使得主给水流量控制异常, 造成蒸发器水位调节异常, 若运行人员干预不

及时甚至会导致核电反应堆的自动停堆。因此对于 DVC6200 智能定位器的故障诊断与分析尤为重要。

2 DVC6200 智能定位器简介

2.1 DVC6200 智能定位器的结构

DVC6200 智能定位器的设计基于 FISHER 的两代产品 DVC6010 和 DVC2000, DVC6200 智能定位器将这两种定位器的优点结合起来, 用 DVC6010 的控制部分 (模块化的 IP 和 RELAY) 和 DVC2000 的反馈部分, 所以 DVC6200 智能定位器的命名也是来源于此。

2.2 DVC6200 智能定位器控制原理

从图 1 中我们可以看到 DVC6200 智能定位器控制系统

【作者简介】李亚兵 (1992-), 男, 中国河南洛阳人, 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研究。

包含一个开环前馈系统和一个闭环反馈系统。控制器发出的 4-20mA 控制信号经由定位器本体接线盒传输至 PWB 控制版, 经过定位器内部计算, 输出驱动信号 (drive Signal) 至 I/P 转换器, 然后将电流信号转变为压力信号, 由流量放大器输出到阀门膜盒, 阀门阀杆动作, 带动安装在阀杆联轴器上的反馈磁条动作, 定位器内部的行程传感器根据反馈磁条位置提供阀位反馈信号给 PWB 板用于闭环调节。位于定位器内部的压力传感器测量三路气压 (即 A 口输出、气源压力、B 口输出), 此三路气压仅用于压力显示, 不参与 DVC6200 智能定位器内部的调节控制。压力放大器 (RELAY) 上的小循环反馈 (Minor Loop Feedback) 是前馈开环控制, 反馈装置是压力放大器内部的一个圆柱体磁块。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磁条反馈给 PWB 板, 作为前馈开环控制。此项功能能够使阀门控制过程更加稳定, 不容易发生喘动。DVC6200 智能定位器详细参数设置中的 TUNING 菜单中已经预设了几组 FISHER

阀门的参数 (分别为 C-M 等), 每组参数定位器响应速度不同。还有一个 EXPERT 组可以进行自定义参数, 当阀门的隔膜面积或者 booster 等发生改变时或者阀门响应速度不满足要求时, 可以手动调节此参数来满足现场要求。

2.3 DVC6200 智能定位器反馈磁条的安装

DVC6200 智能定位器与其反馈磁条配合使用才能实现定位器内部的阀位反馈功能, 反馈磁条通过反馈磁条支架安装在气动调节阀阀杆联轴器上, DVC6200 智能定位器安装在气动调节阀厄架上, 两者独立安装, 反馈磁条需插入 DVC6200 智能定位器背部反馈槽中, 反馈磁条在反馈槽内部尽量居中安装, 同时保证磁条插入反馈槽但又不接触反馈槽, 如图 2 所示。其中, 最关键的是反馈磁条的安装, 反馈磁条上下两条白线之间的区域是磁条的有效区域, 阀门动作时要保证反馈槽上的标准线始终在反馈磁条有效区域内, 因此要根据阀门行程选择有效区域合适的磁条。

