第 18 卷　第 34 期　2018 年 12 月
1671—1815(2018)034-0071-07

科　学　技　术　与　工　程
Science Technology and Engineering

Vol. 18　No. 34　Dec. 2018
ⓒ 2018　Sci. Tech. Engrg.

引用格式:徐　彬, 王传礼, 喻曹丰, 等. 超磁致伸缩驱动微定位平台的动态特性[J]. 科学技术与工程, 2018, 18(34): 71—77
Xu Bin, Wang Chuanli, Yu Caofeng, et al. Dynamic characteristics of giant magnetostrictive actuation micropositioning platform[J]. Science Technology and Engineering, 2018, 18(34): 71—77

自动化技术、计算机技术

超磁致伸缩驱动微定位平台的动态特性

徐　彬　王传礼*　喻曹丰　杨林建　姜　志
(安徽理工大学机械工程学院,淮南 232001)

摘　要　针对超磁致伸缩驱动器(giant magnetostrictive actuator, GMA)磁滞非线性和动态特性难以精确描述的问题,以基于GMA的二自由度精密微定位平台为对象,对其进行磁滞非线性和动力学建模并仿真分析。根据Jiles-Atherton磁滞模型、磁致伸缩模型、磁滞非线性压磁方程和驱动器的结构动力学原理,建立了组合的微定位平台磁滞非线性动态模型;通过模型计算出输出位移的大小;另外对四种数学模型进行动态特性仿真分析。研究结果表明:仿真位移曲线与实验测得输出位移曲线基本一致,验证了所建模型的正确性;且优化了系统的设计参数,对改善GMA的动态性能和稳态输出性能提供了依据。

关键词　精密微定位　　磁滞非线性　　Jiles-Atherton磁滞模型　　动力学模型　　动态特性
中图法分类号　TP273.1;　　**文献标志码**　A

超磁致伸缩材料(giant magnetostrictive material, GMM)是一种新型智能材料,具有输出功率大、能量密度高、响应速度快等特点,广泛应用于精密、超精密加工领域[1,2]。将其作为驱动材料应用于精密微定位平台驱动器中,使定位系统具有稳定性好、响应速度快和定位精度高等特性[3—5]。

超磁致伸缩材料具有很强的非线性耦合特性、磁滞特性和复杂动态特性,因此,建立能够准确描述超磁致伸缩驱动器工作状态的模型成为关键的问题[6]。另外,超磁致伸缩驱动器作为微定位平台的执行部件,它的动态特性直接影响着微定位平台的定位精度、快速性和稳定性。目前,中国学者对GMA的建模和动态特性方面做了大量工作。王传礼等[7]建立的动态特性的模型则考虑了涡流的影响。刘慧芳等[8]分析了能量损失及预紧力对系统特性的影响规律。王汉玉[9]对GMA进行了热特性分析和热形变补偿方法的研究,研制了具有热补偿功能的GMA,显著提高了GMA的性能指标。然而上面并没有考虑设计参数变化对GMA动态性能和输出性能的影响,因此,对系统设计参数的研究就变得尤为重要。

本文针对提出的二自由度精密微定位平台,根据Jiles-Atherton磁滞模型、磁致伸缩模型、磁滞非线性压磁方程和驱动器结构动力学原理,建立了微定位平台的磁滞非线性动态模型。将模型的计算结果与实验结果对比,验证模型的正确性。着重研究系统的阻尼系数、等效刚度和等效质量对各数学模型动态响应的影响,通过对仿真结果的对比分析,进一步优化设计参数,以期为系统创建出更加完善的动力学模型奠定基础。

1　精密微定位平台的磁滞模型

1.1　精密微定位平台结构及工作原理

二自由度精密微定位平台的硬件平台[10]如图1所示,该平台主要由两个超磁致伸缩驱动器和一个负载平台等部件组成,两个驱动器的摆放位置互相垂直,共同作用于同一个外负载。

工作原理如下:X、Y方向驱动器分别通入不同的电流可以得到不同的输出位移和输出力,因此,可以根据定位需求来控制电流的大小,有利于定位平台的精确定位。

1.2　精密微定位平台的磁滞模型建模

由于铁磁材料的不可逆磁化过程导致磁滞并形成磁滞回线,进而使得GMM的输入磁场和输出磁化强度之间存在磁滞非线性。Jiles-Atherton模型是一种基于铁磁材料的畴壁理论建立的磁滞模型[11]。

