

新型机载液压泵测试设备分析

Research on Testing Equipment of New Airborne Hydraulic Pump

海军装备部 拜 斌

[摘要] 基于液压泵工作特点以及自动化测试技术,以测试需求为出发点,设计了机载液压泵测试设备的实施方案,该方案具有数字化测试、综合化程度高、测试便捷准确等特点。

关键词: 数字化测试 测试设备 液压泵

[ABSTRACT] Based on the hydraulic pump working characteristics and the automated test technology, taking test demand as the starting point, the implementation scheme of testing equipment of airborne hydraulic pump is designed. The scheme has many advantages, such as digital test, high comprehensive degree, accurate and convenient test.

Keywords: Digital test Test equipment Hydraulic pump

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.20.080

液压能是现代飞机的主要能源,飞机飞控系统、起落架系统、舱门系统等能源多来自液压能。飞机液压系统主要由液压泵和液压管路组成,其中液压泵提供液压,液压管路传送液压能,机上易出现的故障是由液压泵失效和管路漏油导致的压力低和流量低,进而不足以驱动机械机构动作引起的,影响飞行安全。高质量的液压泵是液压系统安全运行的前提,在地面建设和模拟液压泵测试设备机上运行环境,测试液压泵的主要工作指标,是监控液压泵质量的重要手段^[1-2]。

1 液压泵测试需求分析

液压泵测试项目有:转速、进口压力、回油压力给定时,测试液压泵的出口压力值和出口流量值;额定转速,进口压力、回油压力、出口压力给定时,测试发动机液压泵的出口流量;额定转速,进口压力、回油压力、出口流量给定时,测试发动机液压泵的出口压力;出口压力-时间曲线。

结合测试技术的发展趋势,先进的机载液压泵测试设备应该具备以下特点:采用先进的总线和虚拟仪器技术,构建开放式体系结构,功能扩展方便,测试精度高、测试内容深而广,采用计算机进行采集控制,使测试设备各模块协调工作、相互保护,具有故障告警和诊断功

能,可实时记录分析瞬态特性、动态参数等短暂信息,改变纯人工操作方式,测试效率高^[2-3]。

2 总体方案设计

测试设备分为控制系统、拖动系统、油路系统和人机交互四大系统^[4-5]。拖动装置主要用于向液压泵提供连续可变的速率源,并且能够监测转速和扭矩;油路系统向待测液压泵提供压力油源、压力负载等;控制系统分为手动控制和自动控制,对测试设备拖动、油路、供油装置实现全面控制;人机交互可以显示、记录、处理、打印当前系统所有测试点的数据,包括被测点压力、流量、温度、支路流量、过滤器污染状况、电机工作状态等。

测试设备应用先进的计算机自动控制技术,能够实现系统安全报警、保护,当压力、温度、污染度等不满足要求时,能自动关闭驱动电机或自动溢流,以保证被试产品、测试设备和人员的安全。

2.1 控制系统

2.1.1 控制和软件设计

控制系统以各类传感器、电子控制器、工业控制计算机为硬件控制核心,通过软件完成指令产生、命令解释和执行、数据采集、闭环控制、数据分析、数据显示、记录和打印输出^[6-7]。

计算机测控装置内置软件负责对系统内部各采集点的数据进行采集、分析处理,以人机界面的形式显示在液晶显示屏上,软件设计模块流程图如图1所示,软件流程如图2所示。

2.1.2 PLC控制

PLC控制(可编程控制)采用模块化设计,功能模块有数据采集模块、计算模块、数据输出模块、数据显示模块、数据存储模块、界面操作模块,系统的控制原理见图3。

2.1.3 系统安全保护

为对测试设备运行过程中某些可能影响到试验安全的参数实施监控,在控制系统中集成设计了监控模块,设备一旦超出正常范围,系统自动报警处理。该模块由若干采集仪表、PLC可编程控制器、控制面板、模块软件及控制电路组成。设置报警值,一旦试验时现场的压力等模拟量信号超限,该仪表的报警触点闭合,闭

