

一种带式传输装置智能控制系统的设计

耿菲

(西安欧亚学院,陕西 西安 710065)

摘要:以补偿带传输装置的液压系统压力损失、提高带传输装置的稳定性为目标,设计一种能够改善液压系统压力损失的智能补偿系统。阐述带传输装置的结构与工作原理,利用FLuidSIM软件对其进行仿真分析。利用比例换向阀、传感器设计一种具有比例反馈环节的智能压力补偿系统。利用AMESim分别建立普通带传输系统与智能补偿带传输系统的仿真模型。仿真结果表明:在相同的工作压力下,智能补偿系统可对带传输系统进行有效的压力损失补偿,保持带传输装置所需压力的稳定供给。

关键词:液压系统;带传输;控制系统;压力损失;补偿;仿真

中图分类号:TP273 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2023)06-0217-04

Design of Intelligent Control System for a Belt Transmission Device

GENG Fei

(Xi'an Eurasia University, Xi'an 710065, China)

Abstract:In order to compensate the pressure loss of hydraulic system with transmission device and improve the stability of transmission device, an intelligent compensation system is designed to improve the pressure loss of hydraulic system. The structure and working principle of the transmission device are described, and the FLuidSIM software is used for simulation analysis. An intelligent pressure compensation system with proportional feedback link is designed by using proportional directional valve and sensor. The simulation models of general belt transmission hydraulic system and intelligent compensation belt transmission hydraulic system are established by AMESim. The simulation results show that the intelligent compensation system can effectively compensate the pressure loss of the system with transmission device under the same working pressure, and maintain the stable supply of pressure required by the transmission device.

Keywords:hydraulic system; belt transmission; control system; pressure loss; compensation; simulation

0 引言

带式传输装置在工业生产、产品运输中应用广泛。在特定环境中,为了降低系统压力损失对液压系统的影响,通常安装有相应的液压蓄能装置^[1-2],而液压蓄能装置的安装虽然起到了一定的压力补偿作用,但这种被动的压力补偿方式存在较为明显的滞后性,降低了压力补偿的效果^[3-4]。因此,在保证带式传输装置原有性能的同时,应进一步降低压力损失对液压系统的影响。本文设计了一种具有比例反馈环节的智能补偿系统。在对带式传输装置进行压力分析的基础上,通过比例换向阀、传感器构成的补偿环节达到压力补偿的目的,增强带式传输装置的稳定性。

1 设计目标

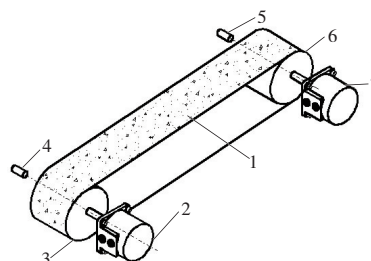
- 1)在保证带式传输装置正常工作的同时,降低压力损失对液压系统的影响。
- 2)能够驱动比例换向阀工作,成比例释放压力,降低

压力损失,保持带传输装置的同步性。

2 带传输装置的结构与工作原理

2.1 总体结构

液压式带传动装置的结构^[5-6],如图1所示。



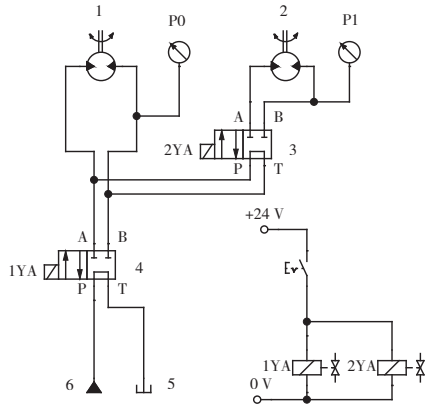
1—传送带;2—主液压马达;3—主动轮;
4、5—传感器;6—从动轮;7—副液压马达。