2018 年 7 月 24 日收到　　国家自然科学基金(51075001,51675003)资助

第一作者简介:徐　彬(1992—),男,硕士研究生。研究方向:精密驱动与控制技术。E-mail:xbguaiguai123@163.com。
*通信作者简介:王传礼(1964—),男,博士,教授,博士研究生导师。研究方向:流体传动与控制技术。E-mail:chlwang@aust.edu.cn。

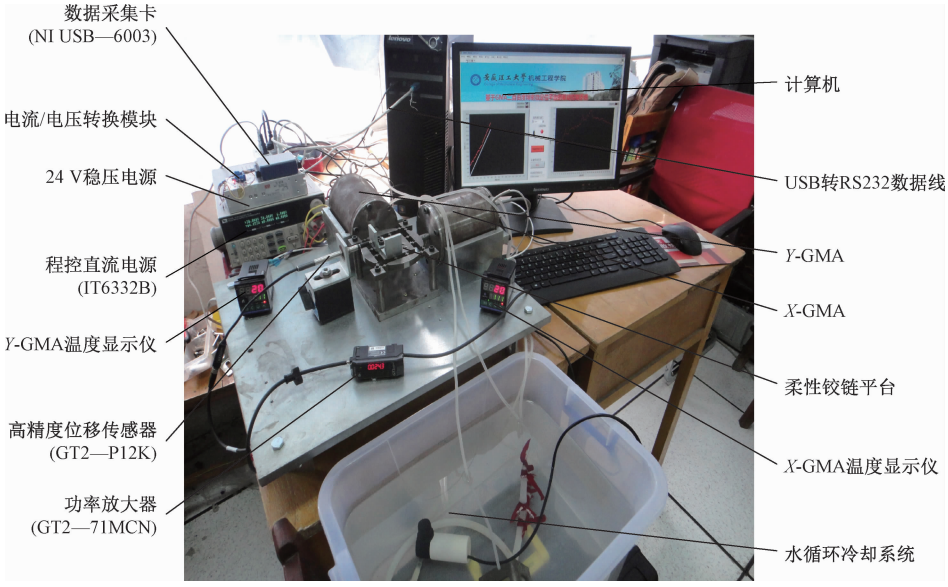

图 1 二自由度精密微定位平台的硬件平台

Fig. 1 Hardware platform of two-degree-of-freedom precision micro positioning platform

基于 Jiles-Atherton 模型对微定位平台建立磁滞模型,在该模型中,外加磁场强度 H 与磁化强度 M 的关系为[12]

$$\frac{\mathrm{d}M}{\mathrm{d}H}=\frac{(M_{\mathrm{an}}-M)+ck\delta\dfrac{\mathrm{d}M_{\mathrm{an}}}{\mathrm{d}H_{\mathrm{e}}}}{k\delta-\left(\alpha+\dfrac{9\lambda_{\mathrm{s}}\sigma_0}{2u_0M_{\mathrm{s}}^2}\right)(M_{\mathrm{an}}-M)-k\delta c\left(\alpha+\dfrac{9\lambda_{\mathrm{s}}\sigma_0}{2u_0M_{\mathrm{s}}^2}\right)\dfrac{\mathrm{d}M_{\mathrm{an}}}{\mathrm{d}H_{\mathrm{e}}}} \tag{1}$$

式(1)中:c 为可逆分量系数;α 为畴壁相互作用系数;k 为不可逆损耗系数;a 为无磁滞磁化强度形状系数;λ_{s} 为材料的饱和磁致伸缩系数;u_0 为真空磁导率,H/m;δ 为方向系数;σ_0 为预压应力,N/m^2;H_{e} 为磁性材料的有效磁场,A/m;M_{an} 为无磁滞磁化强度,A/m;M_{s} 为饱和磁化强度,A/m。

根据文献[13]可知,在磁场强度一定的情况下,GMM 棒的磁致伸缩应变 λ 与磁化强度 M 的关系满足:

$$\lambda=\gamma M^2 \tag{2}$$

因 GMA 的磁滞模型是基于 Jiles-Atherton 模型而建立的,在超磁致伸缩驱动器的位移模型中,共有 6 个参数需要辨识,即 $\theta=(M_{\mathrm{s}},\alpha,k,a,c,\gamma)$。进行分析时,需要已知磁滞模型中各项参数的值,在此引用 PSO-AF 参数辨识优化算法的结果[10],其各参数值如表 1 所示。

表 1 驱动器磁滞模型参数值

Table 1 Parameter value of drive hysteresis model

参数	M_{s}/(10^5 A·m^{-1})	α	k	a	c	$\gamma/10^{-15}$
数值	6.60	0.022 9	1 816.1	9 468.9	0.027 7	1.18