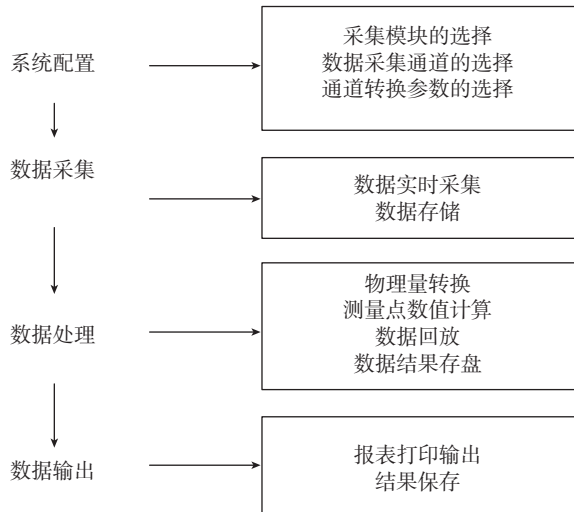


图1 软件设计流程

Fig.1 Software design process

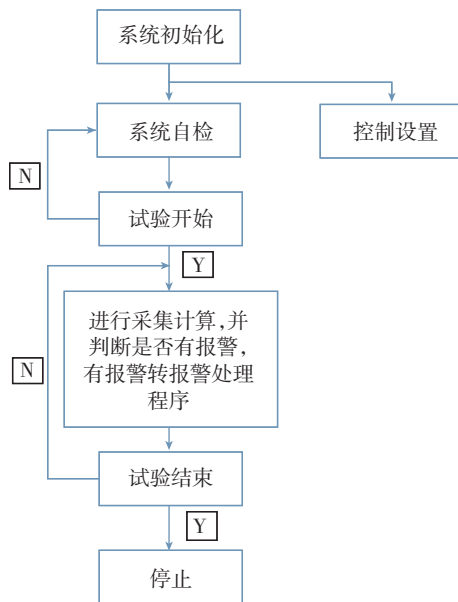


图2 软件运行流程

Fig.2 Software running process

合信号供 PLC 采集。PLC 只要采集到任一仪表的报警信号,就发出控制信号给控制计算机,程序自动进行报警处理,使系统返回初始状态,主电机停转,并声光报警。设置急停按钮,在紧急状态下,按下急停按钮可以调节换向阀的状态,使得油路快速卸油卸压。

2.2 拖动系统

拖动系统向液压泵提供连续可变的速率源,能够通过传感器监测转速和扭矩。由变频电机、齿形弹性联轴器、扭矩传感器、光电转速编码器、泵安装座、装置安装底座和安全保护罩等组成。动力来自一台变频电机,变频电机经过联轴器和变速箱为液压泵提供动力。采用先进的光电转速编码器,转速调节精度高、调节速度快,

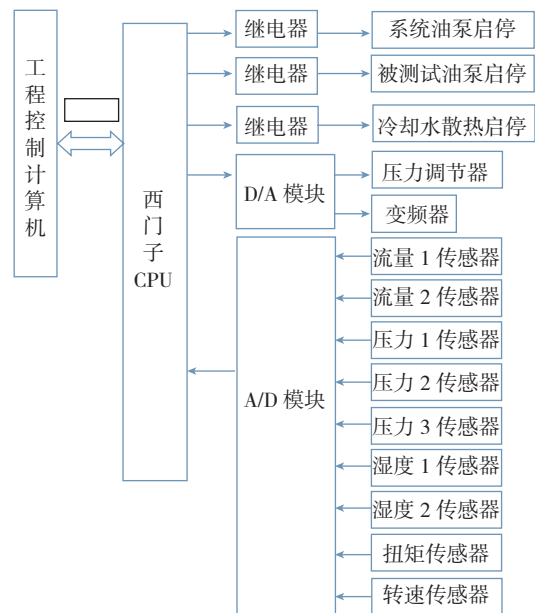


图3 系统控制原理

Fig.3 System control principle

为了舒适的试验环境,应选择低噪音($\leq 76\text{dB}$)型电机,动力从变频电机到液压泵的连接为弹性连接,试验间及操纵间内噪音可以得到有效控制,在满足安装误差的前提下,允许有小角度偏转间隙调整,可使液压泵安装方便,系统转速为(0~5000r/min),可以使用自动和手动方式调节电机的运行转速。

