

泵源液压系统压力脉动抑制方法研究*

何志勇^{1,2} 何清华² 李自光¹

1 长沙理工大学汽车与机械工程学院 长沙 410076 2 中南大学机电工程学院 长沙 410083

摘要:介绍了泵源液压系统振动与噪声产生的原因,分析了液压系统振动与噪声的危害。设计制造了一种基于流体—结构耦合振动的结构共振式液压脉动滤波器,在转运车泵源液压系统压力脉动测试试验平台上进行了2组试验。测试了泵源液压系统实际工况的压力脉动和安装滤波器后系统的压力脉动情况,得出2种试验条件下的液压脉动波动幅度和脉动率。验证了结构共振式液压脉动滤波器的使用效能和不足,为液压系统振动控制提供了新的技术手段。

关键词:泵源回路;压力脉动;耦合振动;滤波器;试验研究

中图分类号:TH137 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0785(2010)10-0024-03

Abstract: This paper introduces the causes for the generation of the hydraulic pump system's vibration and noise, and analyzes the hazard of the hydraulic pump system's vibration and noise. Wherein, a kind of structure resonant hydraulic pulsation wave filter based on fluid-structure coupling vibration is designed and manufactured, and two sets of experiment are performed on the platform for testing the pressure pulsation of the hydraulic pump system of material transfer vehicle. The experiment tests the pressure pulsation under the actual working conditions of the hydraulic pump system, and the pressure pulsation conditions after installation of the wave filter, thus to conclude the hydraulic pulsation fluctuation range and pulsation rate respectively under two testing conditions. The effective utilization and weakness of the structure resonant hydraulic pulsation wave filter are then verified, to provide new technical measures for vibration control of the hydraulic system.

Keywords: hydraulic pump circuit; pressure pulsation; coupling vibration; wave filter; experimental study

液压系统的振动与噪声主要来自于液压泵源,液压泵的内部结构特性决定了输出的流量不是恒定而是变化的,泵的输出流量遇到系统负载阻抗后形成系统压力,从而使输出流量和压力产生周期性^[1],引起振动与噪声。除利用振动原理进行工作的液压设备外,液压系统振动与噪声通常是非常有害的。机械振动与噪声可以采用目前比较成熟的措施予以消减和隔离。而流体压力脉动引发的振动和噪声沿管路传播,直接导致管道的应力脉动和机械振动,影响系统工作可靠性。抑制流量和压力脉动的技术包括脉动源、传递特性和响应特性的研究和改善等内容^[2,3],可以从2个方面来考虑:(1)从改进液压泵本身结构的角度出发,尽量降低其输出流量的脉动^[4,5];(2)从负载系统的角度出发,对泵输出的压力脉动进行衰减和滤波,减小系统的动态输入阻抗^[6,7]。本文采用一种结构共振式^[8]滤波器对液压系统压力脉动进行抑制,取得一定的效果。

1 压力脉动滤波器结构及工作原理

滤波器结构如图1所示,包括管接头、滤波器壳体、上下隔板、固定板、弹性振动体。其中具有一定质量的弹性振动体通过柔性连接装配在上下隔板的孔中,中间钻有阻尼孔,因此每个弹性振动体构成“质量+弹簧+阻尼”集中参数振动系统。

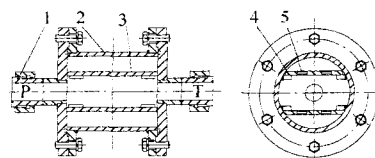


图1 压力脉动滤波器结构原理图

1. 管接头 2. 滤波器壳体 3. 上下隔板
4. 固定板 5. 弹性振动体

工作时,当具有一定脉动频率 ω_0 的液压油经

* 国家自然科学基金项目(50875028)、湖南省自然科学基金重点项目(09JJ3087)、湖南省科技计划项目(2009GK3126)、湖南省教育厅项目(05C242)、湖南省重点学科建设项目、湖南省科技计划项目(2010FJ3003)

