

DOI: 10.3969/j.issn.1001-3881.2013.21.029

YZB - S 型柱塞式液压泵综合试验台的设计与实现

杜来林, 杨超

(空军第一航空学院, 河南信阳 464000)

摘要: YZB - S 型柱塞式液压泵综合试验台是根据用户需求在借鉴国内外新产品、新技术和新工艺的基础上而设计的。设计注重试验项目的工况建立、试验参数采集、处理、标定、校正等内容, 并对关键参数进行闭环控制及实时监控。该试验台是机电液一体的自动(一键式操作模式)兼手动试验设备。

关键词: 计算机控制; PLC 可编程控制; 液压系统; 机电液一体化

中图分类号: TH137 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-3881(2013)21-104-3

Design and Realization of Combined Test Stand of YZB - S Plunger Hydraulic Pump

DU Lailin, YANG Chao

(The First Aeronautical College of Air Force, Xinyang Henan 464000, China)

Abstract: YZB-S combined test stand of plunger hydraulic pump was designed according user needs, and based on references from the domestic and foreign new products, new technologies and new techniques. The design was focused on the operation condition of the pilot project, parameters collection, processing, calibration and correction, and etc. Closed-loop control and real-time monitoring of the key parameters were achieved. The test stand is a set of automatic (one-key operation mode) and manual test equipment by mechanical, electrical, and hydraulic integration.

Keywords: Computer control; PLC programmable control; Hydraulic system; Mechanical-electrical-hydraulic integration

YZB - S 型柱塞式液压泵综合试验台是为完成液
压泵 YZB - 38 和应急液泵 YZB - 12 相关性能参数
的试验而设计的。柱塞式液压泵是现代飞机液压系统
的能源元件, 为执行元件提供压力和流量, 为了飞机
飞行、训练及作战安全, 必须进行地面性能参数试
验。作者依据柱塞式液泵的技术规范及使用单位的
实际情况, 设计了 YZB - S 型气柱塞式液泵综合试
验台, 以提高部队的日常训练及维修能力。该试验台
是以计算机控制为核心、集机电液于一体的全自动检
测与控制系统, 具备一键式操作功能。

1 试验台液压系统

YZB - S 型气柱塞式液泵综合试验台液压系
统原理如图 1 所示。由主油箱、增压油箱、主液
压泵、辅助液泵、液压马达、比例溢流阀、安全
阀、插装阀、油滤、各类传感器以及被测泵安装接
口等组成。

1.1 动力及主液泵站

动力及主液泵站由 110 kW 主电机、110 kW 变频
器、主液泵 A2F090、液压马达 A6VM28HD、加载

系统(比例溢流阀 34 提供被试液泵的出油口负
载, 伺服换向阀 36 提供被试液泵的回油口负载)
等组成。通过变频器、变频电机改变主泵转速, 达到
将液泵马达的转速控制在 750 ~ 8 750 r/min 之间(由
三位四通液电换向阀 11 改变液泵马达的转向), 通过
主液泵 4 及辅助液泵 19 可以对液泵马达进行功
率放大, 满足被试液泵的转速、转向、扭矩之要
求。压力传感器、流量传感器、扭矩转速仪分别监控
压力、流量、扭矩及转速, 并上传至 PLC。

