

[研究·设计]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.06.009

卸荷回路中阻尼孔对溢流阀动态特性的影响

石磊, 周一届

(江南大学机械工程学院, 江苏无锡 214122)

摘要:针对某板料折弯机卸荷回路中阻尼孔直径选取不当,溢流阀发出噪声的现象进行研究。根据该板料折弯机卸荷回路的原理,建立了卸荷回路数学模型,在此基础上采用 AMESim 软件建立了卸荷回路的 AMESim 仿真模型。通过 AMESim 仿真得到了阻尼孔对溢流阀动态特性的影响,得出卸荷回路阻尼孔最佳选择范围为 1.0~1.2 mm,此研究为卸荷回路的设计提供了一定参考。

关键词:卸荷回路;先导溢流阀;阻尼孔;动态特性

中图分类号:TH137

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2014)06-0037-03

Orifice Effects on Dynamic Characteristics of Relief in Unloading Loop

SHI Lei, ZHOU Yijie

(School of Mechanical Engineering, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

Abstract: Based on principle of unloading loop of a plate bending machine, the mathematical model was established. Then its AMESim simulation model was achieved. Diameter of orifice on the dynamic characteristics of relief valve was analyzed, the best orifice diameter of unloading circuit was 1.0~1.2 mm, this research provides a certain reference for unloading loop design.

Key words: unloading loop; piloted relief valve; orifice; dynamic characteristics

溢流阀卸荷回路是卸荷回路的一种。液压卸荷回路在设计原理上并不存在问题,但实际应用中会出现较大的振动和噪声。此时利用阻尼孔对过流液体产生阻尼的特点,在卸荷回路中增加一个阻尼孔,就可以消除或减轻振动和噪声,该方法简单方便,而且效果显著。然而如果阻尼孔设置不当,在高压大流量卸荷过程中仍然会使溢流阀发出噪声,也可能对阀和系统造成破坏^[1-2]。目前对溢流阀的研究较多^[3-6]。

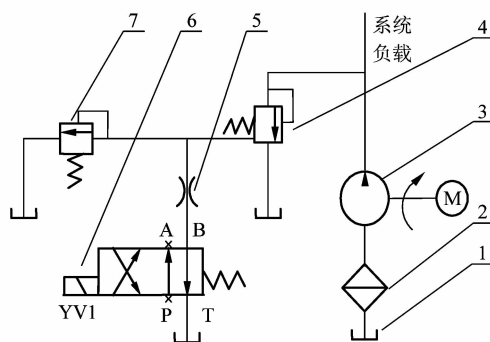
1 数学模型的建立^[7-8]

