

DOI: 10.3969/j.issn.1001-3881.2020.14.039

本文引用格式: 王涛,彭雄凤.液压多路阀复合动作瞬态冲击性能仿真与测试研究[J].机床与液压,2020,48(14):184-186.

WANG Tao, PENG Xiongfeng. Simulation and Test for Transient Impact of Hydraulic Multi-valve Compound Movement [J]. Machine Tool & Hydraulics, 2020, 48(14): 184-186.

液压多路阀复合动作瞬态冲击性能仿真与测试研究

王涛¹, 彭雄凤²

(1. 三一汽车起重机械有限公司, 湖南长沙 416000; 2. 湖南信息职业技术学院, 湖南长沙 410200)

摘要: 工程机械有多个执行机构, 如挖掘机、起重机等。作业时经常出现两个以上执行机构同时动作, 而在第二个执行机构加入或撤出瞬间, 系统常易出现冲击抖动问题。首先提出一种全新的复合动作冲击性能定义方法, 并针对常用的阀后补偿多路阀, 仿真研究影响复合动作冲击的因素, 总结减小冲击的方法, 并进行试验验证。

关键词: 多路阀; 阀后补偿; 复合动作; 冲击

中图分类号: TH137

Simulation and Test for Transient Impact of Hydraulic Multi-valve Compound Movement

WANG Tao¹, PENG Xiongfeng²

(1. Sany Mobile Crane Machinery Co., Ltd., Changsha Hunan 416000, China;

2. Hunan College of Information, Changsha Hunan 410200, China)

Abstract: Engineering machinery basically has several actuators, such as excavators, cranes, etc. It is very often that more than two actuators work at the same time. When the second action is added or reduced, the system is often impacted. A new definition method of the impact value of compound movement was presented. For the commonly used valve back compensation multi-valve, the factors affecting the impact were studied, and the methods to reduce the impact were summarized and verified by experiments.

Keywords: Multi-valve; Back compensation; Compound movement; Impact

0 前言

工程机械单动作性能容易满足要求, 但是复合动作性能提升难度大, 对多路阀要求更加严格。特别是第二个执行机构加入或撤出瞬间, 第一个执行机构很容易受到较大的冲击, 在两执行机构负载差别较大时, 冲击更大。本文作者先研究多路阀复合动作性能参数全新的定义方法, 便于在试验台上就能对复合动作性能优劣进行判定, 然后利用 AMESim 软件仿真分析, 研究复合动作冲击性能的影响因素, 最后进行试验验证。

1 复合动作冲击性能定义

通常, 在执行机构上安装加速度传感器测试复合动作的冲击, 但此方法只在多路阀装车后才能测试。曲线如图 1 所示, 加速度峰值越大, 冲击越大, 复合动作性能就越差; 反之, 复合动作性能越好。

本文作者提出一种在试验台上就可测试冲击的方法, 在第二个执行机构加入或撤出时, 测试第一执行机构工作口流量曲线, 将加入或撤出时流量突变值与稳定值的比值作为冲击判定标准。比值越大, 冲击性能越差, 反之越好。

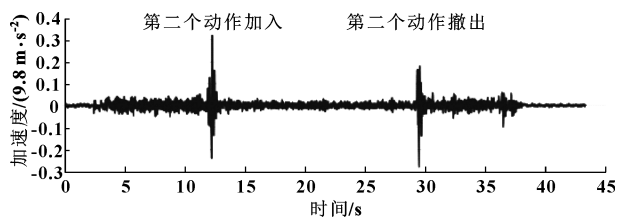


图 1 加速度传感器测试曲线

如图 2 所示: 通过 $\Delta Q_{\max 1}/Q_1$ 的值, 判断第二个执行机构加入时的冲击性能; 通过 $\Delta Q_{\max 2}/Q_2$ 的值, 判断第二个执行机构撤出时的冲击。