根据表 1,并利用式(1)~式(2)可求得在 H 的作用下,M 和 λ 的数值解。

2 精密微定位平台的动力学建模

2.1 驱动器动力学建模

可认为 GMM 棒在长度方向上是由单自由度的分离元件弹簧、阻尼器、质量组成,考虑施压连接刚度,负载(包括碟簧、输出杆、质量负载)是一个质量-弹簧-阻尼型负载[14],在整个运动过程中,GMM 棒的一端位移为 0,另一端始终与质量负载具有相同的位移、速度、加速度。

设 K_{r}、C_{r}、M_{r} 分别为 GMM 棒的等效刚度系数、等效阻尼系数、等效质量;K_{t}、C_{t}、M_{t} 分别为负载的等效刚度系数、等效阻尼系数、等效质量。驱动器的输出位移为 x,综上所述,建立如图 2 所示的超磁致伸缩驱动器的动力学模型。

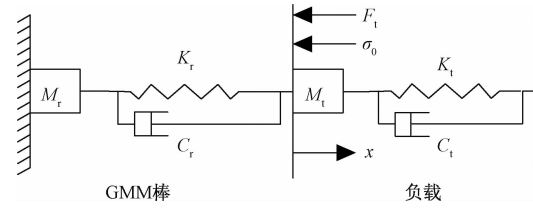

图 2 超磁致伸缩驱动器的动力学模型

Fig. 2 Dynamic model of giant magnetostrictive actuator

基于 GMM 棒特性、质量与阻尼的非线性压磁方程为[15]

$$\varepsilon=\frac{\sigma}{E^{\mathrm{H}}}+\lambda-\left(\frac{C_{\mathrm{D}}}{E^{\mathrm{H}}}\right)\dot{\varepsilon}-\frac{\rho L^2/E^{\mathrm{H}}}{3}\ddot{\varepsilon} \tag{3}$$

式(3)中:ε、E^{H}、σ、λ、L、ρ、C_{D} 分别为 GMM 棒长度

方向的总应变、弹性模量、应力、磁致伸缩应变、长度、质量密度、内部阻尼系数。

由超磁致伸缩驱动器的动力学模型可知:负载对 GMM 棒的作用力 F_t 和 GMM 棒对负载的作用力 F_q(即为驱动器的输出力)是一对相互作用力,大小相等,方向相反,即:

$$F_q = M_t \ddot{x} + C_t \dot{x} + K_t x \tag{4}$$

又考虑到 GMM 棒受到预紧螺钉和碟簧的预应力 σ_0,根据牛顿第二定律,则 GMM 棒的输出力为 $F = -(F_q + \sigma_0 A)$,即:

$$F = \sigma A = -(M_t \ddot{x} + C_t \dot{x} + K_t x + \sigma_0 A) \tag{5}$$

由应变 $\varepsilon = x/L$,联立式(3)和式(5),可得超磁致伸缩驱动器的动力学方程为

$$M\ddot{x} + C\dot{x} + Kx = AE^H\lambda - \sigma_0 A \tag{6}$$

式(6)中:

$$\begin{cases} M_r = \rho LA/3 \\ C_r = C_D A/L \\ K_r = AE^H/L \end{cases} \tag{7}$$

$$\begin{cases} M = M_r + M_t \\ C = C_r + C_t \\ K = K_r + K_t \end{cases} \tag{8}$$

对式(6)进行拉普拉斯变换,得驱动器的输出位移为

$$x = \frac{1}{Ms^2 + Cs + K}(AE^H\lambda - \sigma_0 A) \tag{9}$$

式(9)中:s 为加权目标函数。

考虑到 GMM 棒总是受到预紧螺钉和碟簧的预应力 σ_0 作用,因此,驱动器相对平衡状态最终表现出来的输出位移(位移传感器的测量值)为

$$x = \frac{1}{Ms^2 + Cs + K}AE^H\lambda \tag{10}$$

由式(8)和式(10)知驱动器系统的机械共振频率 f 和机械阻尼比 ξ 分别为

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K_r + K_t}{M_r + M_t}} \tag{11}$$

$$\xi = \frac{C_r + C_t}{2\sqrt{(M_r + M_t)(K_r + K_t)}} \tag{12}$$

2.2　全系统的动力学建模

根据所建立 GMA 的动力学模型,可得微定位平台的全系统动力学模型如图 3 所示。

从结构上可知,系统的 X、Y 方向上的运动互不影响,各自独立,由式(10)可得全系统的输出位移-磁致伸缩应变模型为

$$\begin{bmatrix} X(s) \\ Y(s) \end{bmatrix} = \frac{AE^H}{Ms^2 + Cs + K}\begin{bmatrix} \lambda_X \\ \lambda_Y \end{bmatrix} \tag{13}$$