板料折弯机卸荷回路与远程调压回路结合,其原理如图1所示。

电磁换向阀6换向开始卸荷时的功率键合如图2所示。

根据功率键合图取系统中的 I 元和 C 元对时间的积分作为状态变量,可以建立如下状态方程

$$\dot{X}_{10} = \frac{H_{12}}{I_1}$$



1—油箱;2—滤油器;3—油泵;4—先导溢流阀;5—阻尼孔;6—电磁换向阀;7—远程调压阀

图1 板料折弯机液压卸荷回路原理图

Figure 1 Plate bending machine hydraulic unloading circuit schematics

$$\dot{X}_{14} = \frac{H_{23}}{I_3}$$

$$\dot{X}_{39} = \frac{H_{40}}{I_2}$$

收稿日期:2014-04-11;修回日期:2014-07-01

作者简介:石磊(1987),男,江苏兴化人,硕士研究生,主要从事液压技术方面的研究工作。E-mail:shilei_19870903@126.com

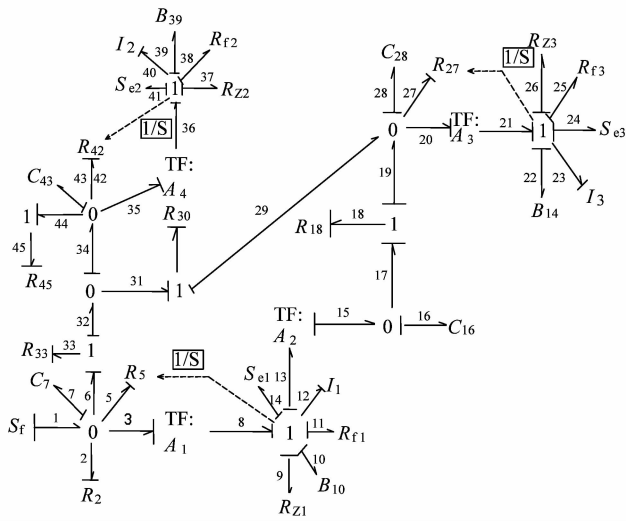


图2 卸荷回路的功率键合图

Figure 2 Unloading loop power bond graph

$$\begin{aligned}\dot{V}_7 &= S_f - \frac{1}{C_7} \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_{33}} \right) V_7 - \frac{A_1}{I_1} H_{12} + \frac{1}{C_{43} R_{33}} V_{43} \\ \dot{V}_{16} &= \frac{A_2}{I_2} H_{12} + \frac{1}{C_{16} R_{18}} V_{16} + \frac{1}{C_{28} R_{18}} V_{28} \\ \dot{V}_{28} &= \frac{1}{C_{43} R_{30}} V_{43} - \frac{1}{C_{28}} \left(\frac{1}{R_{30}} + \frac{1}{R_{18}} + \frac{1}{R_{27}} \right) V_{28} + \frac{1}{C_{16} R_{18}} \\ &\quad V_{16} - \frac{A_3}{I_3} H_{23} \\ \dot{V}_{43} &= \frac{1}{C_7 R_{33}} V_7 - \frac{1}{C_{43}} \left(\frac{1}{R_{30}} + \frac{1}{R_{31}} + \frac{1}{R_{42}} + \frac{1}{R_{45}} \right) V_{43} + \\ &\quad \frac{1}{C_{28} R_{30}} V_{28} - \frac{A_4}{I_2} H_{40} \\ \dot{H}_{12} &= \frac{A_1}{C_7} V_7 - \frac{A_2}{C_{16}} V_{16} - \frac{(R_{11} + R_{21})}{I_1} H_{12} - \frac{1}{B_{10}} X_{10} - S_{e1} \\ \dot{H}_{23} &= \frac{A_3}{C_{28}} V_{28} - \frac{(R_{13} + R_{23})}{I_3} H_{23} - \frac{1}{B_{14}} X_{14} - S_{e3} \\ \dot{H}_{40} &= \frac{A_4}{C_{43}} V_{43} - \frac{(R_{12} + R_{22})}{I_2} H_{40} - \frac{1}{B_{39}} X_{39} - S_{e2}\end{aligned}$$

数学模型中参数的意义如下: X_{10}, X_{14}, X_{39} 分别为主阀弹簧, 先导阀弹簧, 远程调压阀弹簧的压缩距离; $V_7, V_{16}, V_{28}, V_{43}$ 分别为主阀入口, 主阀控制腔, 先导阀入口腔, 远程调压阀入口腔 (包含控制口到远程调压阀之间的管道) 的液体压缩需要补充的液体体积; H_{12}, H_{23}, H_{40} 分别为主阀阀芯, 先导阀阀芯和远程调压阀阀芯的动量; A_1, A_2, A_3, A_4 分别为主阀入口腔面积, 主阀控制腔面积, 先导阀入口腔面积和远程调压阀入口腔面积; I_1, I_2, I_3 分别为主阀阀芯的液感, 远程调压阀阀芯的液感和先导阀阀芯的液感; $C_7, C_{16}, C_{28}, C_{43}$ 分别为主阀入口腔, 主阀控制器, 先导阀入口腔和远程调压阀