2.3 油路系统

油路系统向液压泵提供压力油源、压力负载等,主要包括过滤器、比例调节阀、比例流量阀、安全阀、压力传感器、温度传感器、流量传感器、散热器和管路加热器等。可在 100L/min 流量下工作,压力调节选用电动比例溢流阀,调节精度高、性能稳定、安全可靠。液压油温度控制采用电加热 PID 控制,满足系统对温度要求。

2.3.1 压力调节

压力调节系统包括压力检测传感器、比例溢流阀、电子控制器和调压电位器等元件组。液压泵启动后,设定输出压力值,电子控制器控制比例溢流阀的开度,改变了输出压力,压力传感器检测到相应的压力后,将其相应的电信号反馈回电子控制器,形成反馈回路,以稳定压力。当液压系统的流量减小时,电子控制器将使比例溢流阀的开度增大,使输出压力稳定,当液压系统的流量增大时,电子控制器将使比例溢流阀的开度变小,使输出压力稳定,其控制原理如图 4 所示。

2.3.2 系统温控装置

系统的温控装置包括:温度传感器、电子控制器、风冷设备和电加热器。温度传感器在管路中将温度转变为电信号给电子控制器,电子控制器根据需求控制加

热器和冷却系统的起动与关闭,将温度控制在合适的范围。由于加热器在油箱中对油液加热,油箱中的油液始终为流动状态,利于油液的均匀加热。油箱的容积较大,可以有效避免局部加热导致介质碳化或变质的情况发生,其控制原理如图 5 所示。

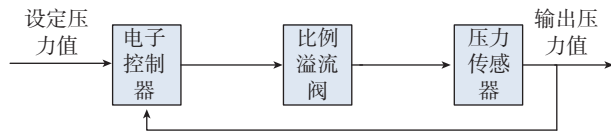


图4 压力闭环控制原理

Fig.4 Pressure close loop control principle

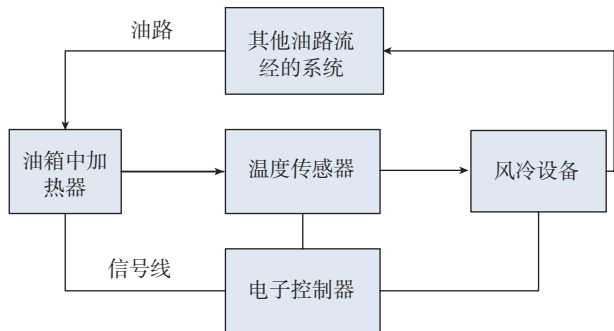


图5 温度闭环控制原理

Fig.5 Temperature close loop control principle

2.3.3 液压泵入口压力保证

液压泵要求入口的压力为 (0.12 ± 0.01) MPa,在测试设备中该压力是由低压补油 / 增压泵和 V 型球阀来共同保证的,增压泵将油箱中的油抽进管路,并为使得液压油压力稳定,在增压泵的出口处安装压力传感器,检测其值是否满足 (0.12 ± 0.01) MPa 的要求,如高于该值,增大 V 型球阀的开度,使压力降低,如低于该值,则减小 V 型球阀的开度,使得压力升高。整个逻辑由电子控制器(PLC)控制。

2.3.4 系统过滤和油样检测功能

在测试设备中安装过滤器,通过阀门控制油液的流动,在使用设备测试前可以通过局部管路(包括过滤器)液压油循环的过程,实现对液压油的净化。测试设备预留有取油口,可以对液压油取样,检测液压油是否满足 GJB 的要求。