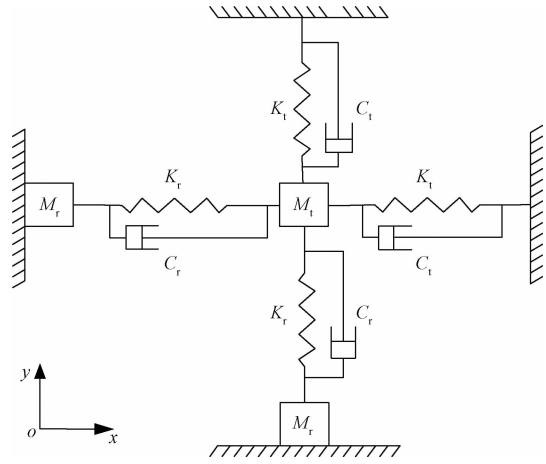

图 3　微定位平台的全系统动力学模型

Fig. 3　Whole system dynamics model of micro positioning platform

将式(4)进行拉普拉斯变换,可得全系统的输出位移-输出力为

$$\begin{bmatrix} X(s) \\ Y(s) \end{bmatrix} = \frac{1}{M_t s^2 + C_t s + K_t}\begin{bmatrix} F_{qX}(s) \\ F_{qY}(s) \end{bmatrix} \tag{14}$$

将式(13)代入式(14)知全系统的输出力-磁致伸缩应变模型为

$$\begin{bmatrix} F_{qX} \\ F_{qY} \end{bmatrix} = \frac{AE^H(M_t s^2 + C_t s + K_t)}{Ms^2 + Cs + K}\begin{bmatrix} \lambda_X \\ \lambda_Y \end{bmatrix} \tag{15}$$

由 $a = F/M_t$ 和式(15)得全系统的加速度-磁致伸缩应变模型为

$$\begin{bmatrix} a_X \\ a_Y \end{bmatrix} = \frac{AE^H\left(s^2 + \frac{C_t}{M_t}s + \frac{K_t}{M_t}\right)}{Ms^2 + Cs + K}\begin{bmatrix} \lambda_X \\ \lambda_Y \end{bmatrix} \tag{16}$$

3　计算结果与仿真分析

由于所研制的微定位平台包含 X 向和 Y 向两个驱动器,且两者的结构和性能均相似,因此,实验均以 X 向驱动器作为测试对象。

文献[10]中明确给出了 Terfenol-D 棒的 d = 8 mm,L = 80 mm;激励线圈的 N = 1 040;负载的 M_t = 0.5 kg。另取 Terfenol-D 棒的参数值如下:ρ = 9 250 kg/m^3,$E^H = 2.5 \times 10^{10}$ N/m^2,$C_D = 3 \times 10^6$ N·s/m^2。利用上述参数和式(7),可确定 M_r = 0.012 kg,$C_r = 1.885 \times 10^3$ N·s/m,$K_r = 1.571 \times 10^7$ N/m,经测试知驱动器的机械共振频率 f = 932.38 Hz,由式(11)得 $K_t = 4.775 \times 10^6$ N/m。

3.1　输出性能结果分析

在稳态时,微位移传递机构相当于一个比例环节,比例系数为开环增益,将确定的参数 d、E^H、K_r、K_t 代入式(10)可得:

$$x = \frac{\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 E^{\mathrm{H}}\lambda}{K_{\mathrm{r}} + K_{\mathrm{t}}} = \frac{40 \times 10^4 \pi}{2.048\ 5 \times 10^7}\lambda \tag{17}$$

将表 1 中确定的参数值代入式(1)、式(2)和式(17)可计算出驱动器的输出位移,图 4 为驱动器在偏置线圈电流为 0.6 A、预压应力为 2 MPa 时的输出位移计算结果与实验结果对比曲线。

