

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2012.06.018

2D 数字伺服阀的特性实验研究

张啟暉, 李 胜, 阮 健, 方 亮

(浙江工业大学 机械工程学院, 浙江 杭州 310014)

摘 要:采用位置跟踪和电流反馈的双闭环控制下,对2D数字伺服阀的动静特性进行实验研究。动态工作下,阀的阶跃响应时间最快可达到6 ms,在输入信号的幅值对应为阀最大开口的25%下,幅频特性为-3 dB对应的频宽约为65 Hz,静态状态下,阀芯转角输入与轴向位移输出基本成线性。实验结果表明,2D数字伺服阀具有良好的线性度和对数频率特性。图8参9

关 键 词:2D数字阀;静态特性;动态特性

中图分类号:TH137.5

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2012)06-0068-04

Experimental Research on the 2D Digital Servo Valve's Characteristics

ZHANG Qihui, LI Sheng, RUAN Jian, FANG Liang

(College of Mechanical Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China)

Abstract: Under the location tracking and current feedback dual-loop control, the paper carried out the experimental study the static and dynamic characteristics of 2D digital servo valve. In dynamic working condition, the valve's fastest step response time can reach 6 ms. The amplitude of the input signal corresponding to the 25% of valve opening, amplitude-frequency characteristics correspond to -3 dB bandwidth is about 65 Hz. In static state, the input of valve angle and the output of axial displacement is linear basically. Experimental results show that 2D digital servo valve has good linearity and logistic frequency characteristics. [Ch, 8 fig. 9 ref.]

Key words: 2D digital valve; static characteristics; dynamic characteristics

0 引言

当今世界,计算机应用技术取得了非常广泛的应用,通过计算机技术应用于电液控制系统中,从而可以进行实时的控制,这将是未来的液压技术发展的重要趋势^[1]。数字阀可以不用数模转换器,而直接和电脑相连接。在电液伺服控制系统中,数字阀尤为重要,它具有机电转换和将信号放大的作用,在很大程度上对整个电液伺服控制系统的性能起到了决定性的影响^[2]。

2D数字伺服阀,是数字控制阀中的一种,其具有良好的控制性能^[3],并且具有良好的流量特性,因而其静态特性以及动态特性作为基本特性^[4],常常是研究的主要特性,文中对其进行重点的分析。

1 2D数字阀的工作原理

2D数字伺服阀利用阀芯双运动自由度以及伺服

螺旋槽机构设计而成^[5],2D数字阀的工作原理如图1所示。数字阀通过阀套上开的伺服螺旋槽机构以及阀芯上的高低压孔组成数字阀的导控级^[6]。

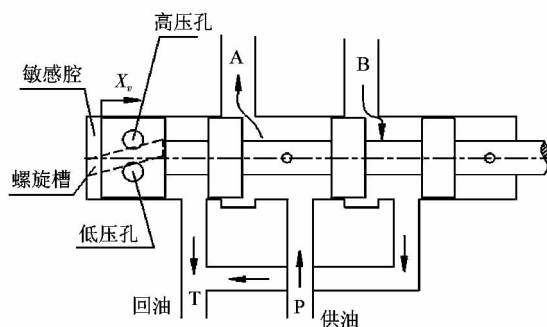


图1 2D数字阀工作原理

Figure 1 Principle of 2D digital valve

在静态情况下,螺旋槽正好处于高低压孔之间,不

收稿日期:2011-10-11;修回日期:2011-10-20

作者简介:张啟暉(1986),男,福建三明人,硕士研究生,主要研究方向为流体传动与控制。E-mail:zhang_qhui@163.com

考虑摩擦力等干扰力,敏感腔内压力为系统压力 P_s 的一半,阀芯轴向力平衡。步进电机通过齿轮传动机构控制阀芯的角位移,当阀芯转动,使得低压孔与螺旋槽构成的重叠面积增大,高压孔与螺旋槽构成的面积减小,此时敏感腔压力降低,其推力小于右腔高压流体对阀芯的推力,阀芯左移,这时阀口 B 进油,阀口 A 回油。反之,阀芯向右移,阀口 A 进油,阀口 B 回油^[7]。

