

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2014.03.020

多路阀型式试验台的设计与开发*

程三红¹, 徐云奎¹, 许敏影², 陈寅¹, 袁晓鹏¹

(1. 浙江华昌液压机械有限公司, 浙江 临安 311305; 2. 浙江省机电设计研究院有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要:针对以型式试验为主的液压元件综合试验平台的设计问题,以叉车液压多路换向阀为例,通过分析国内厂家已有综合试验台的设计经验,主要集中在结构设计方面如快换接头设计,检测环节上如传感器测量技术应用等方面,对系统功能模块进行了集成化设计,并利用计算机 LabVIEW 软件实现了测试系统的自动控制以及试验数据实时显示与采集保存。实践结果证明,该试验设计中通过采用称重测量设备使测试结果具有较高的精确度,多种传感器的应用实时显示了系统的动态参数。研究表明,该新型型式试验台既满足了企业内部对液压元件各项性能的试验验证,同时也可为同行业的同类产品提供了检测服务与质量认证。

关键词:多路阀;综合试验台;称重测量;传感器

中图分类号:TH137

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2014)03-0358-04

Design and development of type testing platform of multi-way valve

CHENG San-hong¹, XU Yun-kui¹, XU Min-ying², CHEN Yin¹, YUAN Xiao-peng¹

(1. Zhejiang HuaChang Hydraulic Machinery Co., Ltd., Lin'an 311305, China;

2. Zhejiang Institute of Mechanical & Electrical Engineering Co., Ltd., Hangzhou 310000, China)

Abstract: Aiming at the analysis and design about the integrated test platform which applied to the type testing on hydraulic components, the hydraulic multi-way directional valve of forklift truck was taken as an example, through the analysis of the domestic manufacturers' comprehensive test-bed design experience, which were mainly focused on the structural design, such as the quick joint, the process of testing, and application of sensor technology and so on. The functional modules of system was designed comprehensively, meanwhile, the LabVIEW software was used in computer to achieve the testing system of automatic control, displaying in real time for the test data and the collection and preservation, etc. It's been proved that, the test platform has used weighing measuring test results with high accuracy, the application of multiple sensor helps to display the real-time dynamic parameters of the system. The results indicate that, the test platform can not only meet the enterprise's internal hydraulic components of various performance test, but also provide the testing services and quality certification for industry products.

Key words: multi-way directional valve; integrated test platform; weighing measuring test; sensor

0 引 言

多路阀作为工程机械液压系统的核心元件,对整机的控制性能、可靠性及使用寿命均有着重要的影响,如何对多路阀的各种性能及质量参数进行准确而综合地考核,对多路阀的研制、国产化技术水平的提高均有

着重要的意义^[1]。目前,国内针对多路阀试验系统主要用于出厂检验,未涉及型式试验的所有项目,造成对多路阀相关特性研究深度不够深入。

因此,本研究针对目前国内对多路阀测试的相关标准:液压多路换向阀技术条件(JB/T8729.1-1998)^[2]、液压多路换向阀试验方法(JB/T8729.2-

收稿日期:2013-11-15

基金项目:浙江省科技计划资助项目(2012F10009)

作者简介:程三红(1963-),男,浙江淳安人,高级经济师,主要从事机械设计及企业管理方面的研究。E-mail:hc208@zjimee.com.cn

1998)^[3],设计出以叉车用多路阀型式试验为主的综合试验台,为液压行业提供液压元件产品检测服务。

1 测试平台组成与试验内容

缸、阀、泵试验台总体布置图如图1所示,该测试平台在结构上分为油源、系统、台架以及计算机控制4部分。

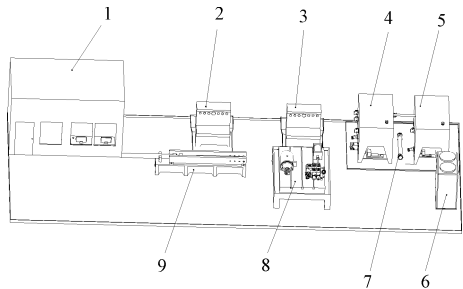


图1 缸、阀、泵试验台总体布置图

1—控制室;2—油缸试验操作台;3—阀试验操作台;4—主油箱;5—回油箱;6—油冷机;7—冷却器;8—阀、泵试验平台;9—油缸试验台架

油源部分分为主泵、辅泵与控制油源泵,其中,主泵中增设小排量高压泵,主要用于多路阀检测中的自锁阀芯内泄漏、单向阀泄漏以及瞬态试验等;做高温试验时为方便调整油箱内油液深浅,以及换油清洗工作,泵站增设两个油箱将吸油与回油分开。台架由液压缸、液压油缸、液压泵以及液压马达4类组成,其中,本研究主要对液压阀试验台架部分进行介绍。