入口腔的液感; B_{10}, B_{14}, B_{39} 分别为主阀弹簧, 先导阀弹簧, 远程调压阀弹簧的柔度; S_f 为泵的实际出油流量; S_{e1}, S_{e2}, S_{e3} 分别为主阀弹簧, 先导阀弹簧, 远程调压阀弹簧的预紧力; R_{11}, R_{22}, R_{33} 分别为主阀阀芯, 远程调压阀阀芯, 先导阀芯的液动力系数; R_{11}, R_{12}, R_{13} 分别为主阀阀芯, 远程调压阀阀芯和先导阀芯的阻尼系数; R_5, R_{27}, R_{42} 分别为主阀阀口, 先导阀阀口, 远程调压阀阀口的液阻; R_{33}, R_{30}, R_{18} 分别为先导溢流阀的阻尼孔 1, 阻尼孔 2, 和阻尼孔 3 的液阻; R_{45} 为卸荷回路中阻尼孔的液阻; R_2 为负载液阻。

2 仿真分析

2.1 AMESim 模型的建立

根据图 1 卸荷回路的系统原理图, 利用多学科领域复杂系统建模与仿真平台 AMESim 搭建仿真模型^[9]。从 AMESim 软件中的液压元件设计库 HCD 库中选择合适的元件搭建先导式溢流阀和阻尼孔卸荷回路, 远程调压阀的模型。搭建的仿真模型如图 3 所示。分析该阻尼孔参数对溢流阀动态性能的影响。从而达到优化该卸荷回路动态特性的目的。

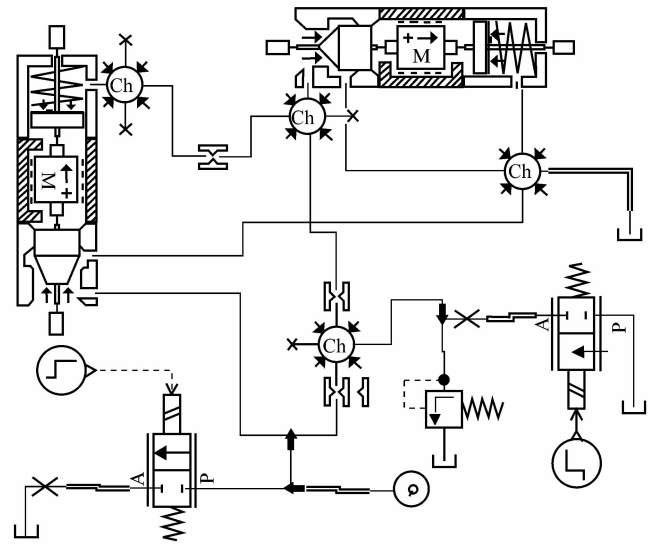


图3 卸荷调压回路仿真模型

Figure 3 Unloading regulator circuit simulation model

2.2 阻尼孔直径对溢流阀动态特性的影响

由图 4 可以看出改变卸荷回路中的阻尼孔的直径对溢流阀的卸荷流量大小影响不显著, 这是由泵的 outputs 流量决定的, 但对溢流阀的稳态特性影响较大。卸荷回路中添加阻尼孔, 相当于增加了溢流阀控制腔的体积, 减小阻尼孔的直径, 减小溢流阀的振动, 其卸荷时所产生的振动也相应减小。

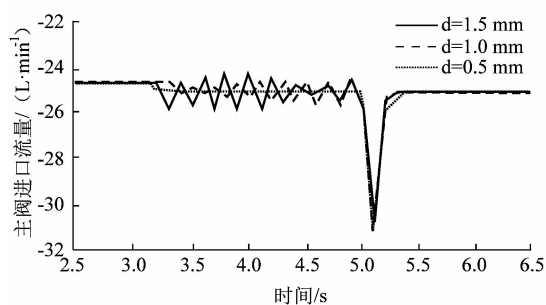


图4 阻尼孔直径对应的主阀进口卸荷流量

Figure 4 Flows of main valve port
under orifice diameters

由图5可以看出卸荷回路的阻尼孔直径对先导溢流阀主阀芯的位移有显著影响。阻尼孔直径变小,阻尼孔口的背压增大,主阀芯上腔控制压力增大,而主阀进口压力不变,上下腔的压差变小,阀的开口量变小,阀的响应就慢,卸荷所需时间就越长。