上述过程就是 2D 数字阀的工作原理,2D 数字阀的三维结构图^[8]如图 2 所示。

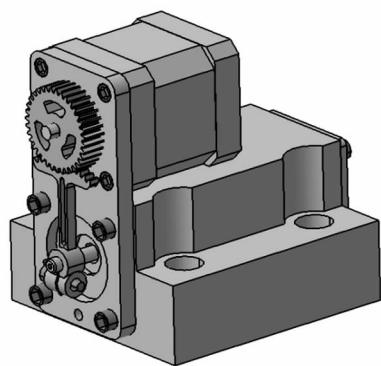


图 2 2D 数字阀

Figure 2 2D digital valve

2 2D 数字阀测试实验平台

对于 2D 数字伺服阀的静态特性的性能要进行更加深入的研究,接下来建立起测试的实验平台,将实验系统搭建起来。流量转化为电信号,从而将信号的波形显示在示波器中,得到了输出波形,将采样的图形以数据的形式在示波器中保存下来,以便后面的数据处理。

液压测试系统工作示意图如图 3 所示。

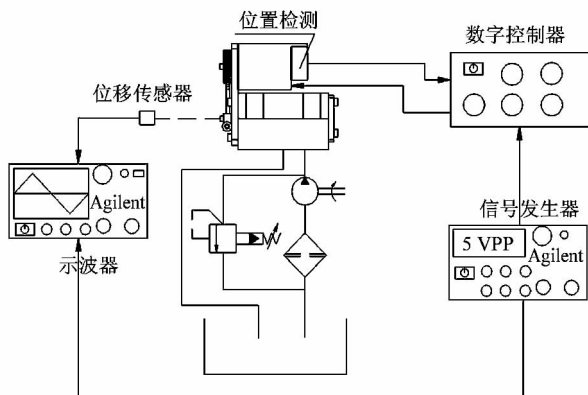


图 3 实验测试平台液压示意图

Figure 3 Schematic diagram of experimental test platform hydraulic

图 3 中,由液压泵提供的油液进入 2D 数字阀的进油口 P 口,其中的一大部分油液从 A 口流出,流入流量计中,流量计将测得的流量转化为电信号,显示在示波器中,通过流量计的油液又从数字阀的 B 口流入 2D 数字阀内,从而所有油液都从 2D 数字阀的出油口 T 口流出。阀芯的位移通过激光位移传感器,将阀芯的位移量转化为电信号,亦显示在示波器当中,从而测得位移和流量的数据。在不同的系统压力值下可以测得多组 2D 数字阀的静态特性曲线。

图中实验平台包括 2D 数字伺服阀、控制器、激光位移传感器、信号发生器以及示波器,工控机、液压泵、液压缸等其他的液压系统的实验系统所需要的实验系统的基本元件。

实验中,信号发生器发出的输入信号,进入数字阀控制器,控制器按照一定的采样频率 f 进入到 ADC 口,对输入信号进行有源多阶的滤波、处理、转换后,进而改变 DSP 内部的 EVA 比较寄存器中的值,从而改变控制步进电机的 PWM 的波形,进而控制步进电机运动。电机转动的时候,通过齿轮传动,带动数字阀的阀芯转动,由于 2D 数字伺服阀的伺服螺旋机构,使得阀腔内的压力产生变化,使得阀芯产生了轴向位移,位移传感器把数字阀的轴向位移转换成对应的电压信号,在实验的过程中,示波器的一路接入信号发生器的输出端,另一路接收激光位移传感器输出端的端口。