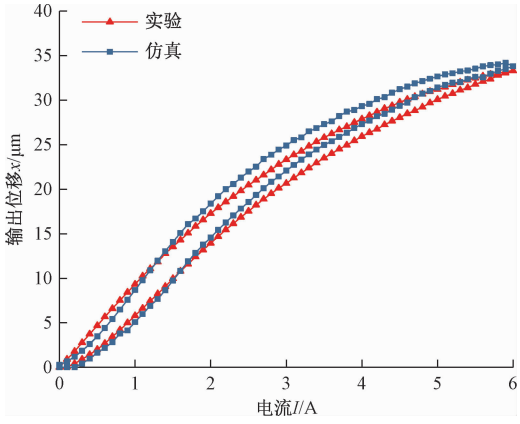

图 4 仿真位移与实验位移对比

Fig. 4 Comparison of simulation displacement and experimental displacement

根据图 4 所示的测试结果可得,驱动器的位移实验结果与理论计算结果相比较:其最大误差为 1.779 μm,并且随着电流的增大,误差有所增加,这可能是理论模型未考虑温度对超磁致伸缩棒的输出特性的影响所致;另外,驱动器的升程和回程输出位移不重合,即存在回程误差,这与 GMM 棒存在磁滞非线性特性相吻合。综上所述,仿真位移曲线和实验位移曲线虽有稍许差别,但考虑到环境温度、系统一些参数的不确定性和估算时的误差等因素,可以认为两位移曲线是基本吻合,证明了所建模型能够较好地反映出实际情况,验证了模型的正确性。

3.2 动态特性仿真

仿真研究基于 MATLAB 系统的建模,能够对建立的系统数学模型直接进行编程仿真,可以对系统参数进行选择和优化,使分析和设计工作大为简化,从而缩短了研发成本和周期。为了掌握超磁致伸缩驱动器的设计参数与响应性能之间的关系,并进一步优化系统的参数,对四种模型进行如下仿真试验。

3.2.1 位移-应变模型和位移-力模型

对于系统的输出位移-磁致伸缩应变模型和输出位移-输出力模型,分别输入不同的信号,进行时域分析,研究其动态特性。输出位移-磁致伸缩应变模型输入阶跃信号 $\lambda = 1$,输出位移-输出力模型输入阶跃信号 $F = 1$ N,分别分析负载的等效质量、等效刚度和等效阻尼系数对两模型动态特性的影响。

图 5 是当等效质量和等效刚度均保持不变,依次增加等效阻尼系数时两模型的响应,可以看出,系统的输出位移曲线振荡幅度减小,最大超调量减小,调整时间变短,表明增大阻尼,系统的快速性降低,但稳定性变好。工程上一般选择二阶系统阻尼比在 0.4 ~ 1 之间,由图 5 可知,当阻尼比 $\xi = 0.6$ 时,可获得较为理想的单位阶跃响应曲线。由式(12)可知等效阻尼系数 C_{t} 为 2.012×10^3 N·s/m。因此,后面的分析均按此 C_{t} 计算。

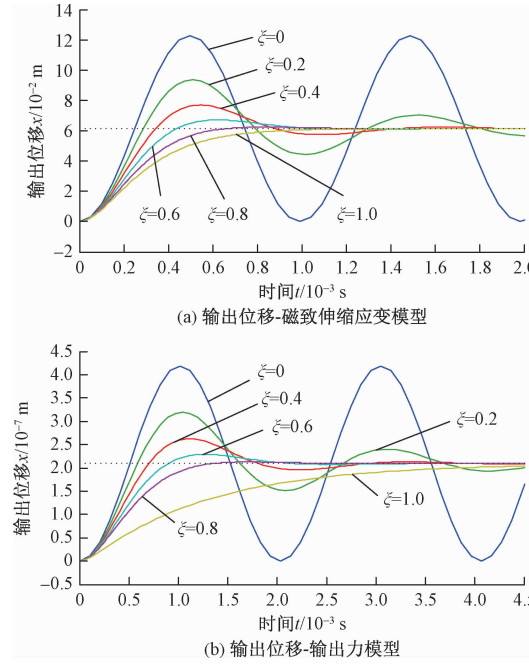

图 5 不同等效阻尼系数动态特性仿真曲线

Fig. 5 Simulation curves of dynamic characteristics of different equivalent damping coefficients

图 6 所示为当等效阻尼系数和等效刚度均保持不变,依次增加等效质量时两模型的响应,可以看出,调整时间增大比较显著,但最大超调量变化不明显,表明系统的反应越来越慢,系统的稳定性基本保持不变,同时,系统达到稳态后,两模型输出位移的大小均保持不变。