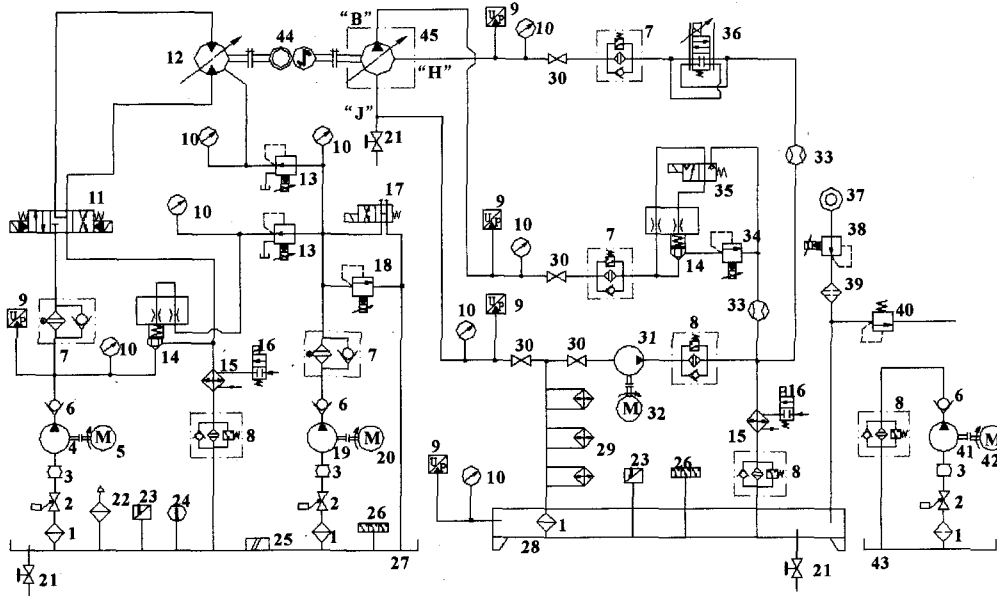
1.2 主油箱及油温控制

主油箱和管路用不锈钢制造, 采用氮气增压方式
增压, 通过气动比例减压阀 38 保证被试液泵进油
压力稳定在 0 ~ 1 MPa。

油温控制在 100⁺¹⁰℃, 加热与冷却自动控制。加
热到 100⁺¹⁰℃ 的时间不大于 10 min。根据使用方提
供的水塔冷却方式, 在冷却水入口温度 ≤ 28℃, 流量
为 160 L/min 条件下, 冷却器的散热功率为 52 kW,
当回油量 Q = 170 L/min 时, 散热面积应为 6 m², 采
用散热面积为 7.2 m² 的板式散热器。

收稿日期: 2013-09-06

作者简介: 杜来林(1961—), 男, 学士, 副教授, 主要从事机电液一体化的教学、生产和科研工作。E-mail: dulailin1961@163.com。



1—吸油过滤器 2、30—蝶阀 3—避震喉 4—主液压泵 5—变频电机 6—单向阀 7—高压过滤器 8—低压过滤器 9—压力传感器
 10—弹簧管压力表 11—三位四通液电换向阀 12—双向变量液压马达 13—比例减压阀 14—插装阀 15—散热器 16—电磁水阀
 17—二位四通电磁换向阀 18—叠加溢流阀 19—辅助液压泵 20、32、42—电机 21—放气阀 22—空气滤清器 23—温度传感器
 24—液位液温计 25—磁铁 26—液位控制器 27—主油箱 (600 L) 28—增压油箱 (300 L) 29—加热器 31—自循环泵 (叶片泵)
 33—涡轮流量计 34—比例溢流阀 35—二位三通无泄漏电磁换向阀 36—伺服换向阀 37—气源 38—气动比例溢流阀 39—气滤
 40—气动溢流阀 41—排油泵 (齿轮泵) 43—排油盘 44—扭矩转速仪 45—被测液压泵 (其中“J”一进口;“H”一回油口;
 “B”一出油口)

图 1 试验台液压系统原理

1.3 被试系试验台架

被试系试验台架如图 2 所示,为防止在测试时弄错方向(被测液压泵 YZB - 38、YZB - 12 的转向相反),在液压泵安装座处设置防差错功能,根据液压泵的实际情况安装接近开关,一个液压泵两个点,只有接近开关匹配,液压泵的转向才能确定。

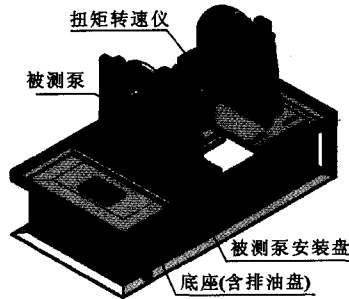


图 2 液压泵试验台架

2 试验台控制系统

试验台电气系统由研华上位机、西门子 S700PLC、西门子人机界面 (PMU 触摸屏)、各输入输出电路及变频器组成。其控制系统框图如图 3 所示。

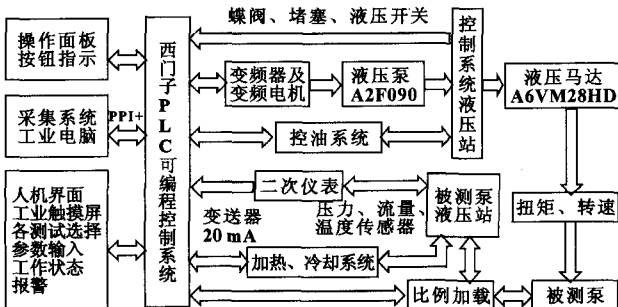


图 3 试验台控制系统框图

2.1 上位机

上位机主要包括研华工业计算机、PPI 通讯电缆、基于 LABVIEW 自开发的采集软件。测试过程中,在测控软件的支持下,由计算机控制系统电机的启动、停止、各种阀的启闭、比例溢流阀动作从而实现试验工况的建立与转换。试验工况建立后,计算机系统通过相应的传感器实时跟踪采集、储存系统的状态参数并显示在屏幕上,可以打印、存档、查询、管理等。

2.2 人机界面功能

人机界面采用西门子触摸屏,给客户良好操作监控界面,可以设置选择各类液压测试项目,并设置各类试验项目的各种参数,并在测试过程中给予操作者各类提示,以防操作者操作步骤出错和提示测试中的各类报警。人机界面和 PLC 可脱离上位机单独使用,即使上位机出现问题无法开机,也能顺利完成各项试验。

2.3 西门子 PLC 系统

西门子 PLC 系统由 CPU 模块、输入开关量模块、输出开关量模块、模拟量输入模块、模拟量输出模块组成。压力、温度、流量、转速、扭矩通过模拟量输入模块采集,通过系数修正后在触摸屏显示,并传至上位机。

3 试验操作及实现

以液压泵 YZB - 38 为例,其试验操作及实现过程如下。把液压泵 YZB - 38 安装到试验台架上,连

接好管路,按下列方法操作。

3.1 手动模式下

(1) 打开软件界面,点击开始采集;