2D 数字阀实验平台搭建后如图 4 所示。

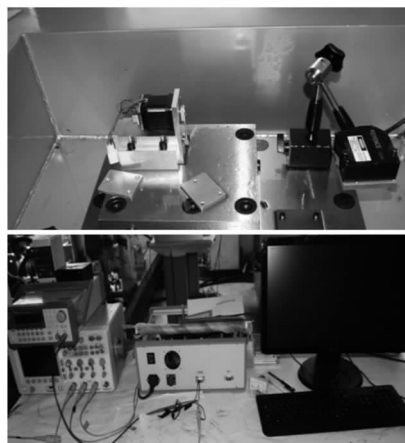


图 4 2D 数字阀测试平台

Figure 4 2D digital valve test platform

3 2D 数字阀静态特性实验研究

在实验中,液压系统的供油压力为 20 MPa,输入信号频率为 0.1 Hz,幅值为阀的最大开口的弦波信号,输出是阀芯的位移,以电机的转角 θ 为横坐标,阀

芯位移 X_v 为其纵坐标,建立起 2D 数字伺服阀的静态特性曲线,实验所测得的结果如图 5 所示。

图 5 为所测得的数字阀的静态特性曲线,横坐标代表阀芯的转角位置 $\theta / (^\circ)$,纵坐标代表阀芯输出的轴向位移 X_v / mm ,可以看出,具有良好的线性静态特性。

4 2D 数字阀动态特性实验研究

阶跃响应以及频率响应是反应其动态特性的重要指标^[9]。

1) 阶跃特性

阶跃响应时间,是数字阀动态性能的重要参数,阶跃响应时间越短,数字阀的响应速度越快,实验是在阶跃信号的幅值是 50% 阀开口的条件下所测,实验结果所得到的阶跃响应如图 6 所示。

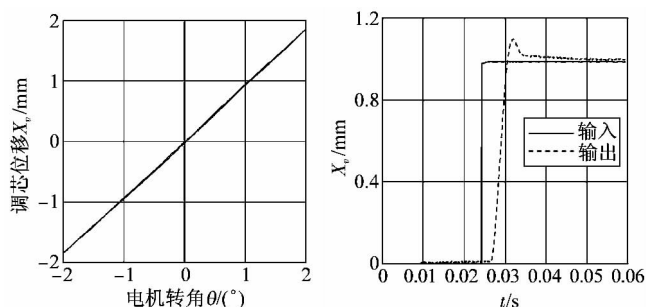


图 5 实验测得数字阀的静态特性

Figure 5 Experimentally measured static characteristics of digital valve

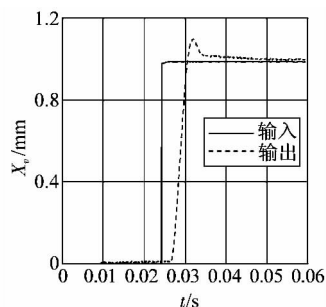


图 6 2D 数字阀的阶跃响应

Figure 6 2D digital valve step response

图 6 中,横坐标是时间轴 t/s ,纵坐标是阀芯位移 X_v / mm ,其中实线是输入的阶跃信号,虚线是阀芯的阶跃响应曲线,可以看出其阶跃响应时间为 6 ms。

2) 频率响应

频率响应,是 2D 数字阀的动态性能的又一个重要的指标,其内容主要是幅频特性以及相频特性。实验中,在输入幅值相同,而频率不同的正弦信号下,测得 2D 数字阀的阀芯的响应,如图 7 所示输入信号频率分别为 1 Hz、10 Hz、30 Hz、65 Hz、110 Hz 和 150 Hz,其阀芯位移的响应曲线。

图 7(a) - (f) 中横坐标是时间轴 t/s ,纵坐标,对于实线是输入信号的幅值 $X_i / (^\circ)$,对于虚线是表示阀芯输出位移 X_o / mm 。