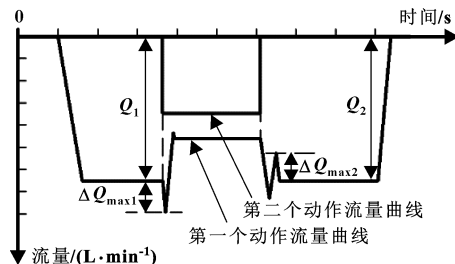


图 2 复合动作冲击性能定义

2 复合动作性能仿真建模

针对起重机阀后补偿多路阀仿真^[1-2], 研究影响

复合动作冲击的因素。阀后补偿液压原理如图 3 所示。

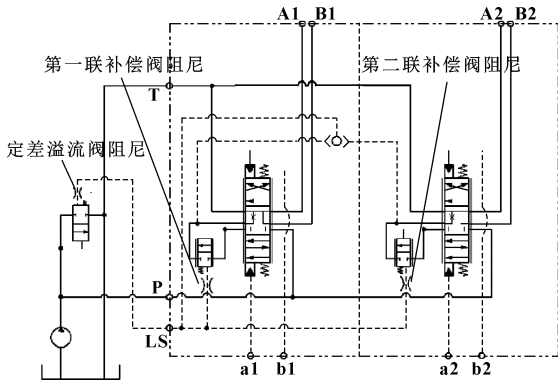


图 3 多路阀仿真液压原理

利用 AMESim 液压仿真软件^[3]，对上述原理建模，仿真模型如图 4 所示，阀芯直径 28 mm，阀芯开口曲线如图 5 所示。第一联负载取 5 MPa，第二联负载取 15 MPa。在多路阀零部件加工装配完成后，一般通过优化第一联补偿阀阻尼大小、第二联补偿阀阻尼大小和定差溢流阀阻尼大小来调整复合动作的性能。下面主要分别仿真研究上述 3 种阻尼对冲击的影响。

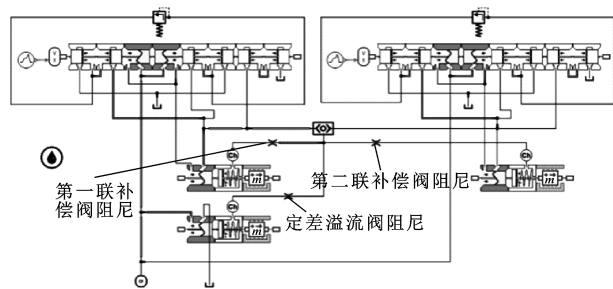


图 4 AMESim 建模

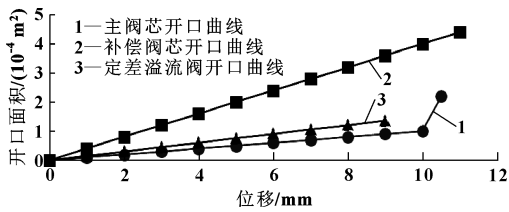


图 5 阀开口面积曲线

2.1 第一联补偿阻尼的影响

取第一联补偿阀阻尼分别为 0.6、0.8、1.0、1.2 mm，第一联的流量曲线如图 6 所示（由于方向原因流量显示负值，下同）。

第一联补偿阀阻尼对复合动作加入时的冲击无影响，但是其阻尼值越小，第二个动作滞后时间越长。如图 7 所示：第一联阻尼为 0.6 mm 时，滞后时间达到了 1.4 s，流量完全分配时间达到了 3.1 s。