该试验台的测试对象除多路换向阀外,兼顾其他手动换向阀、电磁换向阀、溢流阀、节流阀、调速阀、分流阀等;试验项目主要包括:滑阀机能、压力损失、内泄漏、工作范围、动态性能、启闭特性、压力稳定性、流量稳定性等^[4-6]。与国家测试标准要求设计的测试回路相比较,该企业试验台增设了耐久性试验、微动特性检测、单稳阀稳态性能检测等测试机构,为该行业检测提供更为全面的新产品型式试验方法。同时,针对传统内泄漏测量采用量杯人为读数法易造成较大误差的现象,本研究提出了采用称重法测量较小泄漏量的全新设计方法,使测试结果更接近测试元件的真实值。

2 型式试验回路系统设计

该测试系统的主要技术参数为:主系统最高工作压力 35 MPa,最大设计流量 250 L/min,耐压试验压力最高为 25 MPa。液压系统原理图如图2所示。多路阀型式试验台系统回路由主测试系统与辅助系统两部分组成。图2中间部分为多路阀主测试系统,包括加载单元、压力、流量检测单元;右部分为辅助测试系统,其中一部分为先导式多路阀等元件提供先导控制油,以及在瞬态试验中提供阶跃控制信号;另一部分为耐久试验提供控制压力,高温试验中提供高温油液,以及保证小油箱内液位高度不超过设定的上限,以此来保证整个主测试系统的正常供油。

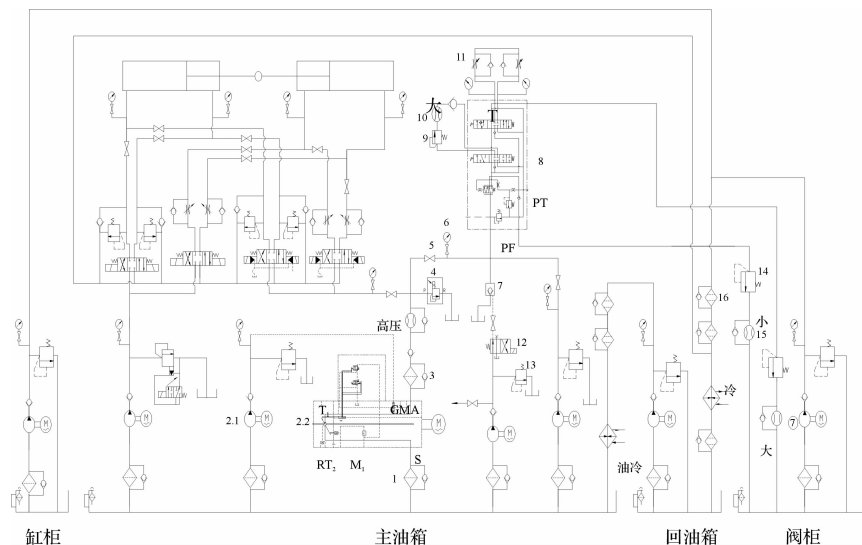


图2 液压系统原理图

1—低压吸油过滤器;2.1—定量泵;2.2—恒功率变量泵;3—压力油路过滤器;4—比例溢流阀;5—截止阀;6—压力表;7—液控单向阀;8—被试阀;9—溢流阀;10—流量计(大);11—单向节流阀;12—两位三通阀;13—回油过滤器;14—溢流阀;15—流量计(小);16—回油过滤器

3 型式试验特色功能介绍

综合国内已有多路阀的出厂试验系统优化设计方

案,通过在油路快速切换环节增设双向加载单元或液控单向阀组实现油路切换^[7-9],可有效避免频繁换接阀口测试油管。与传统液压元件出厂测试系统的功能相

比,在集成原有设计基础上,该试验台增加了对液压阀的耐久性、微动特性以及瞬态试验的检测。其中,瞬态试验要求阶跃加载阀能够快速动作,在被试阀口处产生满足瞬态条件的压力梯度,通过压力传感器、记录仪记录被试阀 8 进口处的压力变化过程。而微动特性试验由 3 项试验项目组成: P→T 压力微动特性、P→A(B) 流量微动特性、A(B)→T 流量微动特性。测试期间将通过滑阀阀芯由中立位置缓慢移动到各换向位置,测出随行程变化所测油口的压力与流量的相应值^[10-11]。笔者在多路阀泄漏量测试中采用称重测量法检测泄漏量;在油缸内泄漏测试环节采用微脉冲式位移传感器监测活塞微小位移量,通过数据采集与程序计算出油缸内泄漏量,输出数据并保存,完善了对液压元件特性参数的全面检测与认证。

