

带钢纠偏系统的分析与仿真

万巍,邱震明,鄢宗鹏

(安徽工业大学工程实践与创新教育中心,安徽 马鞍山 243002)

摘要:介绍了带钢电液纠偏系统的工作原理,建立了带钢纠偏系统的数学模型,并使用 MATLAB 进行了仿真分析,系统建立的数学模型对带钢纠偏系统的设计有一定的参考价值。

关键词:带钢纠偏;电液伺服;MATLAB 仿真

中图分类号:TH122

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2010.03.026

0 引言

带材纠偏设备是冷轧生产线上的常用设备,普遍应用于酸洗、冷轧、平整、涂镀层、重卷、剪切等机组中。由于受机组各设备的安装精度、辊子的制造精度、辊子使用后的磨损、带材板形不好等各种因素的影响,使带钢在穿带和正常工作时经常出现跑偏现象。带材跑偏不仅会造成带材缺陷、减少成材率,而且还会影响机组的生产能力,甚至对设备造成损害。

1 带钢纠偏系统的工作原理

带钢卷取纠偏电液伺服控制系统如图1所示。该系统由液压能源、电液伺服阀、电流放大器、伺服液压缸、卷取机和光电检测器等部件组成。带钢的跑偏位移是系统的输入量,卷取机(或卷筒)的跟踪位移是系统的输出量。输入量和输出量的差值经光电检测器后由电流放大器放大,放大后的功率信号驱动电液伺服阀动作,进而控制液压缸驱动卷取机(或卷筒)的移动。液压能源为整个系统工作提供足够的能量。除此之外,系统中还设置了辅助液压缸和液控单向阀组。这时辅助液压缸有两个作用:一是在卷完一卷要切断带钢前,将光电检测器从检测位置退出,而在卷曲下一卷前又能使检测器自动复位对准带边。这样可以避免在换卷过程中损坏光电检测器;二是在卷取不同宽度的带钢时调节光电检测器的位置。液控单向阀组可使伺服液压缸和辅助液压缸有较高的位置精度^[1]。

而位移则通过线性传感器测得,与伺服放大系统的输出信号进行比较,给出液压缸继续动作

的信号。如此反复,直到带钢不再跑偏,可以获得较高的控制精度。

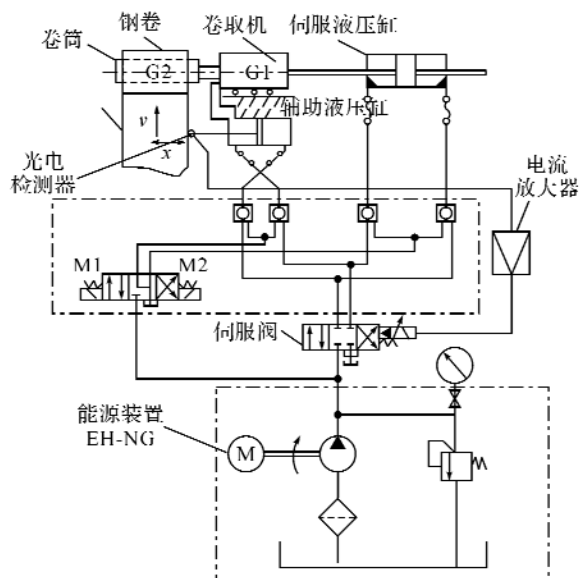


图1 带钢纠偏控制系统原理图

Fig. 1 The hoop corrects an error the control system schematic diagram

2 带钢纠偏系统的建模与仿真

液压压下控制系统的方框图如图2所示,主要由伺服放大器、伺服阀、液压缸、传感器等组成的环节组成,液压压下系统的建模主要是对以上各个环节进行数学模型建立和参数选择^[2]。

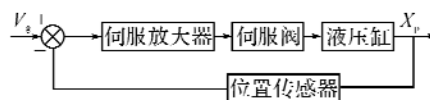


图2 液压压下系统的方框图

Fig. 2 The hydraulic pressure depresses system's block diagram

2.1 动力元件的传递函数

液压动力原件由伺服阀和液压阀组成,是液压伺服控制系统的关键部件,它的动态特性在很大程度上决定整个系统的性能。

当以 Q_0 为输入, X_p 为输出时,其传递函数为

$$\frac{X_p}{Q_L} = \frac{1/\Lambda_1}{s\left(\frac{s^2}{\omega_h^2} + \frac{2\zeta}{\omega_h}s + 1\right)} \quad (1)$$

