

# 智能型阀门电液执行器的动态特性研究

## Study on Dynamic Characteristics of Intelligent Valve Electro Hydraulic Actuator

邵曙<sup>1</sup> 吕志翼<sup>2</sup>  
Shu Shao<sup>1</sup> Zhiyi Lu<sup>2</sup>

1.浙江百得自动化仪表有限公司 中国·浙江 温州 325000

2.超一阀门有限公司 中国·浙江 温州 325000

1.Zhejiang Baide Automation Instrument Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang 325000, China

2.Chaoyi Valve Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang 325000, China

**摘要:** 阀门电液执行器身为机械设备的重要组成构件,对于设备安全稳定的运行具有十分重要的作用。根据传统阀门电液执行器的使用情况来看,该设备经常会出现滞后及卡涩等现象,再加上液压伺服系统本身构成复杂、附属设备多、投资大,使得阀门电液执行器工作效率难以提高。论文主要内容探究了智能型阀门电液执行器的动态特性,希望能为优化传统阀门电液执行器提供参考。

**Abstract:** As an important component of mechanical equipment, the valve electro-hydraulic actuator plays a very important role in the safe and stable operation of equipment. According to the use of the traditional valve electric hydraulic actuator, the equipment often appear hysteresis, blockage and other phenomena, coupled with the hydraulic servo system itself constitute a complex, auxiliary equipment, large investment, so that the valve electric hydraulic actuator work efficiency is difficult to improve. The main content of this paper is to explore the dynamic characteristics of intelligent valve electro-hydraulic actuators, hoping to provide reference for optimizing the traditional electro-hydraulic valve actuators.

**关键词:** 智能型; 阀门; 执行器

**Keywords:** intelligent type; valve; actuator

**DOI:** 10.36012/etr.v2i5.1939

## 1 智能型阀门电液执行器的组成

根据智能型阀门电液执行器的应用情况来看,该设备是综合了计算机技术、液动技术以及机电技术等,主要由液压驱动系统、机电伺服控制系统两部分构成。

### 1.1 机电伺服控制系统

机电伺服控制系统在运行过程中,主要采用数字化闭环控制方式。在运行过程中,通过位置反馈信号以及给定指令,对系统中的步进电机进行控制,尽可能的使这一环节成为理想的数字式积分环节。在此基础上,工作人员要积极引进直接检测运动部件的测量环节,使得系统能够形成一个包含各种非线性环节以及误差源的全闭环系统,而后通过计算机控制器对机电伺服系统进行控制。这样一来,该系统在运行过程中,运动部件的定位精度不仅可以通过检测环节的测量精

度进行决定,还可以通过各种非线性因素与干扰因素对系统中的运动部件进行校正,使得运动部件在运行过程中,实际位移量能够根据指令值的变化而变化,进而使得运动部件的位置量具备较高的动态精度<sup>[1]</sup>。

### 1.2 液压驱动系统

根据液压驱动系统的运行情况来看,该系统主要有液压阀组、双杆液压油缸、弹簧以及高压电磁阀组成。液压驱动系统在运行过程中,驱动回路主要采取的是双向定量内啮合式齿轮油泵。通过改变油泵运行时的油流方向以及输入转速,对液压缸的运行方向以及速度进行控制。系统中驱动回路压力主要取决于系统负载能力的大小,因此不会出现过剩的压力以及流量,提高液压驱动系统的运行速率。回油背压可以直接作用于油泵的吸入口上,使得液压系统在运行过程中,回油背压转变为推动油泵旋转的动力,减少系统原动机的功

**【作者简介】**邵曙(19~),男,汉,浙江温州人,工程师,从事执行器研究。

率消耗情况。在换向过程中因为惯性的关系可能会出现液压冲击现象,工作人员要对此引起重视,可以将运动惯性产生的液压冲击力转变为推动设备油泵旋转的动力。液压驱动系统在运行过程中,因为依靠液压泵改变油流的缘故,可以将其转换为功率大、冲击小的液压系统。

## 2 智能型阀门电液执行器的动态特性

据当前中国智能型阀门电液执行器的运行情况来看,该设备在运行过程中主要存在以下三种动态,分别为机电伺服控制系统的动态特性、液压驱动回路的动态特性以及智能阀门电液执行器的动态特性三种,笔者根据自身多年工作经验,从以下三部分详细论述了有关智能阀门电液执行器的动态特性。