图 7 所示为当等效阻尼系数和等效质量均保持不变,依次增加等效刚度时两模型的响应,在同一驱动磁场下,负载的等效刚度越大,最大超调量越小,调整时间越短,驱动器的输出位移越小;另外从图 7(b)还可以看出,当负载的等效刚度足够大时,若给驱动器加载 1 N 的外力,其输出位移几乎为 0。负载的等效刚度的值主要由碟簧决定,因此可以根据驱动器的输出位移和力的设计指标,选择合适的碟簧。

3.2.2 力-应变模型和加速度-应变模型

对于另外两个数学模型,即为系统的输出力-磁

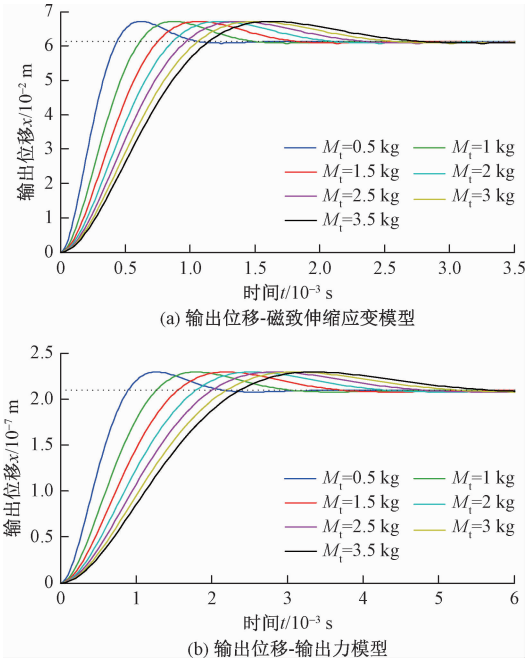

图 6　不同等效质量动态特性仿真曲线

Fig. 6　Simulation curves of different equivalent mass dynamic characteristics

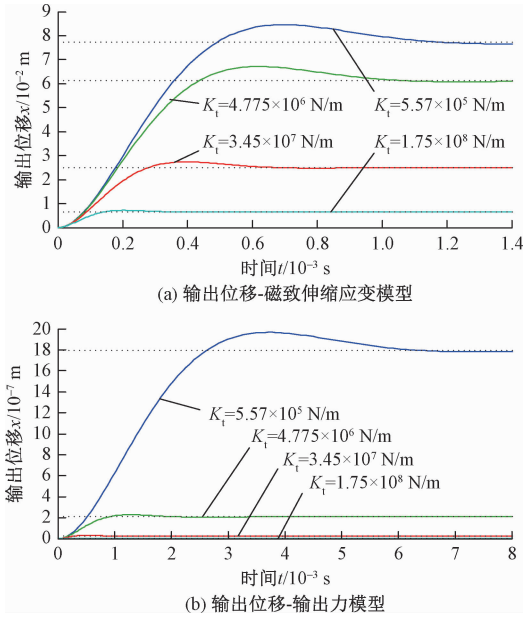

图 7　不同等效刚度动态特性仿真曲线

Fig. 7　Simulation curves of dynamic characteristics of different equivalent stiffness

致伸缩应变模型和加速度-磁致伸缩应变模型,均输入阶跃信号 $\lambda=1$,分别分析负载的等效质量、等效刚度和等效阻尼系数对两模型动态特性的影响。

图 8 所示为当等效阻尼系数和等效刚度均保持不变,依次增加等效质量时两模型的响应,对于图 8(a),等效质量越大,系统的输出力曲线振荡幅度增大,调整时间增大,最大超调量增大,表明系统的反应越来越慢,系统越来越稳定;同时系统达到稳态后,输出力的大小保持不变。对于图 8(b),系统的加速度曲线振荡幅度减小,调整时间增大,表明系统的反应越来越慢,系统稳定性降低;另外加速度的幅值越来越小。