3.1 称重测量法

多路换向阀内泄漏测试装置如图 3 所示,该装置采用单点式称重传感器,具有过载保护设置,且可进行角差修正,防护等级达到 IP66。当被试阀 8 的滑阀阀芯处于中立位置时,A、B 油口进油,溢流阀加压至公称压力,除 T 油口外其余油口堵住,由 T 口测量泄漏量,通过称重传感器将泄漏油液的重量转换成电信号,再转换成内泄漏量,显示在工控显示器上。检测过程不存在人为操作,改善了传统内泄漏测量采用量杯人为读数带来的不必要误差。

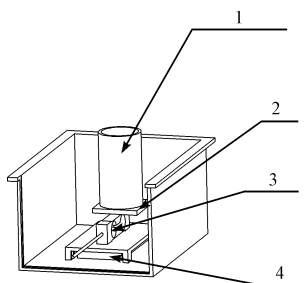


图 3 多路换向阀内泄漏测试装置

1—量杯;2—垫块;3—单点式称重传感器;4—支架

3.2 耐久试验

该试验台采用辅助系统中的高压叶片泵为控制回路提供压力油,同时该泵也可换接油缸操纵滑阀实现多路阀的耐久性测试。耐久性试验台架结构简图如图 4 所示,该试验通过调节被试多路阀的主安全阀压力至公称压力,并使通过被试阀流量为试验流量,将被试

阀以 20 次/min ~ 40 次/min 的频率连续换向。本研究记录试验过程中换向阀的换向次数与安全阀动作次数,并在达到寿命指标所规定的换向次数后,检查被试阀主要零件是否完好无损。将油缸与被试阀之间连接拉压力传感器,进行换向阀操纵力试验数据的采集。

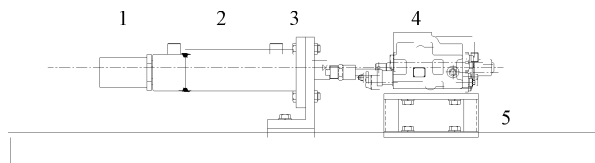


图 4 多路换向阀耐久性试验台架

1—位移传感器;2—油缸;3—油缸固定架;4—试验阀;
5—阀固定架

3.3 微动特性试验

多路换向阀微动特性试验台如图 5 所示,基于多路阀耐久性测试台架,将油缸与被试阀之间安装微调机构,便可进行微动特性试验的操作。该微调机构可以以微小增量移动滑阀,其原理为通过输入直线行程转换成螺距,再将螺距转换为直线行程作为输出量,每次进程通过螺距控制可实现微小增量的输出,油缸端部的位移传感器可测量增量的大小,以此来实现缓慢移动滑阀阀芯的操纵工况,分别得出滑阀行程与压力(流量)的微动特性曲线。其中,微动性位移通过主动油缸安装的内置式微脉冲位移传感器测量并显示在工况计算机中,实现实验数据的自动采集。

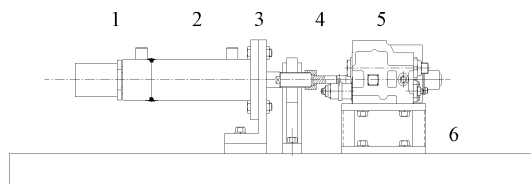


图 5 多路换向阀微动特性试验台

1—位移传感器;2—油缸;3—油缸固定架;4—微调机构;
5—试验阀;6—阀固定架

3.4 型式试验台的扩展单元

多路阀试验台设计工装布局考虑到后期的扩展设备安装,因此,其设计具有可扩展性,可实现对分流阀、换向阀、溢流阀、减压阀的标准测试,该部分按实际需要逐步完善。扩展单元中采用溢流阀来模拟负载,可实现负载压力的连续调节,回油路增设 3 个并联且具有不同量程的流量计,计量不同测试阀的回油流量值。

(下转第 372 页)

本文引用格式:

程三红,徐云奎,许敏影,等. 多路阀型式试验台的设计与开发[J]. 机电工程,2014,31(3):358-360,372.