在图 7 中,1 Hz 的输入信号下,阀芯的位移输出具有很好的跟随性能,但随着输入信号的频率的逐渐上升,从 1 Hz 到 65 Hz,输出阀芯位移的信号幅值衰

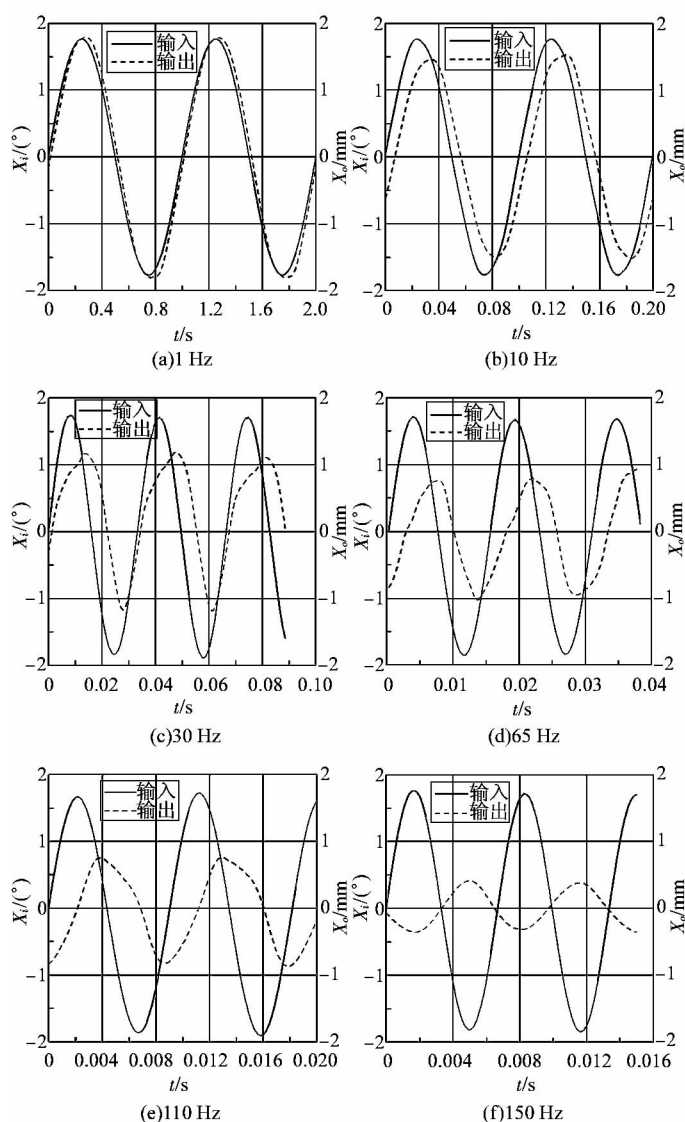


图 7 不同的输入信号下 2D 数字阀的响应

Figure 7 Response of 2D digital valve under the different input signal

减比较缓慢,但相位随着频率的呈现滞后的趋势;从 65 Hz 开始,输出阀芯位移的信号幅值在急剧的下降,相位滞后更是到 150 Hz 时候将近 π rad。

根据实验数据,已经能够很清晰的展示了 2D 数字阀的跟随性能,为了进一步的研究和探索 2D 数字伺服阀的动态性能,接着将实验所得到的,2D 数字阀在输入相同幅值而不同频率下的正弦信号,而得到的阀芯位移输出响应的数据,进行计算分析,得到 2D 数字伺服阀的幅频特性和相频特性,如图 8 所示。

图 8(a) 中,横坐标代表输入信号的频率 f/Hz ,纵坐标代表的是阀芯输出位移与输入信号的比值的 20 倍的对数值,图 8(b) 中,横坐标代表的是输入信号的

频率 f/Hz , 纵坐标代表的是输入与输出信号的相位差值。

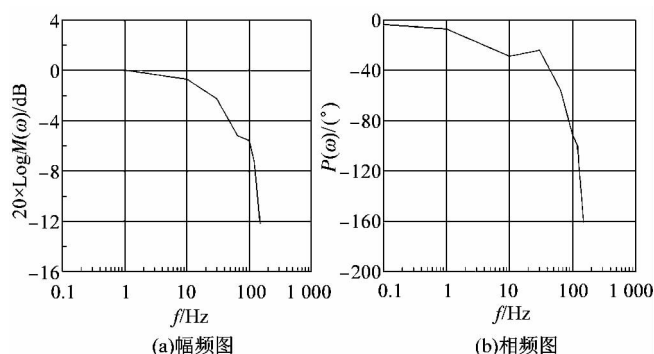


图 8 2D 数字阀的幅频特性和相频特性

Figure 8 2D digital valve amplitude-frequency characteristic and phase-frequency characteristics