取 $\zeta_{hmin}=0.30$ 代入上式得到传递函数:

$$\frac{X_p}{Q_L} = \frac{1/\Lambda_1}{s\left(\frac{s^2}{\omega_h^2} + \frac{2\zeta}{\omega_h}s + 1\right)} = \frac{1/7.85 \times 10^{-3}}{s\left(\frac{s^2}{102^2} + \frac{2 \times 0.3}{102}s + 1\right)}$$

2.2 伺服阀的传递函数的计算

电液伺服阀既是电液转换元件,又是功率放大元件,它能够将输入的微小电气信号转换为大功率的液压信号(流量与压力)输出^[3]。

$$W_{sv} = \frac{K_{sv}}{\frac{s^2}{\omega_{sv}^2} + \frac{2\zeta_{sv}}{\omega_{sv}}s + 1} \quad (2)$$

式(2)中, W_{sv} 为伺服阀的传递函数; K_{sv} 为伺服阀

$$\text{的增益, } K_{sv} = \frac{Q_N \sqrt{P_s/P_{sv}}}{I_N} = \frac{40 \times 10^{-3} \sqrt{5/7}}{0.01} =$$

$5.63 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{sA}$; ω_{sv} 为伺服阀的频宽,由样本可得 $\omega_{sv} = \omega_{-90} = 2\pi \times 43.5 = 273.18 \text{ rad/s}$; ζ_{sv} 为伺服阀的阻尼系数,参考样本频率响应曲线,计算出 $\zeta_{sv} = 0.36$,则伺服阀的传递函数为

$$\frac{Q}{I} = \frac{K_{sv}}{\frac{s^2}{\omega_{sv}^2} + \frac{2\zeta_{sv}}{\omega_{sv}}s + 1} = \frac{5.63 \times 10^{-2}}{\frac{s^2}{273.18^2} + \frac{2 \times 0.36}{273.18}s + 1}$$

2.3 反馈传感器的传递函数

传感器可以看作比例环节,由于传感器增益大小值可调,取 $K_f = \frac{u_f}{x_p} = 200 \text{ V/m}$ 。

伺服放大器及校正环节的传递函数为

$$G_c(s) = K_a \cdot \frac{U_0(s)}{U_i(s)} = K_a \cdot \frac{1 + s/\omega_{rc}}{1 + \alpha s/\omega_{rc}} \quad (3)$$

$$K_a = 0.167 \text{ A/V}$$

把液压动力元件、伺服阀及伺服放大器的参数代入式(1)~(3)传递函数得到带钢纠偏控制系统的系统方框图如图3所示^[6]。

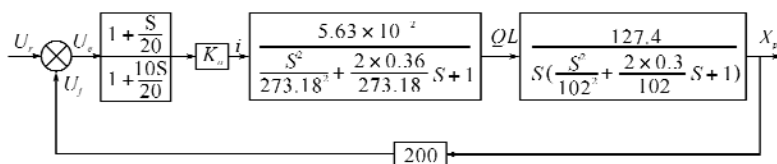


图3 带钢纠偏系统控制方框图

Fig. 3 The hoop corrects an error the systems control block diagram

由系统方框图可得到纠偏控制系统开环 Bode 图如图4所示。

由系统开环 Bode 图可知,开环穿越频率为 $31.3 \text{ rad/s} = 4.98 \text{ Hz}$,响应速度满足要求,相位裕量为 $\gamma = 43.8^\circ$ 也满足系统要求。