图1 带传动装置的结构

2.2 工作原理

1) 液压系统原理图

利用 FLuidSIM 软件构建了带传动装置的液压系统,如图 2 所示。



1—主液压马达;2—副液压马达;
3、4—电磁换向阀;5—油箱;6—液压源。

图 2 带传动装置的液压系统

液压源 6 向液压系统提供一定的系统压力;当电磁换向阀 3、4 工作时,带传动装置液压系统中的主液压马达 1 与副液压马达 2 以一定速度进行旋转。

2) 系统压力分析

在图 2 的基础上进行了系统仿真,如图 3 所示。

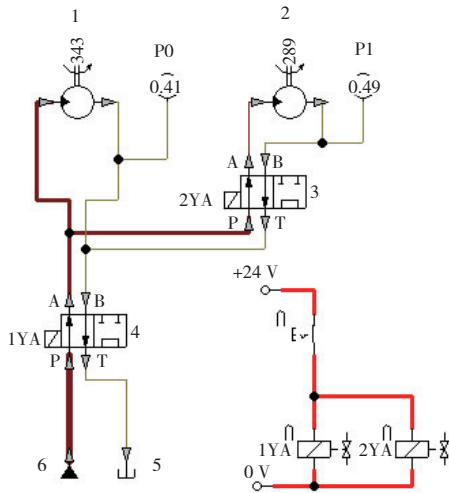


图 3 带传动装置液压系统的仿真

如图 3 所示,在 FLuidSIM 的仿真环境下^[7-8],液压源 6 的工作压力为 20 MPa,液压泵流量为 5 L/min;主液压马达转速为 343 r/min;副液压马达转速为 289 r/min。通过 FLuidSIM 仿真发现主液压马达 1 与副液压马达 2 之间存在明显的速度偏差,证实系统存在一定的压力损失。

2.3 系统压力的偏差分析

本文结合图 3 中的仿真模型,在不同工作压力下,分别得到了主、副液压马达的压力值,如表 1 所示。

系统工作压力 p	主液压马达压力	副液压马达压力	压力差 Δp
20	19.85	19.32	0.53
25	24.57	23.89	0.68
30	29.87	28.89	0.98
35	34.81	33.82	0.99
40	39.52	38.43	1.09
45	44.89	43.69	1.20
50	49.46	48.14	1.32

设液压系统工作压力 p 与主、副液压马达的压力偏差量 Δp 之间的比例关系为

$$p = k \cdot \Delta p \quad (1)$$

式中 k 为比例系数。

本文在表 1 的基础上,结合式(1)构建了比例系数 k 的数学模型,并利用 MATLAB 分析且得到了比例系数。

$$k = \frac{p_n + p_{n-1} + \dots + p_0}{\Delta p_n + \Delta p_{n-1} + \dots + \Delta p_0} \quad (n \leq 6) \quad (2)$$

可得 $k \approx 3.579$ 。

3 控制系统的设计

本文以 PID 算法中的比例环节为基础,选用某公司具有较高响应速度的 DSPIC30F2010 数字信号处理器^[9]为控制核心进行控制,控制流程如图 4 所示。

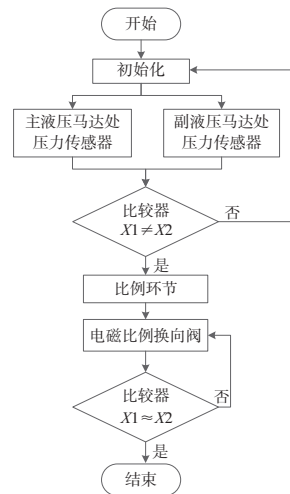


图 4 控制系统流程

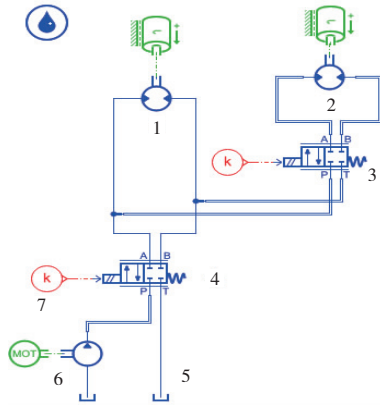
控制系统的主要功能是:通过压力传感器对带传动装置中主、副液压马达系统压力进行检测,得到主、副液压马达系统压力,当存在压力变化量 Δp 时,比较器驱动比例反馈环节,按照比例系数 k 向智能控制系统中的电磁比例换向阀输入适当强度的电流,使补偿系统成比例释放压力,进而达到稳定系统压力的目的。