(2) 在触摸屏上设定转速, $n = 750 \text{ r/min}$, 进口 $p = 0.52 \text{ MPa}$, 回油 $p = 0.6 \text{ MPa}$, 按下操作台【马达启动】按钮,系统自动将马达转速调整至 750 转,进口 $p = 0.52 \text{ MPa}$, 回油 $p = 0.6 \text{ MPa}$ 自动保持;

(3) 按【加载 +】按钮,逐步将压力调至 17 MPa,在采集软件上点击记录,可以读出被试泵的供油量和回油量;

(4) 按【加载 -】按钮,将压力卸载。在触摸屏重新设定转速为 $n = 5\ 900 \text{ r/min}$, 马达转速自动逐步提升为 $5\ 900 \text{ r/min}$;

(5) 按【加载 +】按钮,将压力加载至 21 MPa,在采集软件上点击记录,可以读出被试泵的供油量和回油量,并计算记录此时出口压力脉动双峰值;

(6) 按【加载 +】按钮,将压力加载至 21 MPa,看到供油量为零时停止加载,判断出口压力是否在 $21.5^{+0.6} \text{ MPa}$,在采集软件上点击记录,可以读出被试泵的供油量和回油量,并计算记录此时出口压力脉动双峰值;

(7) 按【加载 -】按钮,将出口压力卸载。在触摸屏重新设定转速为 $n = 850 \text{ r/min}$, 马达转速自动逐步下降为 850 r/min ;

(8) 按【加载 +】按钮,将压力加载至 21 MPa,按下【卸荷阀接通】按钮,在采集软件上点击记录此时的压力;

(9) 按【加载 -】按钮,将出口压力卸载,按下【马达启动】停止按钮,马达停止工作;

(10) 在采集软件上点击生成报表,根据设定好

的判断条件,判断被试液压泵是否合格,并打印数据报表。

3.2 自动模式

自动模式又称一键式操作。打开采集软件,点击开始采集,点击【自动开始】按钮,进入自动程序,按手动模式顺序将所有项目自动完成测试,自动记录,自动判断,自动生成报表。

4 结束语

该试验台是以计算机控制为核心、集机电液于一体的全自动检测与控制系统,具有智能化程度高、人机界面友好的一键式自动操作模式。其主要特点有:通用性强,试验台能够完成不同种类液压泵的试验;便于控制,采用计算机与 PLC 可编程控制系统可以实现一键式自动操作;采用温控系统对油液温度进行实时控制;具有自检、报警和防纠错功能;操作方法简单,使用方便,提供实时“菜单帮助”,操作者容易掌握;测试数据的获得准确、可靠、直观;试验台实现了模块化,维护更加方便。

参考文献:

- [1] 孔凡才. 自动控制系统[M]. 北京:机械工业出版社, 2011.
- [2] 居溢培. 过程控制系统及应用[M]. 北京:机械工业出版社, 2011.
- [3] 杜来林. 飞机附件检修[M]. 北京:航空工业出版社, 2006.
- [4] 杜来林. 液压与气动技术[M]. 北京:北京大学出版社, 2006.
- [5] 杜来林. 飞机液压泵智能测试系统的设计[J]. 机床与液压, 2006(12).

(上接第 103 页)

激振器的核心,通过控制滑阀阀芯的旋转位移角速度进而提升疲劳系统的振动频率,通过控制阀芯的轴向直线位移来控制振动的振幅,以直动式偏置阀控制输出载荷的均值。采用两轴同步控制办法,建立了该疲劳系统的数学模型,进而制作了双位移电液阀控高频疲劳试验系统。

通过理论计算和真实试验的对比可以发现:(1) 系统输出的波形接近于正弦曲线;(2) 该系统在 150 Hz 频率范围内工作,稳定可靠,较常规系统的频率提升显著;(3) 在同步控制策略的帮助下,该系统的两轴输出较常规的单轴输出载荷范围更宽,运行更平稳。

参考文献:

- [1] 罗剑波,姜伟. 一种基于 FPGA 技术的高频疲劳试验机

控制器的研制[J]. 测控技术与设备, 2001, 27(9): 33 - 34.

- [2] 孙志礼. 机械设计[M]. 沈阳:东北大学出版社, 2000.
- [3] 奚德昌. 振动台及振动试验[M]. 北京:机械工业出版社, 1992: 124 - 167.
- [4] LANG George Fox. Electrodynamics Shaker Fundamentals [J]. Sound and Vibration, 1997(4): 14 - 23.
- [5] 尚增温,孙虹. 高频电液伺服系统的发展趋势与新的应用领域[J]. 液压与气动, 2001(6): 5 - 10.
- [6] 杨叔子. 机械工程控制基础[M]. 武汉:华中科技大学出版社, 2002.
- [7] 张福波,王贵桥,杜林秀,等. 电液伺服疲劳试验机波形幅值的模糊补偿[J]. 振动、测试与诊断, 2008(2): 96 - 99.
- [8] 廉红珍,寇子明. 振动机械液压激振方式的特点分析和 发展综述[J]. 煤矿机械, 2007, 27(11): 12 - 14.