

# 自动张紧装置液压控制系统的研究

全鑫<sup>1,2</sup>

(1. 太原理工大学 机械工程学院, 山西 太原 030024; 2. 中煤平朔集团有限公司 一号井工矿, 山西 朔州 036006)

**摘要:** 张紧装置是带式输送机不可缺少的重要组成部分, 提出了新型带式输送机的液压张紧系统的方案, 进一步建立了相应的数学模型, 并做了系统仿真分析。

**关键词:** 张紧装置; 液压伺服系统; 系统仿真

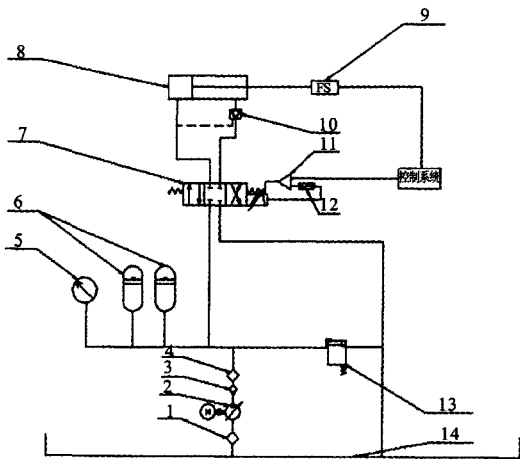
**中图分类号:** TD528\*.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-773X(2013)02-0059-02

## 0 引言

现今煤矿井下运输能力的不断提高及巷道的不断延伸, 带式输送机的输送带长度也在逐渐加长, 用常规张紧系统, 已无法有效解决带式输送机输送带长度变化较大的实际问题。随着技术的进步和发展, 有必要研制出一种既能满足动态工况要求又能满足稳态工况要求, 且张紧力可测可调, 具有较高安全性可靠性的新的张紧装置。

文中设计了一种电液控制的液压缸自动张紧装置, 对其控制系统进行了建模仿真, 采用 Matlab 仿真技术对系统张力进行了仿真。

## 1 自动液压张紧装置液压系统原理<sup>[1]</sup>



1-粗过滤器; 2-液压油泵; 3-单向阀; 4-精过滤器; 5-压力表; 6-蓄能器; 7-电液伺服阀; 8-液压缸; 9-力信号; 10-液控单向阀; 11-放大器; 12-电磁铁位移传感器; 13-溢流阀; 14-油箱

图1 自动液压张紧装置液压系统原理图

开机后液压张紧系统先进行工作, 进入工作状态后, 输送机启动。当输送机运转后张紧油缸的张紧力也同时向正常运转时所需的张紧值过渡, 控制系统不断的检测, 调节着张紧力直到输送机进入平稳运行, 此后油泵才开始卸荷停止工作。由蓄能器支持张紧油缸, 达到节能的效果, 控制系统始终控制着平衡。如有异常, 控制系统作出快速反应。当长时间工作后, 液压缸张紧力接近设定值(启动张紧力, 启动时间等参数在

控制系统中已设定)的95%时, 液压泵自动开始工作, 给油缸和蓄能器加压, 直到达到设定值为止。液压系统原理, 如图1所示。

## 2 自动液压张紧装置的数学模型<sup>[2]</sup>(见图2)

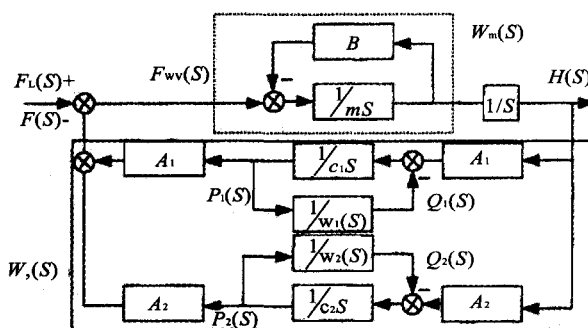


图2 液压张紧系统方块图

其开环传递函数为:

$$W_m(S)W_i(S) = \frac{1}{S(mS+B)} \left[ A_1^2 \frac{W_1(S)}{1+c_1SW_1(S)} + A_2^2 \frac{W_2(S)}{1+c_2W_2(S)} \right]$$

其闭环传递函数:

$$\Phi(S) = \frac{H(S)}{F_L(S)} = \frac{W_m(S)}{1+W_i(S)}$$

阀控液压缸模型, 如图3所示。

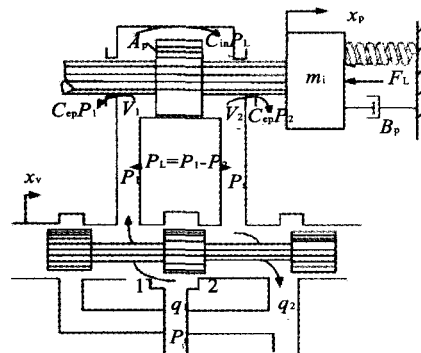


图3 阀控液压缸模型

## 3 液压缸流量连续性方程

为了便于分析与计算进行了一些假设<sup>[3]</sup>:

收稿日期: 2012-10-12

作者简介: 全鑫(1980-), 男, 山西朔州人, 高级工程师, 硕士, 主要从事煤矿管理。

1) 所有连接管道都短而粗,可以忽略管道内的摩擦损失和管路动态的影响;2) 在管道和液压缸每个工作腔内不会出现饱和气穴现象,且各处压力相同;3) 油液温度和体积弹性模量均为常数;4) 液压缸的内外泄漏为层流流动,且液压缸两腔的外泄漏相等;5) 活塞在液压缸两工作腔容积相等处做微小运动。