3 人机交互设计

测试设备的人机交互分自动和手动两个方面,自动方面,显示器可以实时显示系统的各参数,操作员可以设置试验参数和控制起动,计算机自动根据设计的参数采集系统各部位的的压力、流量、温度等参数,并可以生成表格和曲线图等。手动方面,参数的显示通过仪表表头来实现,操作员手动控制操作台上的手动开关来完成

试验,手动记录试验数据。手动试验方式作为自动试验的备份和补充。

3.1 自动控制

可实时监控测试设备的运行情况,显示控制试验台运行的主要参数及状态。图 6 为监控显示模块,能实时显示压力、温度、转速等参数值,以及系统各部分的交联工作关系。

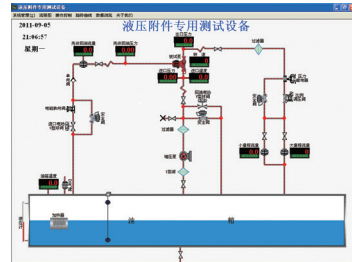


图6 自动显示界面

Fig.6 Automatic display interface

对测试设备的控制包括内部的增压泵、球形阀、加热 / 散热器等的起动和停止的控制,可以设置电动机的转速、油液温度、进出口压力等参数。计算机自动根据设定值,控制设备的运行。

系统试验过程中,计算机能自动绘制被试液压泵的出口压力特性曲线($P-n$ 曲线)、流量特性曲线($Q-n$ 曲线)、液压泵漏油流量特性曲线($Q-t$ 曲线)和完成特性曲线的拟合,如图 7 所示。

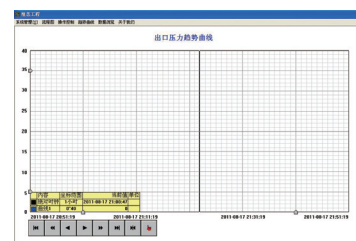


图7 出口压力趋势曲线

Fig.7 Outlet pressure trend curve

3.2 手动控制

能够手动起动测试设备,控制其内部的增压泵、球形阀、拖动电机。电机转速的调节通过表头和电位计配合使用来完成,油液温度通过表头显示,温度的调节可以通过手动控制面板的风机、加热器开关来完成,试验过程中通过表头读取压力、温度、流量等参数。

4 结束语

液压泵测试设备涉及机械、电子、控制、软件、流体等方面的技术,是典型的机电一体化测试设备,应以测试准确、使用安全、操作方便、可靠性高为设计制造的目的

(下转第 85 页)

艺规程调度零件在不同加工单元的加工路径,本系统由嵌入式 Matlab 函数(Embedded Matlab function, EMF)和实体路径规划功能块 Route 来完成(见图 2)。其中自定义的嵌入式函数(EMF RefreshProcess)在零件于某加工单元加工完成后更新了零件实时工艺状态,实体路径规划功能块(ProcessRoute)将更新后的零件由输送线运往下一个工作单元,输送线完成具体的输送过程。

3 自动化生产系统控制实例

本文采用的实例系统为物理组成结构略做调整的固高公司柔性制造系统 FMS。物理组成包括自动化立体仓库和堆垛机组成的物料存储系统,有皮带式输送机、动力辊筒式输送机、倍速链输送线、转角平移机等组成的混合连接运送线用于物料运送,原系统由内雕机及二自由度机械臂组成的内雕工作单元保留,作为本实例系统的工作单元 1,同时又增加了 2 个工作单元,即三自由度外雕机组成的外雕单元(工作单元 2)和 XY 工作平台组成的数控加工单元(工作单元 3)。系统控制硬件方案为研祥工控机 IPC 作为生产中心, PLC + 交流变频控制物料运送线,生产单元采用 PC+ 固高 GT-400-SV 运动控制卡的基于 PC 控制系统,整条生产线由 Profibus-DP 连接,实行基于现场总线的网络化控制。由 Simevents 开发的控制系统结构见图 3。