从图 8 中,可以看得出随着输入信号的频率 f 的升高,输出阀芯位移信号的幅值 X_e 在逐渐的降低,相位亦是在逐渐的滞后,当输出阀芯位移信号的幅值衰减到 -3 dB ,对应的频率为 60 Hz 左右,相位滞后为 90° 之时,其对应的频率为 100 Hz 左右。2D 数字阀的良好频率特性使得其应用范围更加的广泛,其可以直接控制,更是适应了电液控制技术的发展。

5 结语

从 2D 数字阀的工作原理出发,对实验平台的搭

建作了详细的介绍,为实验研究 2D 数字阀的静动态特性作充分的准备,接着对 2D 数字伺服阀的静动态特性进行实验的研究,得到数字阀的实验数据,得出实验结论,实验结果表明 2D 数字阀的静态特性具有良好的线性,数字阀的阶跃响应时间约为 6 ms ,在最大阀开口 25% 幅值下正弦信号输入,幅频特性为 -3 dB 对应的频宽约为 65 Hz ,满足实际应用的要求。

参考文献 (References):

- [1] 骆涵秀,李世伦,朱捷,等. 机电控制[M]. 杭州:浙江大学出版社, 2008.
- [2] 阮健. 电液(气)直接数字控制技术[M]. 杭州:浙江大学出版社, 2000.
- [3] 李胜,俞浙青,阮健. 2D 气动数字伺服阀[J]. 机床与液压, 2003 (1): 56-57.
- [4] 阮健,裴翔,李胜. 2D 电液数字换向阀[J]. 机械工程学报, 2000, 36(3): 86-89.
- [5] 白继平. 2D 气动数字伺服阀静态特性分析[J]. 工程设计学报, 2005, 12(3): 172-184.
- [6] LI Sheng. 2D simplified servo valve [J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2003, 16(2): 132-135.
- [7] 王积伟,章宏甲,黄谊. 液压传动[M]. 北京:机械工业出版社, 2006.
- [8] 易际研,李胜,阮健. 2D 数字伺服阀的频率特性研究[J]. 机床与液压, 2009, 37(11): 67-70.
- [9] 骆涵秀,李世伦,朱捷,等. 机电控制[M]. 杭州:浙江大学出版社, 2003.

[信息 · 简讯]

· 产品介绍 ·

● 台达 AH500 中型 PLC 直击高端整合领域

台达集团模块化中型 PLC——AH500 系列正式上市,引起业界高度关注,相信这一产品必将对国内日渐升温的高端系统整合领域产生强劲冲击。



在推出 AH500 系列之前,台达已拥有多款小型 PLC 产品,并以稳健的步伐在小型 PLC 市场上逐年扩大占有率,成为国内领先自动化整合解决方案供应商。台达自动化以“创变”精神为指导,不断开拓新产品、新应用、新市场,为用户提供经济、有效、精简、方便的系统解决方案。作为自动化系统控制枢纽的 PLC 产品,特别是应用于高端整合系统中的中大型 PLC,更是

各大自动化品牌关注的焦点。顺应产业升级与应用领域的扩充,台达在多年前就开始投入面向高端应用市场的产品研发并卓有成效, AH500 系列应运而生。

与目前市场上常见的中型 PLC 产品相比,台达 AH500 具有以下优势:首先, AH500 系统采用全系列模块化设计,具备方便的系统升级功能和优异的系统扩展性;采用高度整合的软件和界面,内置丰富的功能块,扩展模块功能齐全,节省用户配置成本和维护成本。其次, AH500 针对运动控制模块分别推出脉冲型 PM 及通讯型 MC 系列,其运动模式独立运作,同时保有数据交换方便性;支持多种通讯协议,可实现高速网络通讯。除了产品技术方面的优势外,台达还拥有遍布全球的销售体系和绵密贴心的服务体系,可帮助用户量身定制行业整合解决方案。

台达 AH500 的上市之初就被业界寄予厚望,相信随着 AH500 在国内市场的广泛深入应用,必将为用户带来更多惊喜!