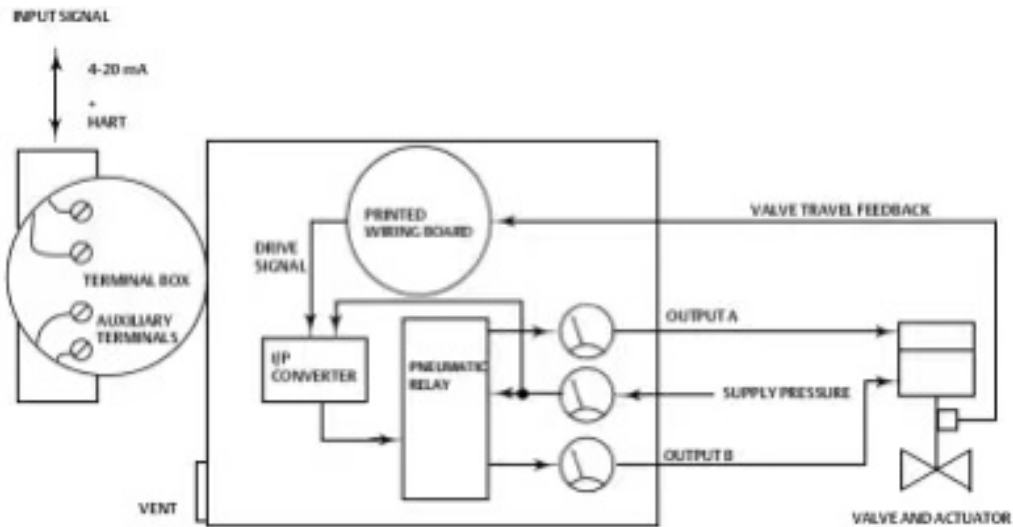


图 1 DVC6200 智能定位器内部原理

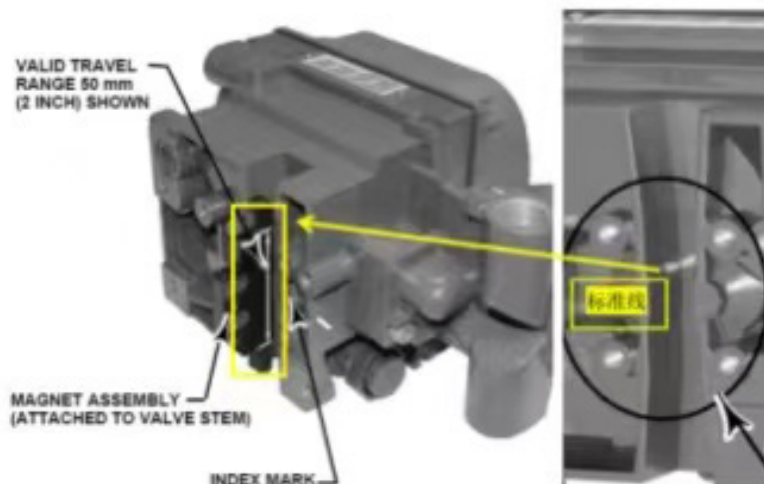


图 2 反馈磁条与反馈槽安装配合示意

3 DVC6200 智能定位器常用诊断工具

在不解体调节阀的情况下可使用 Valve Link 软件对在线运行的气动调节阀上安装的 DVC6200 智能定位器进行故障情况预判^[1]，该功能有利于维修工程师提前制定合适的大修维修方案以确保 DVC6200 智能定位器在核电机组运行周期内稳定运行。此外还可以利用该软件根据阀门实际需求来设置 DVC6200 智能定位器内部各项参数以及对 DVC6200 智能定位器进行校验。该软件可在线实时监测定 DVC6200 智能定位器内部接收的控制电流信号、阀位偏差、drive signal、定位器输出压力等参数，也可通过“total scan”功能对阀门进行参数诊断并绘制曲线^[2]。

4 DVC6200 智能定位器常见故障及诊断方法

4.1 磁条安装类故障及处理方法

DVC6200 智能定位器及反馈磁条一般情况下安装在调节阀本体上，当对调节阀进行检修时，常常需要配合拆装 DVC6200 智能定位器及反馈磁条。反馈磁条上的白线是其有效工作区域，阀门全行程动作过程中定位器背部的标准线应均在反馈磁条的有效工作区域，且反馈磁条与其反馈槽内壁无摩擦、磕碰，尽量居中安装且保证足够的插入深度。以气动调节阀隔膜盒下进气的气开阀为例，反馈磁条在阀门全关的位置安装，若间隙调整不合适，在阀门全开位置会造成反馈磁条与反馈槽刮蹭，损坏定位器及反馈磁条。若反馈磁条与反馈槽之间某一侧间隙过小，叠加阀杆在阀门频繁动作的过程中发生的轻微转动，可能会导致该侧过小间隙消失从而刮蹭。为使得反馈磁条与反馈槽之间间隙合适，推荐使用反馈磁条安装专用工具（核电专门研发的小工具），该工具可保证阀门全行程动作不发生刮蹭。若反馈磁条安装靠上或靠下导致阀门全行程动作时超出有效工作区域，则会导致定位器自动校验无法通过，使用 ValveLink 软件自动校验失败时会提示“Invalid travel reading”，此时应检查阀门在全开及全关两个极限位置时反馈磁条是否在有效工作区域。

4.2 DVC6200 智能定位器内部模拟量变送器测量偏差故障及处理方法

DVC6200 智能定位器接收 4-20mA 电流信号，其内部模拟量变送器测量存在偏差导致定位器识别出的电流信号与真实接收到的电流信号不一致，定位器输出信号无法与真实接收到的控制信号保持一致，最终表现为调节阀出现控制指令与真实阀位不匹配的现象或者阀门无法全开或全关。理论上厂家在备件出厂前就已经把模拟量变送器调整准确，但是实际使用过程中 2021 年 A 核电站曾出现过 DVC6200 智能定位器某一批次均存在该故障。针对该故障可使用 Valve Link 软件的“Monitoring”功能，在线监测“input Current”电流值与指令信号是否一致，若不一致则使用 Valve Link 软件自带的模拟量变送器校验菜单进行校验。为使得现场工作中降低故障分析难度，建议在校验该定位器前优先使用

“Monitoring”功能确认模拟量变送器测量准确。

4.3 DVC6200 智能定位器内部驱动信号 drive signal 异常故障及处理方法

DVC6200 智能定位器内部驱动信号 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^[3]。drive signal 信号一般分为两种：一种为静态 drive signal 即当阀位稳定时的 drive signal 值，可使用 ValveLink 软件的“Monitoring”功能进行读取；另一种是动态 drive signal 即阀门全开全关过程中通过 ValveLink 软件实时绘制的 drive signal 曲线。正常 DVC6200 智能定位器接收的指令百分比信号与静态 drive signal 信号理论值的对应关系见表 1。

表 1 静态 drive signal 信号理论值

控制信号	drive signal
0%	0%
100%	100%
其他	单作用：60%~85%
	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。有条件的可根据故障判断结果选择单独更换 I/P 或者气动放大器以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，若阀位反馈异常一般推荐更换定位器整件。静态 drive signal 异常是 DVC6200 智能定位器所有故障模式中出现次数最多的一种，因此建议在校验定位器之前使用 Valve Link 软件确认静态 drive signal 值与动态 drive signal 曲线无异常。

5 结语

根据论文 DVC6200 智能定位器常见故障分析及诊断方法，再结合“核安全高于一切”的理念，提前诊断并排除 DVC6200 故障以保证核电机组安全稳定的运行就必须做到以下三点：使用专用的反馈磁条安装工具保证反馈磁条安装合适，使用专用的诊断工具 Valve Link 对定位器各参数及动态 drive signal 曲线进行检查，编制具体详细的维修程序防止维修工程师检查遗漏。

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.