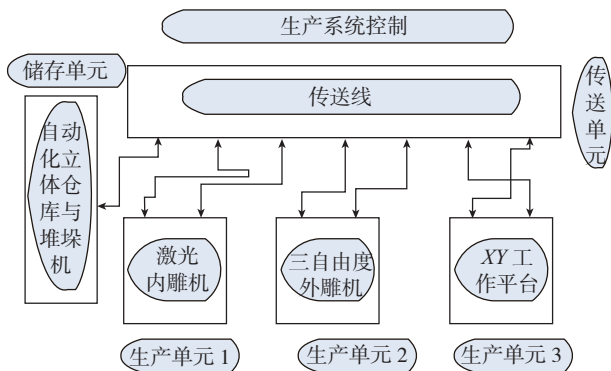


图3 基于Simevent的固高FMS控制系统

Fig.3 Control system of Googol FMS based on Simevents

4 结论

机电自动化生产系统控制是在综合考虑零件工艺规程规划、自动化生产设备生产控制等复杂制造信息基础上,遵循生产系统运行机制与产品生产制造规律进行的大量决策、分析与优化过程。Matlab的Simevents工具箱凭借基于事件驱动的离散事件仿真运行机制,辅助以Matlab综合环境中其他功能强大的各种工具箱的支持,是进行机电自动化生产系统控制设计的适宜工具。本文基于Simevents设计机电自动化控制系统进行了零

件相关制造信息描述与处理、工艺规程描述与生产计划制定、加工过程复杂制造逻辑的生产与实现、生产过程数据统计与性能分析等具体工作。研究表明Simevents在制造控制系统设计中的能力与优势。以该软件控制系统为基础,更为复杂的生产系统制造机理及逻辑设计与实施、更为全面的产品及加工设备制造信息的融合、控制系统纵向延伸到底层设备控制器等成为可能,最终形成具有复杂混杂逻辑行为机制的控制系统设计、基于事件的机制向生产系统智能分布式控制方面的应用。

参考文献

- [1] PINGEL T, PCUOLETTA S. ARGESIM benchmark c2 “Flexible assembly system using Simevents”. Journal of Simulation New Europe, 2011, 21(3): 79-80.
- [2] YOUNGER T. Integrating discrete-event and time-based models with optimization for resource allocation//Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference: 2690-2703.
- [3] NICA M. Simulation of queues in manufacturing systems. Annals of the Oradea University, 2008(7): 1656-1660.
- [4] HOSSAIN M, SEMERE D T. Virtual control system development platform with the application of PLC device//Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists, Hong Kong: IMECS, 2013.
- [5] 肖田元, 范文慧. 离散事件系统建模与仿真. 电子工业出版社, 2011.
- [6] 郑大钟, 赵千川. 离散事件动态系统. 北京: 清华大学出版社, 2001.
- [7] Simevents-model and simulate discrete-event system. [2013-11-01]. <http://cn.mathworks.com/help/simevents/index.html>.

(责编 古京)

(上接第 82 页)

标。其他型号的液压泵,只要压力、流量、转速指标符合本测试设备已有条件,通过更换机械接口,就可以实现该型号液压泵的测试。目前,该设备已初步应用在某型机的液压泵测试工作中,大大提高了外场机务维护效率。

参考文献

- [1] 程明学, 侯祖伟. 飞机液压泵测试设备的监测与控制. 液压与气动, 2000(1): 31-32.
- [2] 张勤, 徐刚涛. 液压与气压传动技术. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [3] 程明学. 液压泵智能测试系统设计. 装备制造技术, 2006(3): 1-2, 22.
- [4] 徐刚涛. 机械设计基础. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [5] 杨培元, 朱福元. 液压系统设计简明手册. 北京: 机械工业出版社, 1995.
- [6] 湛从昌. 液压可靠性与故障诊断. 北京: 冶金工业出版社, 1993.
- [7] 陈锡辉, 张银鸿. LABVIEW 8.20 程序设计从入门到精通. 北京: 清华大学出版社, 2007.

(责编 宁军)