4 系统的设计与仿真

本文运用 AMESim 软件,通过绘制系统草图、建立子模型、参数设置、运行仿真 4 个环节,分别建立了普通带传输系统与智能补偿带传输系统的仿真模型,进行了仿真实验,得到了相应的特性曲线。

4.1 普通带传输系统的仿真模型

1) 建立仿真模型,如图 5 所示。



1—主液压马达;2—副液压马达;3,4—电磁换向阀;
5—油箱;6—恒压源;7—信号源。

图 5 普通带传输系统的仿真模型

2) 设定子模型参数,如表 2 所示。

表 2 普通带传输系统的仿真模型参数

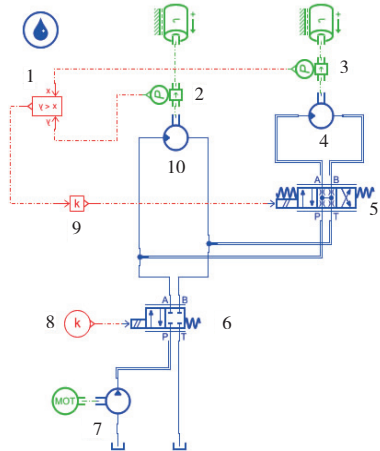
序号	名称	参数	值
1	主液压马达	默认值	
2	副液压马达	默认值	
3,4	电磁换向阀	工作电流/mA	40
5	油箱	默认值	
6	恒压源	压力值/MPa	2
7	信号源	电流强度/mA	40

3) 工作过程

信号源 7 产生控制电流,电磁换向阀 3,4 换向,普通带传输系统工作,液压马达 1,2 转动,带传送装置进行工作。

4.2 智能补偿系统的仿真模型

1) 建立智能补偿系统的仿真模型,如图 6 所示。



1—比较器;2,3—压力传感器;4—副液压马达;
5—电磁比例换向阀;6—电磁换向阀;7—恒压源;
8—信号源;9—比例环节;10—主液压马达。

图 6 智能补偿系统的仿真模型

2) 设定智能补偿系统的子模型参数,如表 3 所示。

表 3 智能补偿系统的仿真模型参数

序号	名称	参数	值
1	比较器	默认值	
2,3	压力传感器	默认值	
4	副液压马达	默认值	
5	电磁比例换向阀	默认值	
6	电磁换向阀	工作电流/mA	40
7	恒压源	默认值	
8	信号源	电流强度/mA	40
9	比例环节	比例系数	3.579
10	主液压马达	默认值	

3) 工作过程

信号源 8 产生控制电流,电磁换向阀 6 换向,带传输系统工作,液压马达 4,10 转动,这时系统中的压力传感器 2,3 开始工作,将采集到的信号经比较器 1 处理,若存在压力变化量 Δp 时比例环节 9 工作,并按照预定算法向补偿系统中的电磁比例换向阀 5 输入相应比例的控制电流,向系统成比例输入压力,进而达到平衡系统压力,减少压力变化量的目的,提高带传动装置的稳定性。