第一联补偿阀阻尼对复合动作撤出冲击影响较大。如图 8 所示：阻尼越小，撤出冲击越大。

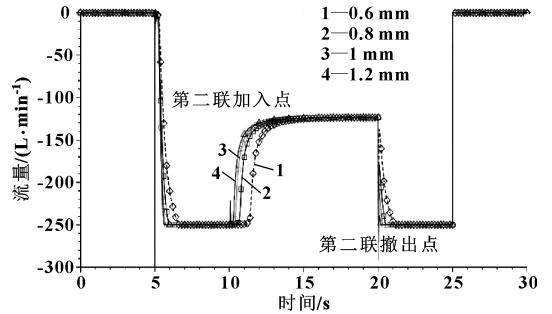


图 6 第一联流量（第一联补偿阀阻尼变化时）

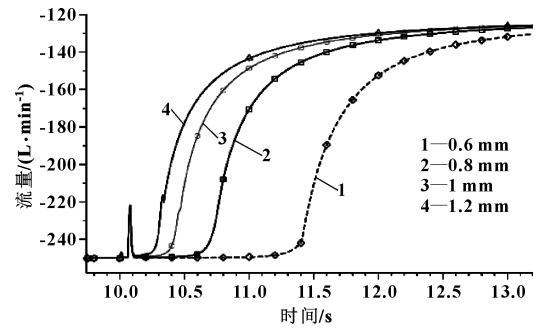


图 7 第二联加入点（见图 6）的局部放大

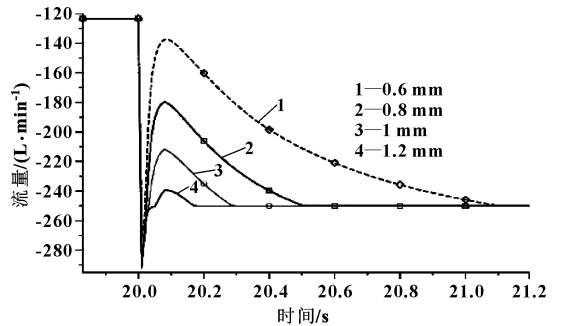


图 8 第二联撤出点（见图 6）的局部放大

2.2 第二联补偿阀阻尼对冲击的影响

取第二联补偿阀阻尼分别为 0.6、0.8、1.0、1.2 mm，第一联的流量曲线如图 9 所示，局部放大曲线如图 10—图 11 所示。

第二联补偿阀阻尼对复合动作加入冲击有轻微影响，阻尼越小，冲击越小；对第二个动作滞后时间影响较小。但是，第二联补偿阀阻尼越小，流量达到完全分配时间越长。

第二联补偿阀阻尼对复合动作撤出时的冲击无影响，不同阻尼的曲线基本重合。

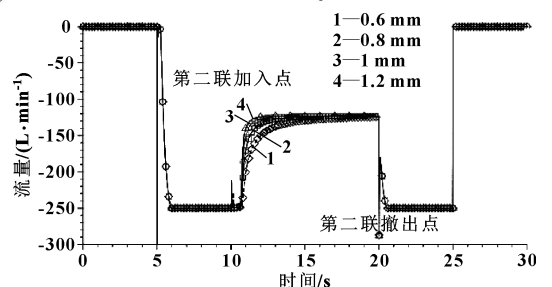


图 9 第一联流量（第二联补偿阀阻尼变化时）

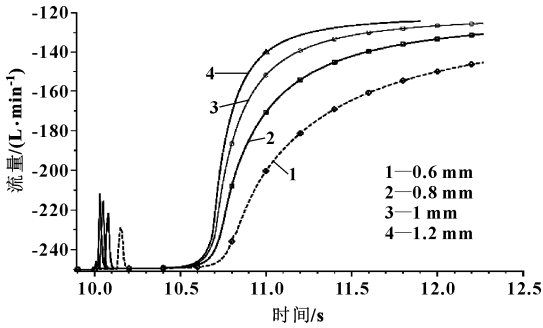


图 10 第二联加入点 (见图 9) 的局部放大

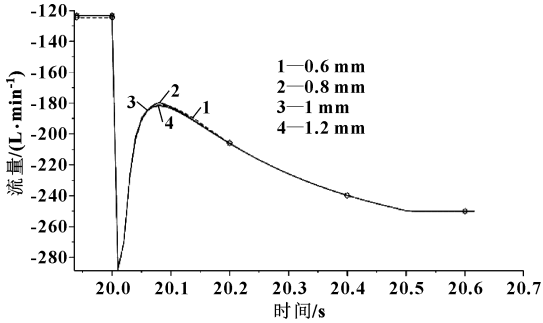


图 11 第二联撤出点 (见图 9) 的局部放大

2.3 定差溢流阀阻尼对冲击的影响

取定差溢流阀阻尼分别为 0.6、0.8、1.0、1.2 mm, 第一联流量曲线如图 12 所示, 局部放大曲线如图 13—图 14 所示。

定差溢流阀阻尼对复合动作加入冲击无影响, 对第二个动作滞后时间也无影响。

定差溢流阀阻尼对复合动作撤出时的冲击影响较大, 阻尼越小, 冲击越小, 如图 14 所示。

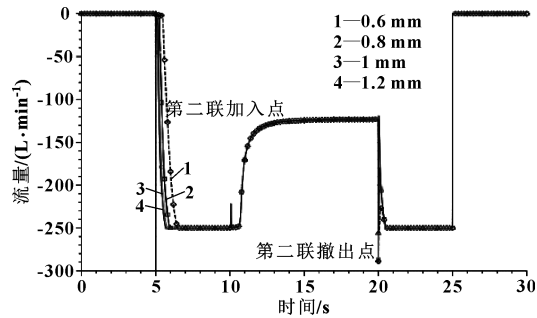


图 12 第一联流量 (定差溢流阀阻尼变化时)