图 9 所示为当等效阻尼系数和等效质量均保持

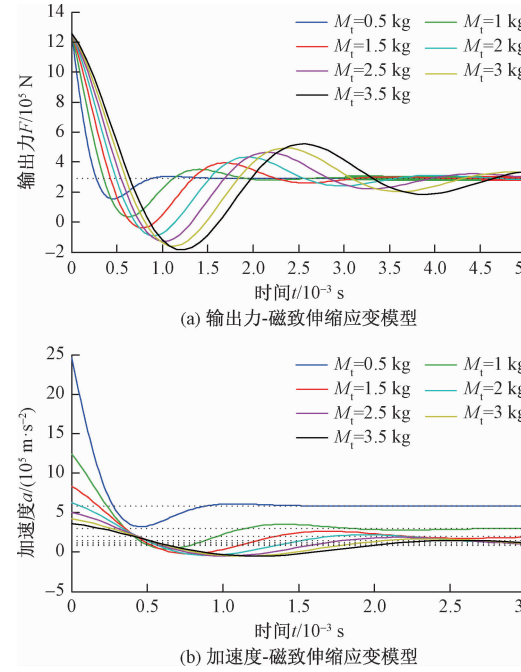

图 8　不同等效质量动态特性仿真曲线

Fig. 8　Simulation curves of different equivalent mass dynamic characteristics

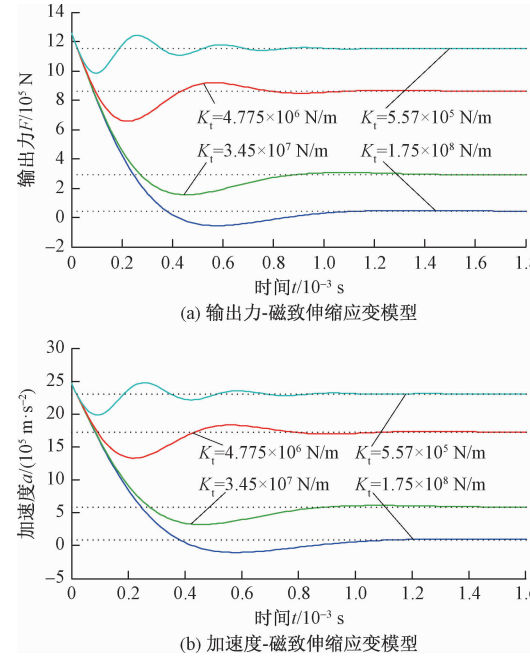

图 9　不同等效刚度动态特性仿真曲线

Fig. 9　Simulation curves of dynamic characteristics of different equivalent stiffness

不变,依次增加负载的等效刚度时两模型的响应,从图9可以看出,随着等效刚度增大,系统的输出力和加速度均增大,而系统的快速性和稳定性变化不明显。

4 结论

在建立基于GMA的二自由度精密微定位平台动力学模型的基础上,利用MATLAB软件进行仿真分析得出如下结论。

(1)考虑温度对超磁致伸缩棒输出特性的影响,以及由于GMM棒存在磁滞非线性特性,可以看出通过模型计算出的位移曲线和实验测得的位移曲线基本吻合,证明了所建模型能够较好地反映出实际情况,验证了模型的正确性。

(2)通过对系统的动态仿真分析,研究了负载的等效阻尼系数、等效质量和等效刚度系数对系统动态响应的影响,尤其是系统的快速性和稳定性;另外改变系统的设计参数,系统的输出性能也会随之改变。

(3)考虑系统一些参数的不确定性和估算时的偏差,通过对四种数学模型的仿真对比分析知:当阻尼比为0.6,即等效阻尼系数为2.012×10^3 N·s/m时,可获得较理想的单位阶跃响应曲线;且详细地分析驱动器的设计参数与响应性能之间的关系,有利于参数的优化选择,为设计出更合理的结构提供理论依据。

参 考 文 献

1 冒鹏飞, 王传礼, 喻曹丰, 等. 磁致伸缩驱动器磁致特性的Persiach模型. 科学技术与工程, 2017;17(9): 149—152
Mao Pengfei, Wang Chuanli, Yu Caofeng, *et al*. Establish the preisach model of hysteresis in giant magnetostrictive material. Science Technology and Engineering, 2017; 17(9): 149—152

2 张 慧. 新型超磁致伸缩驱动器的设计及性能研究. 上海: 上海应用技术大学, 2016
Zhang Hui. Design and performance study of a new giant magnetostrictive actuator. Shanghai: University of Applied Technology of Shanghai, 2016

3 Yadav S, Sharma P, Yamasani P, *et al*. A prototype micro-thermoelectric power generator for micro-electromechanical systems. Applied Physics Letters, 2014;104(12): 123903

4 朱玉川, 徐鸿翔, 陈 龙, 等. 基于双曲正切函数磁滞算子的超磁致伸缩驱动器动态Preisach模型. 机械工程学报, 2014;50(6): 165—170
Zhu Yuchuan, Xu Hongxiang, Chen Long, *et al*. Dynamic Preisach model of giant magnetostrictive actuator based on hysteresis function of hyperbolic tangent function. Journal of Mechanical Engineering, 2014; 50(6): 165—170

5 王建红. 微细加工用精密定位平台控制技术研究. 南京: 南京理工大学, 2014
Wang Jianhong. Research on control technology of precision positioning platform for micro-machining. Nanjing: Nanjing University of Science and Technology, 2014