管接头 P 口进入容腔时, 如果 ω_0 接近某一集中参数振动系统的共振频率 ω , 将会引起该集中参数振动系统形成共振, 从而通过流体—结构的耦合振动将液体振动转换成结构的振动, 消除液压系统中流量和压力的周期性波动, 吸收压力冲击, 降低因液压振动造成的机械振动, 经减振后的液压油从 T 口流出, 以此达到液压系统的减振降噪效果, 提高液压系统工作可靠性。

2 试验研究及结果分析

为了研究泵源液压回路压力脉动情况及采取滤波后液压脉动抑制的效果, 在转运车泵源液压系统压力脉动测试试验平台 (如图 2) 上设计了 2 组实验。第 1 组不采用滤波器, 将图 2 中滤波器更换为软接管, 直接测试泵源液压回路压力脉动的实际工况。第 2 组采用基于流体—构件耦合共振式压力脉动滤波器进行压力脉动衰减, 检验滤波器的使用效果。

2.1 试验平台工作原理

转运车泵源液压系统压力脉动测试试验平台原理如图 2 所示, 包括变频调速器、电机、变量泵、溢流阀、蓄能器、可调节流阀、传感器等。试验时, 用变频调速电机调整液压泵的流量脉动频率, 用节流加载模拟设备工作负荷, 测量液压泵转速、稳态流量、滤波器 (软接管) 前后的动态压力等参数, 可以进行液压泵性能试验、液压冲击试验、液压脉动试验、管网振动试验等。测量数据进入数据采集与分析系统, 进行在线和离线分析, 得到试验结果。

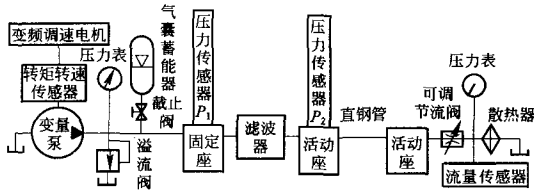


图 2 液压系统压力脉动测试试验平台原理图

2.2 试验结果分析

试验中, 通过变频调速电机调定液压泵的转速为 2 320 r/min, 通过溢流阀调定系统压力 12.5 MPa, 通过可调节流阀调定稳态流量 76.6 l/min, 试验测定软接管及滤波器前后的动态压力, 结果如图 3 和图 4 所示。

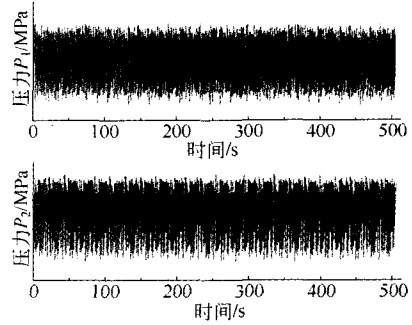


图 3 系统接软接管前后压力—时间曲线

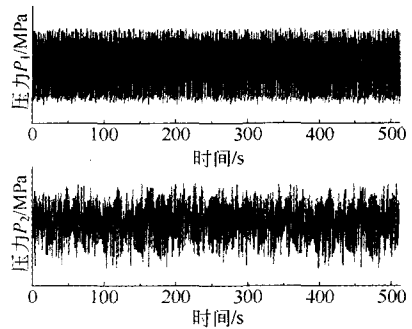


图 4 系统接滤波器前后压力—时间曲线

图 3 中, P_1 表示系统实际动态工作压力, P_2 表示经软接管后系统的动态压力。试验数据显示: P_1 波动幅度最大值为 13.431 6 MPa, 最小值为 11.362 9 MPa, 振幅为 2.068 7 MPa, 脉动率为 16.5%; P_2 波动幅度最大值为 12.726 9 MPa, 最小值为 11.256 1 MPa, 振幅为 1.470 8 MPa, 脉动率为 12.1%。结果表明, 泵源系统实际工作压力脉动率相当大, 对系统工作的稳定性构成了相当大的威胁。同时所接入的软接管由于直径较大, 具有一般扩张腔式滤波器特点, 也有一定的压力脉动抑制作用, 但效果有限。

