

基于 PC 的静力试验台自动控制系统

冯清秀, 叶春宇, 汤漾平

(华中科技大学 机械科学与工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 为实现静力试验自动化, 提高试验精度和稳定性, 提出了一种静力试验自动化控制方法。采用高频率、高精度 A/D 模块采集压力信号, 以可编程逻辑控制器(PLC)为下位机控制液压系统, 以计算机为上位机, 集控制系统、测量系统与数据存储系统为一体, 实现了静力试验自动化。试验结果表明, 该系统可实现对静力试验的高效、精确控制。

关键词: 静力试验; 自动化; 可编程逻辑控制器

中图分类号: TH39; TH871

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2012)03-0311-03

Automatic control system for static test-bed based on PC

FENG Qing-xiu, YE Chun-yu, TANG Yang-ping

(School of Mechanical Science & Engineering, Huazhong University of Science and Technology,
Wuhan 430074, China)

Abstract: Aiming at achieving static test automation and improving test accuracy and stability, an automatic static test method was proposed. A/D module with high frequency and high precision was applied to collect signal of oil pressure sensor, and hydraulic system was controlled by programmable logic controller (PLC), which was used for lower computer. Upper computer set control system, measurement system and data storage system as a whole, the static test automation was realized. The test results indicate that the system can make efficient and precise static test.

Key words: static test; automatic; programmable logic controller(PLC)

0 引言

静力试验是实现结构件焊接部件应力释放和研究结构破坏的重要手段。它用于确定结构件在一定的载荷作用下的应力分布、承载能力和稳定性, 从而检验结构件是否达到设计要求。同时可以验证理论分析和计算方法的可靠性, 或由试验提出新的理论和计算方法。在许多领域, 尤其国防军事武器和航空航天中都有应用^[1-4]。

静力试验可通过机械、电力和液压等方式实现, 其中液压加载凭借其良好的稳定性和较大的压力, 在工程实践中得到了广泛的应用^[5]。早期的静力试验都是通过人工调整压力大小, 调整的依据是经验和压力表的读数。随着对加载试验过程要求的提高, 原有的液压加载方式已经不能满足这种要求。目前在我国的

航空、航天和汽车行业, 计算机控制静力试验系统已经得到广泛的应用, 但基本都是整套从国外引进, 进行自主研发的很少。这类试验系统通常由液压油车、配有电液伺服阀的液压缸、拉压力传感器和试验过程控制器等。

笔者根据某型号产品的加载需求, 开发一套集机电液电一体的静力试验台控制系统, 以实现静力试验自动化控制, 大幅提高试验精度和稳定性。

1 静力试验台控制系统结构

根据试验需要, 该试验台控制系统由工业计算机、PLC、变频器、油压传感器、A/D 模块、D/A 模块、倾角传感器、应力应变仪组成, 系统机构框图如图 1 所示。

该静力试验控制系统包括调整系统、压力控制系

收稿日期: 2011-09-05

作者简介: 冯清秀(1957-), 女, 湖北仙桃人, 副教授, 硕士生导师, 主要从事计算机数字控制, 机电一体化装备方面的研究. E-mail: hustfqx@163.com

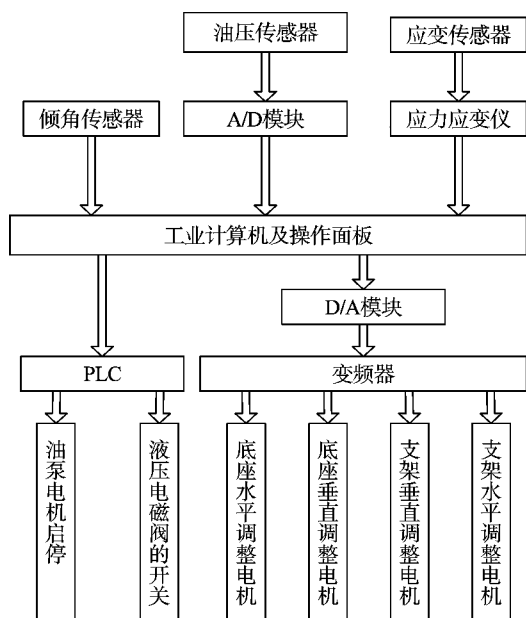


图 1 控制系统结构框图

统和测试系统:

(1) 调整系统包括操作面板、变频器、倾角传感器和调整电机。在试验产品安装时需要调整产品位置以保证加载时受力均衡。操作面板可通过控制变频器实现精确点动调整,同时通过高精度倾角传感器保证试验产品位置的准确性。

(2) 压力控制系统的核心是 PLC,上位机通过与 PLC 的串口通讯,控制油泵电机启停以及液压回路中各电磁阀的开关,从而调整加载压力的大小。系统中油压传感器实时反馈,形成闭环控制系统,保证系统压力稳定可靠。