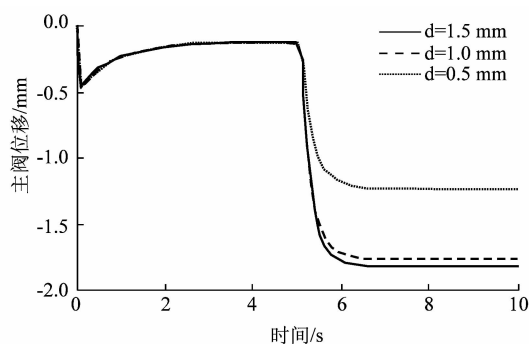


图5 阻尼孔直径对应主阀芯位移

Figure 5 Displacement of heart
under orifice diameters

3 结论

建立了卸荷回路的数学模型和 AMESim 的仿真模型,通过仿真分析得到:

- 1) 卸荷回路中阻尼孔可以先导溢流阀振动,通过减小阻尼孔直径可减弱振动;
- 2) 卸荷回路中阻尼孔直径对先导溢流阀的卸荷时间有影响,增大阻尼孔直径可减小卸荷时间;
- 3) 此次仿真分析阻尼孔到远程调压阀之间的体积对系统动态特性影响较小,故未考虑。

卸荷回路卸荷时溢流阀产生的噪声和卸荷时间在阻尼孔直径选择上存在矛盾,通过仿真得出阻尼孔直径在 1.0 ~ 1.2 mm 时最优。

参考文献:

- [1] 孙迎远,郭国选. 液压系统卸荷回路的分析[J]. 煤矿机械,2008,29(8):71-72.
- [2] 成红梅. 巧用节流阀减小液压系统的振动和噪声[J]. 机床与液压,2006,34(8):236-237.
- [3] 成兆义. 溢流阀动态特性、噪声分析及降噪的研究[J]. 流体传动与控制,2008(5):27-30.
- [4] 王传礼,袁桂峰,叶献华. 先导式纯水溢流阀的动态特性仿真[J]. 煤矿机械,2007,28(4):48-50.
- [5] 冯静,李卫民,甘元强. 基于 AMESim 的溢流阀动态特性研究[J]. 机械工程师,2009(9):41-43.
- [6] 王文深,马霄. WC67Y-100/3200 型液压板料折弯机液压故障的诊断与排除[J]. 液压与气动,2003(9):57-58.
- [7] 田树军,胡全义,张宏. 液压系统动态特性数字仿真[M]. 大连:大连理工大学出版社,2012.
- [8] 姜继海,宋锦春,高常识. 液压与气压传动[M]. 北京:高等教育出版社,2009.
- [9] 付永领,齐海涛. AMESim 系统建模与仿真实例教程[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2011.

(上接第 36 页)

- [8] FRADETTE L, TANGUY P A, BERTRAND F, et al. CFD phenomenological model of solid-liquid mixing in stirred vessels [J]. Computers & Chemical Engineering,2007(31):334-345.
- [9] 王春林,马庆勇,李婷婷,等. 搅拌浆液池固-液两相流搅拌的数值模拟[J]. 排灌机械,2007,25(6):38-41.
- [10] 陈涛,吴大转,杜红霞,等. 低密度固体颗粒与液体搅拌混合过程

的数值模拟研究[J]. 工程热物理学报,2010,31(2):271-274.

- [11] CHEN Tao, WANG Leqin, WU Dazhuan. Investigation of the mechanism of low-density particle and liquid mixing process in a stirred vessel [J]. The Canadian Journal of Chemical Engineering, 2012,90(4):925-935.
- [12] 何雄志,吴大转. 基于有限元法的搅拌轴转子动力学分析[J]. 轻工机械,2009,27(4):46-49.