图 4 中, P_1 表示滤波前系统的动态压力, P_2 表示经滤波后系统的动态压力。试验数据显示: P_1 波动幅度最大值为 13.433 1 MPa, 最小值为 11.579 2 MPa, 振幅为 1.853 9 MPa, 脉动率为 14.7%; P_2 波动幅度最大值为 12.399 8 MPa, 最小值为 11.600 9 MPa, 振幅为 0.798 9 MPa, 脉动率为 6.62%。试验结果表明, 在转运车泵源系统接入滤波器后, 压力脉动得到明显改善, 该方法是可行的。

3 结论

(1) 基于流体—结构耦合振动的滤波器, 将

流体振动控制问题变成了结构振动控制问题,为液压系统振动控制提供实用技术手段。

(2) 结构共振式滤波器对液压脉动衰减具有一定的作用,但具有频率选择性。试验所用滤波器的集中参数振动系统为同一参数,不能改变共振频率,使用有很大的局限性。实际施工中,由于设备负载的不断变化,其压力脉动频率也是动态变化的。

(3) 结构共振式滤波器对系统压力有损失,即滤波器对液压脉动衰减的同时也消耗了系统能量。

(4) 今后工作重点是根据液压系统脉动频率特征,匹配“质量+弹簧+阻尼”集中参数振动系统各子系统结构参数,优化产品结构,拓宽频率选择范围,提高滤波效能。

参考文献

- [1] 雷天觉. 液压工程手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1990.
- [2] 刘忠族, 孙玉东, 吴有生. 管道流固耦合振动及声传

播的研究现状及展望[J]. 船舶力学, 2000, 5 (2): 82-90.

- [3] 祁仁俊. 液压系统压力脉动的机理[J]. 同济大学学报, 2001, 29 (9): 1017-1022.
- [4] 甘学辉, 吴晓铃, 侯东海. 液压齿轮泵的性能研究[J]. 机械设计与制造, 2001 (3): 69, 70.
- [5] 严根华. 液压泵振动与噪声的分析和控制研究[J]. 振动、测试与诊断, 1999, 19 (4): 350-353.
- [6] 谢坡岸, 王强. 蓄能器对管路流体脉动消减作用的研究[J]. 噪声与振动控制, 2000 (8): 2-5.
- [7] 梁向东. 液压消声器降噪特性试验研究[J]. 噪声与振动控制, 2000 (6): 28-30.
- [8] Huang L. A theoretical study of passive control of duct noise using panels of varying compliance[J]. J. Acoust. Soc. Am., 2001, 109 (6): 2805-2814.

作者: 何志勇

地址: 湖南省长沙市曙光中路65号106

邮编: 410007

收稿日期: 2010-04-20

机械式停车设备选型研究

唐川

南京理工大学机械工程学院 南京 210094

摘要: 针对机械式停车设备选择问题,利用多目标决策方法和系统分析思想,从工程经济性、技术可行性、环境适应性和用地适应性4方面建立指标体系并构建了基于理想点法的机械式停车设备选择模型。实例运用证明该模型使用简单、指标确定灵活,采用定量分析方法,有效克服了成本分析法和加权因素分析法考虑因素单一、主观性强的缺点。

关键词: 机械式停车设备; 选型; 理想点法

中图分类号: TU248.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0785 (2010) 10-0026-05

Abstract: Aiming at the problems of mechanical parking equipment selection, by utilizing the multi-objective decision-making method and the systematic analysis concept, this paper establishes the index system in the four aspects of engineering economics, technical feasibility, environmental adaptability and site adaptability, and builds the model of selection of the mechanical parking equipment based on ideal point method. The application example proves that the model is easy to use and is flexible to determine the indexes, and due to the adoption of the quantitative analysis method, the weakness of too few factors considered and the strong subjectivity in the cost analysis method and the weighted factor analysis method could be avoided.

Keywords: mechanical parking equipment; type selection; ideal point method

1 引言

机械式停车库因其占地少、空间利用率高、

安全性好成为当今停车场的发展趋势。美国、德国、意大利等西方国家对机械式停车设备的研究