CHENG San-hong, XU Yun-kui, XU Min-ying, et al. Design and development of type testing platform of multi-way valve[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2014,31(3):358-360,372.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>

标定和试验验证,以完善扭矩监控策略,这是下一步的研究重点。

参考文献 (References):

- [1] SCHUBOTZ H. Integrated safety planning according to ISO 26262[N]. SAE 2009-01-0755,2009.
- [2] 还宏生. 汽车设计中的安全要求及 ISO 26262 标准[J]. 汽车零部件,2012(10):41-43.
- [3] URSU C, BHAT, DAMODARAN R. Simulink Modeling for Vehicle Simulator Design[N]. SAE 2011-01-0746,2011.
- [4] ISO/FDIS std 26262-3, Road vehicles-Functional safety-Part3: Concept phase[S]. New York: International Organization for Standardization,2011.
- [5] 边晓婷. 高压共轨柴油机控制策略的研究[D]. 济南:山东大学能源与动力工程学院,2012.
- [6] 刘巨江. 基于模型的高压共轨柴油机扭矩算法研究[D].

杭州:浙江大学能源工程学院,2007.

- [7] HE Lin, LI Liang, YU Liang-yao, et al. A torque-based nonlinear predictive control approach of automotive powertrain by iterative optimization[J]. **Journal of Automobile Engineering**,2012,226(8):1016-1025.
- [8] 刘佳熙,郭 辉,李 君. 汽车电子电气系统的功能安全标准 ISO26262[J]. 上海汽车,2011(10):57-61.
- [9] 郭肖鹏,刘 飞,熊 璐,等. ISO 26262 标准下永磁同步电机故障对整车安全性的影响分析[J]. 汽车技术,2013(2):13-18.
- [10] CHRISTIAENS S, OGRZEWALLA J, PISCHINGER S. Functional safety for hybrid and electric vehicles [N]. SAE, 2012-01-0032,2012.
- [11] LIVSHIZ M, KAO Ming-hui, WILL N. Calibration Process of Powertrain Model for Engine Torque Control Development[N]. SAE, 2004-01-0902,2004.

[编辑:李 辉]

本文引用格式:

赵俊鹏,周文华,梁 恒. 基于 ISO 26262 标准的电控柴油机扭矩监控策略研究[J]. 机电工程,2014,31(3):367-372.

ZHAO Jun-peng, ZHOU Wen-hua, LIANG Heng. Diesel torque monitoring strategy based on ISO 26262[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2014,31(3):367-372.
《机电工程》杂志;http://www.meem.com.cn

(上接第 360 页)

4 结束语

该综合测试台设计实用可靠,且兼顾了设计成本与测试效率。试验台架的设计具有可扩展性,且试验台新增多路阀某些特殊性能的检测,有助于对新开发研制的多路阀产品进行全面检测认证;通过位移、力等传感器的合理运用,改善了原有测试系统人为获取试验数据存在较大误差这一现象,同时为自动化控制提供了良好的技术支持。

参考文献 (References):

- [1] 曾定荣. 多路阀综合试验台系统设计及试验研究[D]. 杭州:浙江大学机械工程学院,2010.
- [2] 全国液压气动标准化技术委员会. JB/T8729. 1-1998 液压多路换向阀技术条件[S]. 北京:中国标准出版社,1998.
- [3] 全国液压气动标准化技术委员会. JB/T8729. 2-1998 液压多路换向阀试验方法[S]. 北京:中国标准出版社,1998.

- [4] 张圣峰,徐 兵,刘 伟,等. LUDV 多路阀中节流阀的仿真分析[J]. 机电工程,2011,28(9):1036-1039.
- [5] 张勤辉. 液压综合实验台的研究与开发[J]. 煤矿机械,2010,31(2):119-122.
- [6] 雷天觉. 新编液压工程手册[M]. 北京:北京理工大学出版社,1998.
- [7] 曾亿山,李文新,夏永胜. 液压缸综合性能检测试验台液压系统的研究开发[J]. 煤矿机械,2008,29(8):97-99.
- [8] 张利斌,赵 强,姚继英. 装药设备液压系统的维护方法[J]. 兵工自动化,2013,32(1):48-51.
- [9] 陈建长,王福山,孟祥富,等. 液压多路换向阀试验过程工作油口控制[J]. 工程机械,2010,41(10):53-56.
- [10] XU Bing, LIU Ying-jie, YANG Hua-yong. Simulation study of the novel valve arrangement used in hydraulic control system[C]// The Sixth International Fluid Power Conference, Dresden, Germany,2008, Workshop, Group B,2008:139-14.
- [11] 严继东,张 凤,牟吉平. 多功能综合液压试验台的研制与开发[J]. 流体传动与控制,2005,10(3):16-18.

[编辑:洪炜娜]