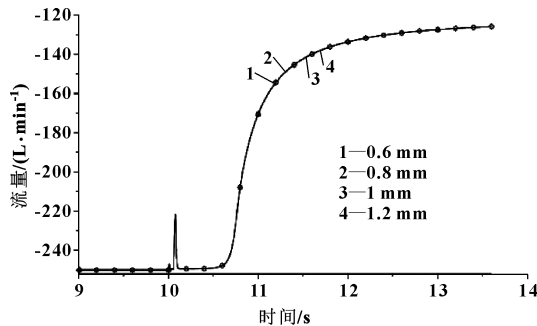


图 13 第二联加入点 (见图 12) 的局部放大

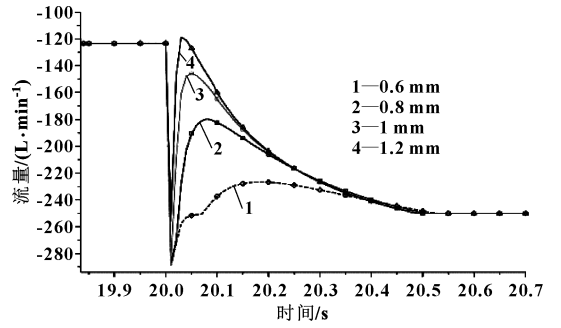


图 14 第二联撤出点 (见图 12) 的局部放大

3 仿真试验验证

根据仿真进行试验^[4-5], 试验阀如图 15 所示。

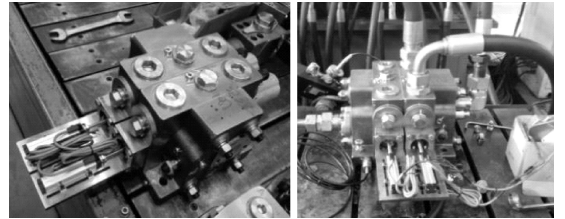


图 15 试验阀

两联的负载分别为 5 和 15 MPa。先使第一联阀芯达到最大位移, 再控制第二联阀芯瞬间开到最大再复位, 测试第一联流量曲线。取第一联补偿阀阻尼、第二联补偿阀阻尼和定差溢流阀阻尼分别为 0.6、1.2、1.2 mm, 测试曲线如图 16 所示。

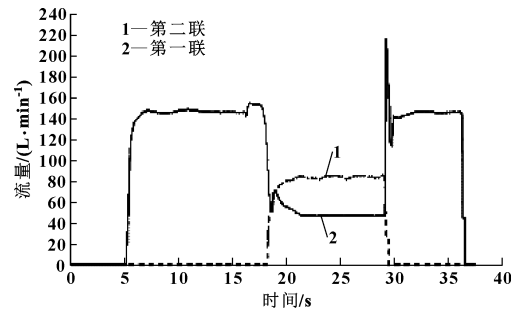


图 16 试验曲线 1

取第一联补偿阀、第二联补偿阀和定差溢流阀阻尼分别为 1.2、0.6、0.6 mm, 测试曲线如图 17 所示。通过增大第一联补偿阀的阻尼、减小第二联补偿阀阻尼和定差溢流阀阻尼大小, 复合动作的冲击基本消除。

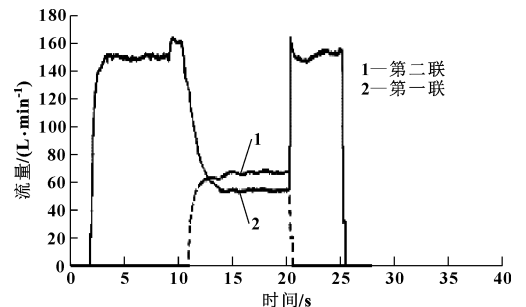


图 17 试验曲线 2

系统, 能够实现对 NCU 的远端数控操作、获取实时加工数据、设计轧辊辊形、监测轧辊加工质量等功能。基于 OPC UA 所采用的 Web Service 技术, 大大增加了跨平台的信息交互能力, 为实现工厂级的生产管理系统提供了可行的方案。

参考文献:

- [1] 叶佩青, 张勇, 张辉. 数控技术发展状况及策略综述[J]. 机械工程学报, 2015, 51(21): 113-120.
YE P Q, ZHANG Y, ZHANG H. Review on the Development and Strategies of CNC Technology[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2015, 51(21): 113-120.
- [2] 王恒, 尹乐, 李军舰, 等. 华中 818C 系统机床立卧双输出铣头的控制实现和应用[J]. 制造技术与机床, 2019(2): 161-165.
WANG H, YIN L, LI J J, et al. Implementation and Application of Vertical & Horizontal Double Output Milling Head with Huazhong 818C System[J]. Manufacturing Technology & Machine Tool, 2019(2): 161-165.
- [3] 闫利文, 俞涛. 基于 840D 的数控轧辊磨床数控系统应用软件开发[J]. 制造技术与机床, 2007(1): 129-133.
YAN L W, YU T. Development of Application Software of 840D-based NC System of Roll Grinder[J]. Manufacturing Technology & Machine Tool, 2007(1): 129-133.
- [4] 毕俊喜, 俞涛, 李强. 基于西门子 840D 的轧辊磨床纳米数控系统研究与开发[J]. 制造技术与机床, 2006(2): 31-33.
BI J X, YU T, LI Q. Development of NANO CNC System for Roll Grinder Based on SINUMERIK 840D[J]. Manufacturing Technology & Machine Tool, 2006(2): 31-33.
- [5] 魏巍. 开放性的西门子 840D 在数控磨齿机中的应用[J]. 制造技术与机床, 2006(1): 99-101.
WEI W. Application of Opening Siemens 840D on CNC