纠偏控制系统的 MATLAB 模型如图5所示^[4-5]。

其阶跃响应曲线如图6所示。

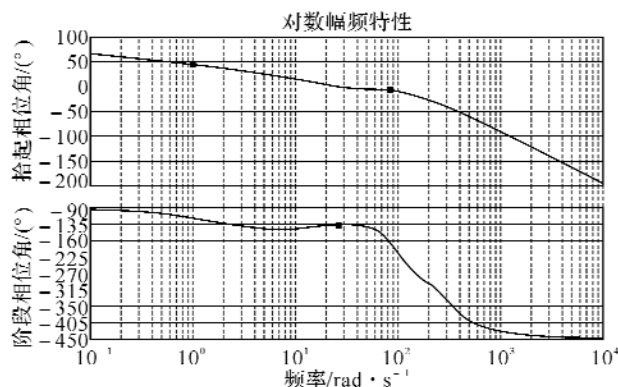


图4 带钢纠偏系统开环 Bode 图

Fig. 4 The hoop corrects an error the system split-ring Bode chart

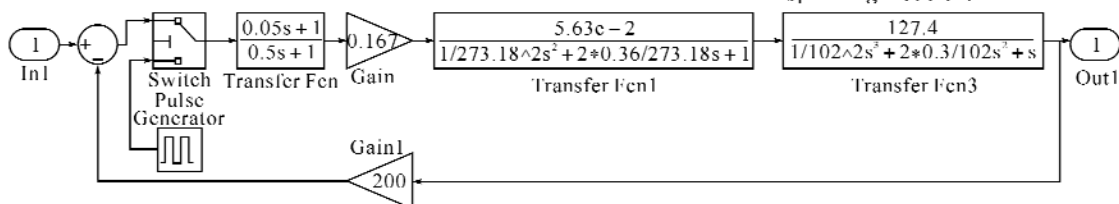


图5 纠偏控制系统 MATLAB 模型

Fig. 5 Corrects an error the control system MATLAB model

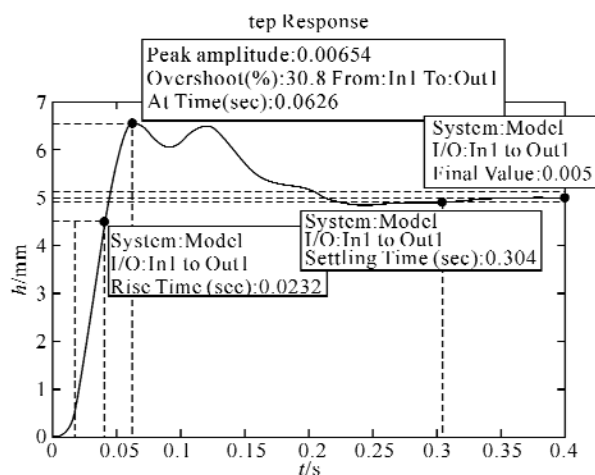


图 6 MATLAB 模型阶跃响应指标

Fig. 6 MATLAB model step response target

由图 6 得到系统响应的性能指标:

上升时间 $t_r = 0.0232$ s, 峰值时间 $t_p = 0.0626$ s, 超调量 $M_p = 30.8\%$, 调整时间 $t_s = 0.304$ s(允许误差范围 $\pm 2\%$), 系统各性能指标满足设计要求。

3 结 语

仿真结果表明:所设计系统的技术指标达到了预期要求,以上所建立的数学模型对此纠偏系统的参数选择有一定的指导作用。

参考文献:

- [1] 尤敏,刘安中,李友荣.水平摆动式带钢纠偏系统数学模型研究及仿真冶金设备[J].2008(4):111-112.
- [2] 程丽华,杨晓明,毕友明.一种通用的电液伺服带钢纠偏和对中控制系统[J].机床与液压,2004,6(1):126-127.
- [3] 王春行.液压控制系统[M].北京:机械工业出版社,2001.
- [4] 崔士杰,汪建华.基于 MATLAB 的单相全控整流电路功率因素测定[J].武汉工程大学学报,2010,32(1):90-93.
- [5] 张炳芹,林振波.冷带轧机的带卷自动对中系统[J].冶金设备,2002,3:101-103.
- [6] 刘延俊,骆艳洁,刘景西.光电液伺服带材边缘位置控制及其计算机仿真与优化[J].机床与液压,2001,4:121-122.

Analysis and simulation of hoop corrects an error system

WAN Wei, QIU Zheng-ming, WU Zong-peng

(Anhui Industrial University Project Practice and Innovation Education Center, Maanshan 243002, China)

Abstract: This article introduced an error corrects system with hoop battery solution and its principle. The authel has established the mathematical model system of error-correction for the hoop, and used MATLAB to carry on the simulation analysis, which have certain reference value to the system design for the hoop.

Key words: the hoop correct error; battery solution servo; MATLAB simulation

本文编辑:陈小平