(中达电通股份有限公司)

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2012.06.019

电梯门检测中边缘检测技术方法

厉梁,戴勇,丁东辉,何瑞江

(特种装备制造与先进加工技术教育部/浙江省重点实验室(浙江工业大学),浙江杭州 310014)

摘要:新的基于图像处理技术的安全系统正在逐渐地被推广,而基于图像处理的电梯门边缘检测技术是该系统的前置部分。文章主要对比几种常见的边缘检测技术方法在电梯门检测中的应用。研究表明 Prewitt 算子在所对比的各类边缘测试方法中更适合电梯门边缘检测。图1参10

关键词:电梯;图像处理;边缘检测;安全

中图分类号:TD976;TP273

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2012)06-0072-03

Edge Detection Technology Method in the Elevator Door Detection

LI Liang, DAI Yong, DING Donghui, HE Ruijiang

(Key Laboratory of E&M (Zhejiang University of Technology), Ministry of Education & Zhejiang Province, Hangzhou 310014, China)

Abstract: A new technology based on image processing the security system is gradually popularized and the elevator door edge detection technology is the front part of this system. This paper mainly use MATLAB to compare the Roberts operator, Sobel operator, Laplace operator, Prewitt operator, Canny operator several common edge detection technology method in the application of elevator door detection. The experimental results show that in contrast with all kinds of edge detection, Prewitt operator test method is more suitable for the elevator door edge detection. [Ch, 1 fig. 10 ref.]

Key words: elevator; image processing; edge detection; security

0 引言

电梯门保护系统的基本流程是首先通过 CMOS 图像传感器在电梯门区域采集数字图像,然后对采集到的图像进行图像处理^[1]。由于图像是处在一直采集的过程中,电梯门可能处于正在关闭或者打开的过程中,图像的背景是随时变化的,所以不能用一般的静态背景检测物体方法。根据电梯门在开门或者关门过程中电梯门边缘图像的灰度值保持基本一致的性质,首先通过边缘检测来突出图像边缘的细节,然后通过边界检测的方法来确定电梯门边界^[2]。

1 电梯门边缘检测

图像的边缘就是指一个区域的结束和下一个区域的开始,图像中相邻区域形成了边缘,或者说图像的边缘是图像灰度发生突变的像素的总和。图像的边缘有方向和幅度两个特征。边缘走向像素变化平和,垂直与边缘走向像素值变化剧烈。通常情况下用一阶和二

阶导数来检测和描述边缘。可以用一阶导数检测边缘的存在,用二阶导数检测像素在边缘的哪一边。

1.1 梯度边缘检测

梯度对应一阶导数,则梯度算子对应一阶导数算子。设 $f(x, y)$ 连续的图像函数, G_x 和 G_y 对应坐标 (x, y) 上的梯度通过下面的矢量定义

$$G[f(x, y)] = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

定义点 (x, y) 的梯度幅值定义为

$$G_M[f(x, y)] = [G_x^2 + G_y^2]^{\frac{1}{2}} = \left[\left(\frac{\partial f}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

如果对整幅图像进行上面的公式计算,运算量会很大,因此在实际运算中,用绝对值的和来代替平方与开方运算近似求梯度的幅值

收稿日期:2011-10-12;修回日期:2012-01-07

作者简介:厉梁(1987),男,浙江东阳人,硕士研究生,主要研究方向为图像处理技术的引用。E-mail:liliang860818@163.com