### 2.1 机电伺服控制系统的动态特性

机电伺服系统在运行过程中,系统的动态特性在很大程度上由步进电机以及位置控制器的特性决定。步进电机的主要功能是要将脉冲信号转变为机械角位移的执行元件。步进电机在运行过程中,电机的转动速度以及角位移大小等,要与系统中的输入电脉冲数以及频率成正比关系,并且要在时间上与输入脉冲同步进行。步进电机的具体运行动态图如图1所示。

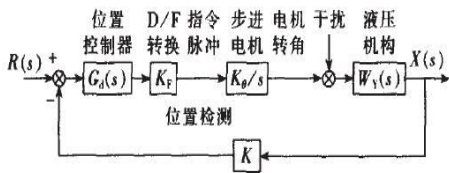


图1 闭环步进位置控制系统的动态结构图

在该结构图中, $G_d(s)$ 代表的是位置控制器传递函数, $R(s)$ 代表的是位置给定, $D/F$ 转换下方的 $K_F$ 代表的是转换器运行时的比例系数。步进电机下方的代表的是电机步进角。液压机构下方的数值代表着液压结构传递函数,最后 $X(s)$ 为活塞位移。而活塞位移又包含有反馈通道、被控对象以及位置控制器等。

在系统运行过程中,根据电液转换器的最小拍理论以及该设备运行时的位置控制特点,可以获得广义对象传递函数,如下所示。

$$G_D(s) = \frac{1-e^{-Ts}}{s} \times \frac{K_F K_\theta K_p}{\frac{\nu C}{E_\nu A} s^2 + (A + \frac{K_T \nu}{E_\nu A} + \frac{K_T K_L}{A})} \quad (2-1)$$

式中:

$G_d(s)$ — 位置控制器传递函数;

$K_\theta$ — 电机步进角;

$A$ — 活塞面积;

$\nu$ — 活塞运动速度;

$C$ — 粘性摩擦阻尼系数;

$K_t$ — 液压油的有效体积弹性系数;

$K_r$ — 转换器运行时的比例系数;

$K_p$ — 齿轮泵运行时产生的流量系数。

$$Q_p = \frac{\nu M}{4E_\nu A} \frac{d^3 X}{dt^3} + (\frac{\nu C}{4E_\nu A} + \frac{K_L M}{A}) \frac{d^2 X}{dt^2} + (A + \frac{K_T \nu}{4E_\nu A} + \frac{K_L C}{A}) \frac{dX}{dt} + \frac{K_T K_L}{A} X + \frac{K_T K_L}{A} + \frac{\nu}{4E_\nu A} \frac{K_L}{dt} \quad (2-2)$$

式中:

$Q_p$ — 液压回路有流量;

$M$ — 活塞以及运动部件的质量以及活塞位移。

$$W(s) = \frac{K_d}{\frac{\nu M}{4E_\nu A} s^3 + \frac{\nu C}{4E_\nu A} s^2 + (A + \frac{K_T \nu}{4E_\nu A}) s} \quad (2-3)$$

式中:

$K_d$ —  $K_F K_\theta K_p$  系统增益。

智能性阀门电液执行器在运行过程中,开环传递函数如果在右半 $S$ 平面不存在极点时。闭环系统运行过程中,保持稳定的充分必要条件是在低于系统增益频率 $\omega_c$ 的频率范围内,该执行器控制系统在运行过程中,开环相频特性不穿越 $-180^\circ$ 线,并且系统相位裕量 $\gamma$ 不能小于 $30^\circ - 60^\circ$ ,增益裕量, $K_d \geq 4dB$ 。

总的来说,在智能电液执行器控制系统运行过程中,通过对该系统的动态特性进行分析可以得出以下结论。首先,该系统相较于传统电液执行器控制系统而言,不仅系统反应速度快、稳定性高,还能够减少系统运行是液压油缸的行程和阻尼,不断提高系统稳定裕量。如果智能电液执行器在运行过程中可以忽略泄漏系数,那么该系统在运行过程中将会无稳态误差,因此该电液执行器只需要在运行过程中将泄漏系数控制在最小范围内,便可以有效改善系统动态特性,减少系统运行时出现的稳态误差。工作人员在应用智能阀门电液执行器的过程中,可以直接对系统中的阀门设备进行调

(下转第84页)