5 系统仿真与分析

本文对普通带传输系统与智能补偿系统的仿真模型进行了仿真实验。

5.1 普通带传输系统的仿真

依据 4.1 节中的仿真模型,按照表 2 中的参数进行设置并进行仿真,得到相应的特性曲线。如图 7 所示。

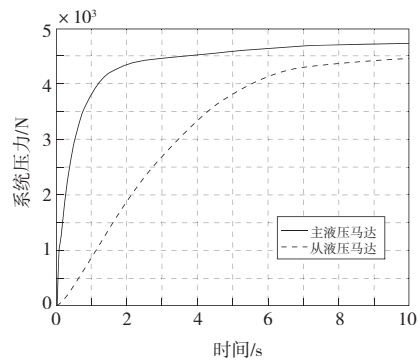


图 7 普通带传输系统的特性曲线

5.2 智能补偿系统的仿真

依据 4.2 节中的仿真模型,按照表 3 中的参数进行设置并进行仿真,得到相应的特性曲线。如图 8 所示。

5.3 结果分析

依据 5.1 与 5.2 节中的运行结果,分别对普通带传输系统与智能补偿系统进行了仿真实验并对结果进行比较分析。

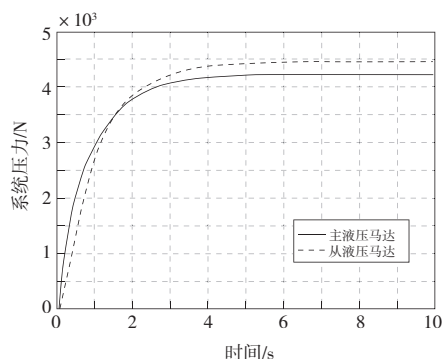


图8 智能补偿系统的特性曲线

1)由图7可知,普通带传输系统中,主液压马达能够快速达到稳定状态,而副液压马达在开始阶段其压力明显低于主液压马达,两者间存在明显的压力偏差,降低了系统的稳定性。

2)由图8可知,智能补偿系统中,主液压马达与副液压马达在开始阶段均能够快速达到稳定状态。两者间无明显压力偏差,保证了系统所需的工作压力。

通过分析证明智能补偿系统起到了压力补偿作用,保持了带传输装置所需压力的稳定供给。

6 结语

本文首先分析了带传输装置的结构与工作原理,通过分析及仿真发现负载的连续变化造成了一定的系统压力损失。其次,针对压力损失这一问题,文中以比例换向阀、

传感器为硬件核心设计了一种具有比例反馈环节的智能补偿系统,通过向带传动装置液压系统成比例进行压力输入,进而达到压力补偿的作用。最后,以AMESim为手段搭建了普通带传输系统与智能补偿系统的仿真模型并进行了仿真运算,通过结果的对比分析,表明智能补偿系统起到了补偿作用,保持了带传动系统的稳定性,具有一定的应用价值。

参考文献:

- [1] 郭亚存. 带式输送机分析及其监控系统的设计[J]. 能源与节能,2017(1):140-141,173.
- [2] 杨泽文. 810 皮带输送机控制系统及驱动装置的研究[J]. 煤炭技术,2004,23(12):12-13.
- [3] 朱旗. 基于STM32与LabVIEW平台的车用带轮多参数检测仪的研制[D]. 合肥:合肥工业大学,2017.
- [4] 李瑶瑶. 带式输送机用液体粘性传动装置改造[J]. 起重运输机械,2015(3):86-88.
- [5] 王成毅. DTC100/60/2×200型强力带式输送机的研制[J]. 矿山机械,2010,38(17):83-86.
- [6] 孙慧. 带式输送机动态特性与可控传动装置的研究[D]. 青岛:山东科技大学,2004.
- [7] 董效维. 基于FluidSIM的半自动铣床液压系统的设计及仿真[J]. 内燃机与配件,2021(8):87-89.
- [8] 叶素娣,徐敬华. 基于FLUIDSIM的专用铣床机电液一体化的设计与仿真[J]. 西安文理学院学报(自然科学版),2021,24(2):48-53.
- [9] 倪福银,李云峰,龚焯玮. 基于dsPIC30F2010低功率逆变器的设计[J]. 江苏技术师范学院学报,2013,19(2):45-48,51.

收稿日期:2022-06-14

(上接第216页)

参考文献:

- [1] ARMBRUST M, FOX A, GRIFFITH R, et al. A view of cloud computing[J]. Communications of the ACM, 2010, 53(4): 50-58.
- [2] CHENG Y J, YANG D, ZHOU H C. Det-LB: a load balancing approach in 802.11 wireless networks for industrial soft real-time applications[J]. IEEE Access, 2018, 6: 32054-32063.
- [3] RAO R, MAHESH. Analysis of the energy and safety critical traction parameters for elevators [J]. EPE Journal, 2018; 128(4): 169-181.

- [4] HUI S C, LEUNG M K H, WANG F. Elevator: remote intelligent elevator monitoring system [J]. International Journal of Computers and Applications, 2004, 26(2): 1-8.
- [5] 邹鑫,何文雪,牛杰. 基于SIMATIC S7-1500PLC的电梯监控系统设计[J]. 机械制造与自动化,2022,51(2):210-213.
- [6] 吴大刚,肖荣荣. C/S结构与B/S结构的信息系统比较分析[J]. 情报科学,2003,21(3):313-315.
- [7] 王菱. 基于B/S架构的学生信息管理系统的设计与实现[D]. 厦门:厦门大学,2016.

收稿日期:2022-10-13