Tooth Grinder[J]. Manufacturing Technology & Machine Tool, 2006(1): 99-101.

- [6] 陈渊. 基于 PMAC 的开放式轧辊磨床数控系统研究与开发[D]. 西安: 西安科技大学, 2004.
- [7] 高罗卿, 庄源昌. 基于 OPC 技术实现 WINCC 与 FANUC 数控机床的监控系统设计[J]. 制造技术与机床, 2019(1): 169-172.
GAO L Q, ZHUANG Y C. Design of Monitoring System for WINCC and FANUC NC Machine Tools Based on OPC Technology[J]. Manufacturing Technology & Machine Tool, 2019(1): 169-172.
- [8] 张弛, 吴明亮, 陆军强, 等. 基于 OPC UA 的 828D 数控机床群远程监控系统设计[J]. 机械制造与自动化, 2018, 47(6): 186-189.
ZHANG C, WU M L, LU J Q, et al. Design of Remote Monitoring System of 828D CNC Machine Tools Based on OPC UA[J]. Machine Building & Automation, 2018, 47(6): 186-189.
- [9] 苏延召, 李艾华. 基于 OPC UA 的自动化系统集成技术研究[J]. 测控技术, 2011, 30(3): 68-71.
SU Y Z, LI A H. The Technology of Automation System Integration Based on OPC UA[J]. Measurement & Control Technology, 2011, 30(3): 68-71.
- [10] 陆会明, 阎志峰. OPC UA 服务器地址空间关键技术研究与应用[J]. 电力自动化设备, 2010, 30(7): 109-113.
LU H M, YAN Z F. Research and Development of Key Technology for Address Space of OPC UA Server[J]. Electric Power Automation Equipment, 2010, 30(7): 109-113.
- [11] OPC Foundation. OPC Unified Architecture Specification Part 3: Address Space Model 1.01[Z], 2008: 5-6.

(责任编辑: 张艳君)

(上接第 186 页)

4 结论

第一联补偿阀阻尼对复合动作加入冲击无影响, 但是阻尼值越小, 第二个动作滞后时间越长; 第一联补偿阀阻尼对复合动作撤出冲击影响较大, 阻尼越小, 冲击越大。第二联补偿阀阻尼对复合冲击影响很小, 只对复合动作加入冲击有轻微影响, 阻尼越小, 冲击越小。定差溢流阀阻尼对复合动作撤出冲击影响较大, 阻尼越小, 冲击越小。通过试验验证了结论的正确性。

参考文献:

- [1] 左健民. 液压与气动传动[M]. 4 版. 北京: 机械工业出版社, 2015.
- [2] 马春峰, 隋冬枝. 阀前补偿和阀后补偿的特点及应用[J]. 煤矿机械, 2014, 35(8): 208-210.
MA C F, SUI D Z. Characteristics and Applications of Com-

pensation Before and After Valve[J]. Coal Mine Machinery, 2014, 35(8): 208-210.

- [3] 付永领, 祁晓野. AMESim 系统建模和仿真: 从入门到精通[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006.
- [4] 王起新, 梁若霜, 罗深祥, 等. 工程机械液压多路阀试验台设计开发[J]. 机床与液压, 2019, 47(16): 114-117.
WANG Q X, LIANG R S, LUO S X, et al. Design and Development of Engineering Machinery Hydraulic Multi Way Valve Test Bed[J]. Machine Tool & Hydraulics, 2019, 47(16): 114-117.
- [5] 白清鹏. 国内液压测试技术的现状与发展趋势[J]. 液压气动与密封, 2015, 35(1): 20-23.
BAI Q P. The Current Situation and Development Trend of Domestic Hydraulic Testing Technology[J]. Hydraulics Pneumatics & Seals, 2015, 35(1): 20-23.

(责任编辑: 张艳君)