6 崔 旭, 何忠波, 李冬伟, 等. 超磁致伸缩致动器建模研究综述. 兵器材料科学与工程,2011;34(4): 90—93
Cui Xu, He Zhongbo, Li Dongwei, *et al*. The review of the modeling of giant magnetostrictive actuators. Ordnance Material Science and Engineering, 2011; 34(4): 90—93

7 王传礼, 丁 凡, 张凯军. 稀土超磁致伸缩转换器的动态特性仿真研究. 系统仿真学报, 2003; 15(3): 379—381
Wang Chuanli, Ding Fan, Zhang Kaijun, *et al*. Simulation study on dynamic characteristics of rare earth giant magnetostrictive converter. Journal of Systems Simulation, 2003, 15(3): 379—381

8 刘慧芳, 王汉玉, 王 洁, 等. 精密磁致伸缩致动器的动态非线性多场耦合建模. 光学精密工程, 2016; 24(5): 128—137
Liu Huifang, Wang Hanyu, Wang Jie, *et al*. Dynamic nonlinear multi field coupling modeling for precision magnetostrictive actuator. Optical Precision Engineering, 2016; 24(5): 128—137

9 王汉玉. 超磁致伸缩致动器热特性分析及热形变补偿方法研究. 沈阳: 沈阳工业大学, 2017
Wang Hanyu. Thermal characteristic analysis and thermal deformation compensation method of giant magnetostrictive actuator. Shenyang: Shenyang University of Technology, 2017

10 喻曹丰. 基于GMA的二自由度精密微定位平台及控制系统研究. 淮南: 安徽理工大学, 2017
Yu Caofeng. Research on the two-degree-of-freedom precision micro positioning platform and control system based on GMA. Huainan: Anhui University of Science and Technology, 2017

11 陈 彤, 葛津铭, 林 丞, 等. 基于超磁致伸缩材料电流互感器的磁滞损耗模拟. 科学技术与工程, 2018;18(7): 147—152
Chen Tong, Ge Jinming, Lin Cheng, *et al*. Hysteresis loss simulation of current transformer based on giant magnetostrictive material. Science Technology and Engineering, 2018;18(7): 147—152

12 Jiles D C, Thoelke J B, DeVine M K. Numeical determination of hysteresis parameters for the modeling of magnetic properties using the theory of ferromagnetic hysteresis. IEEE Transaction on Magnetics, 1992; 28(1): 27—35

13 Jiles D C. Theory of the magnetomechanical effect. Journal of Physics D: Applied Physics, 1995; 28(8): 1537—1546

14 翁 玲, 曹淑瑛, 王博文, 等. 超磁致伸缩致动器控制系统的建模与仿真. 河北工业大学学报, 2002; 31(5): 27—30
Weng Ling, Cao Shuying, Wang Bowen, *et al*. Modeling and simulation of giant magnetostrictive actuator control system. Journal of Hebei University of Technology, 2002; 31(5): 27—30

15 Chavez A C, Lopez M, Youssef G. Converse magneto-electric coefficient of concentric multiferroic composite ring. Journal of Applied Physics, 2016; 119(23): 233905

Dynamic Characteristics of Giant Magnetostrictive Actuation Micropositioning Platform

XU Bin, WANG Chuan-li*, YU Cao-feng, YANG Lin-jian, JIANG Zhi
(School of Mechanical Engineering, Anhui University of Science And Technology, Huainan 232001, China)

[**Abstract**] In order to solve the problem that the hysteresis nonlinearity and dynamic characteristics of giant magnetostrictive actuator (GMA) were difficult to accurately describe, the two-degree-of-freedom precision micro positioning platform based on GMA was used as the object, the hysteresis nonlinearity and dynamics modeling and simulation analysis were carried out. According to the Jiles-Atherton hysteresis model, the magnetostrictive model, the hysteresis nonlinear magnetic equation and the dynamic principle of the structure dynamics of the actuator, the combined micropositioning platform hysteresis nonlinear dynamic model was established. The output displacement was calculated by the model, in addition, the dynamic characteristics of the four mathematical models were simulated and analyzed. The results show that the simulation displacement curve is basically consistent with the output displacement curve measured by the experiment, and the correctness of the model is verified, and the design parameters of the system are optimized, which provides a basis for improving the dynamic performance and steady output performance of GMA.

[**Key words**] precise micro positioning　hysteresis nonlinearity　Jiles-Atherton hysteresis model　dynamic model　dynamic characteristics