根据流量的连续性,可写出流入液压缸控制腔的流量  $q_L$  为:

$$q_L = A_p \frac{dx_p}{dt} + c_{fp} p_L + \frac{V_t}{4\beta} \cdot \frac{dp_L}{dt}$$

式中:  $A_p$  是液压缸进油腔的活塞有效面积;  $x_p$  是活塞位移;  $C_{fp}$  是液压缸总泄漏系数;  $\beta_c$  是有效体积弹性模量;  $V_t$  是总压缩容积。

根据系统工作的物理过程,做出系统方框图,如图4所示。

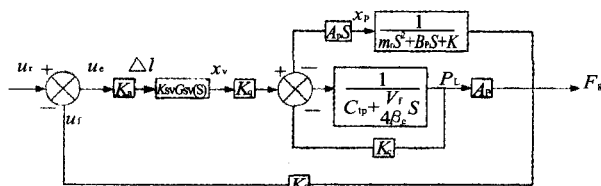


图4 系统方框图

$$\frac{F_s(S)}{X_v(S)} = \frac{A_p K_q}{(K_{ce} + \frac{V_t}{4\beta_c} s) + \frac{A_p^2 s}{m_t s^2 + B_p s + K}}$$

式中:  $K_{ce}$  (总流量) -  $K_{ce}$  (压力系数) =  $K_c + C_{fp}$

$$\frac{F_s(S)}{X_v(S)} = \frac{\frac{K_q}{K_{ce}} A_p (\frac{m_t}{K} s^2 + 1)}{\frac{A_p^2}{KK_{ce}K_h} s^3 + \frac{m_t}{K} s^2 + (\frac{A_p^2}{K_{ce}K_h} + \frac{A_p^2}{K_{ce}K}) s + 1}$$

式中:  $\omega_m = \sqrt{\frac{K}{m_t}}$ ;  $\omega_r = \frac{K_{ce}}{A_p^2 (\frac{1}{K_h} + \frac{1}{K})}$ ;

$$\omega_0 = \omega_h \sqrt{1 + \frac{K}{K_h}} = \omega_m \sqrt{1 + \frac{K_h}{K}}; \omega_h = \sqrt{\frac{K_h}{m_t}}$$

## Study on Hydraulic Control System of Press Tension Device

TONG Xin<sup>1,2</sup>

(1. Department of Mechanical Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024;

2. Coal Pingshuo Group Limited Underground Mine No.1, Shuozhou 036006, China)

**Abstract:** It is a necessary component for the take-up on a belt conveyor, puts forward a new proposal and establishes the mathematical modals about anew hydraulic take-up of the belt conveyor. The simulation analysis of the take-up is applied according to real parameters.

**Key words:** take-up; hydraulic servo system; simulation

(上接第58页)

## Design and Verification of Transmission's Seal

YUAN Yang-ping

(CNHTC'S Datong Gear Company, Datong 037305, China)

**Abstract:** Design of transmission's seal mainly includes gasket selection and installation. Its selection are mainly on the basis of operating conditions (temperature, pressure) and the properties of sealing medium, the key of guarantee the good seal effect is accurate and reliable installation. I use the low pressure Fuji film to detect the sealing surface pressure and pressure distribution.

**Key words:** transmission; sealing gasket; selection; detect

$$\text{阻尼比: } \xi_0 = \frac{1}{2\omega_0} \left[ \frac{4\beta_c K_{ce}}{V_t (1 + \frac{K}{K_h})} + \frac{B_p}{m_t} \right]$$

参数:

$$m_t = 4000 \text{ kg}; K_c = 1.37 \times 10^{-10};$$

$$C_{fp} = 2.435 \times 10^{-13};$$

$$K_{ce} = K_c + C_{fp} \approx 1.37 \times 10^{-10}; K = 2 \times 10^5;$$

$$\beta_c = 6.9 \times 10^8; B_p \approx 0;$$

$$A_p \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = 106.3 = 1.063 \times 10^{-2};$$

$$V_t = 1.063 \times 10^{-2} \text{ m}^3; K_q = 1.25 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{smv}。$$

## 4 系统仿真<sup>[4]</sup>

用 Simulink 搭建系统模型<sup>[4]</sup>, 见图5; 得出系统响应仿真结果, 见图6。

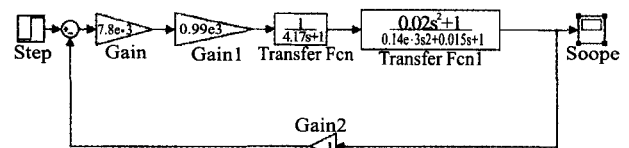


图5 系统 Matlab 模型图

## 5 结束语

对所设计的液压伺服张紧装置进行了理论分析, 建立了数学模型。设定参数并用 MATLAB 进行了仿真, 得到了较好的结果。

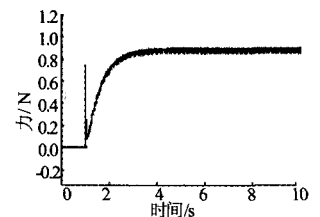


图6 系统闭环响应曲线

## 参考文献

- [1] 杨复兴, 蔡学熙. 胶带输送机结构原理与计算[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1983: 228-236.
- [2] 袁红兵, 吴波, 廉自生. 可伸缩带式输送机自动张紧装置研究[J]. 煤矿机械, 2007(3): 123-124.
- [3] 王春行. 液压控制系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [4] 刘宝柱. MATLAB 7.0 从入门到精通[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010.