(3) 测试系统为应力应变仪,通过 USB 与计算机建立数据通讯,可扩展至 320 个测点。若配接适当的应变式传感器,可以对多点静态的力、压力、扭矩、位移、温度等物理量进行测量。

2 硬件设计

2.1 A/D 模块和 D/A 模块

该试验台主要是通过液压传感器的反馈信号来实现对压力的调整,所以压力信号传输的及时性和稳定性是系统的关键性指标。而研华公司生产的 ADAM4017 型 A/D 模块有 16 位采样精度、10 Hz 采样频率和 8 位的输入接口(其中 6 路差分 and 2 路单端输入)^[6],满足要求。A/D 模块与计算机采用 485 通讯,具有良好的抗噪声干扰性和较高的传输速率。

D/A 模块用来将上位机的数字信号转换成 0~10 V 信号用于控制变频器。因仅需要一路 D/A,市面上没有合适的成熟产品,笔者自己开发了一套基于 DAC8532 芯片的 D/A 采集模块。

2.2 PLC

在工业自动化控制手段中,PLC 的开关量控制和顺序控制功能占有很突出的地位。该试验台液压系统需要较快的响应速度和较强的稳定性,故选用 PLC 来控制油泵电机的启停和各液压电磁阀的开关。

选用 PLC 时要考虑:在满足控制要求的前提下,设计尽量合理、经济,既要能发挥 PLC 控制的优点,又要尽量减少 PLC 硬件系统的浪费,同时还要保证 PLC 控制系统的可扩展性^[7]。考虑到静力试验台控制对象主要为液压系统中电磁阀和油泵电机的动作,输入/输出点数不多,但是对动作的准确性和及时性有较高的要求,本研究选用了三菱公司 FX2N-48MR 型号 PLC。FX2N 系列有着小型号、高性能、高速度、高性价比和使用方便的优点^[8]。

2.3 工作台调整系统

该试验台结构支撑装置需要对试验件进行定位和调整,故需要底座垂直和水平调整、左支架水平和垂直调整、右支架水平和垂直调整 6 个自由度。工作台调整系统通过 D/A 模块将计算机输出的数字量转换成模拟量(0~10 V)驱动变频器,0~10 V 的驱动电压对应 0~50 Hz 的控制频率,由变频器驱动电机,从而实现对电机的无极变速,精确地控制试验件的位置和状态。

3 软件设计

本研究基于 VC++ 平台开发了该试验台的控制程序。操作界面分为控制模块、数据测试模块和数据显示存储模块。软件流程图如图 2 所示。

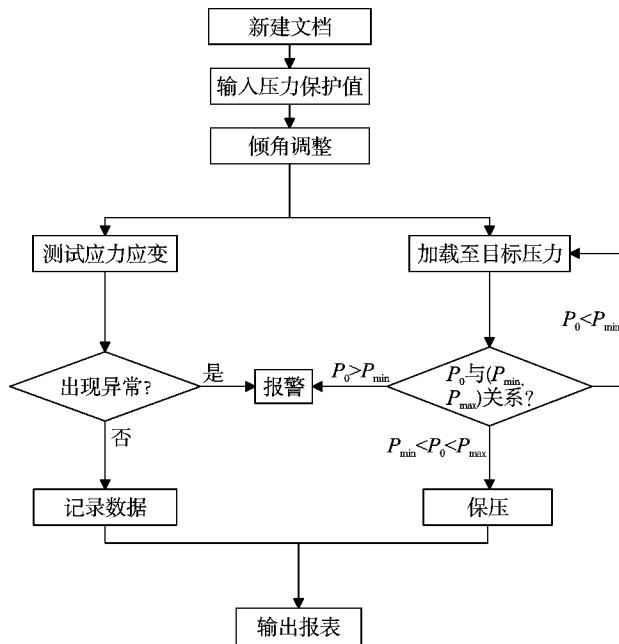


图 2 软件流程图

3.1 控制模块

上位机与 PLC 之间采用 232 通讯标准,使用 MFC 中 MSComm 控件实现通讯。由于该静力试验需要静载保压 24 h 以上,故实现自动保压非常重要。当系统压力调整到试验所需压力时,只需单击“保压”按钮,实现自动保压,输入保压时间后开始倒计时。程序利用定时器,每 30 ms 检测一次系统压力,如果压力在允许范围内,继续保压,如果小于最低压力,则控制 PLC 对液压系统操作,启动油泵电机进行补压。倒计时完成时,程序自动完成卸载,试验结束。

3.2 测量模块

上位机与 DH3818 应力应变仪采用 USB 接口连接,使用应变仪二次开发控件 API 函数,依次完成参数设置、查找机箱、平衡以及采样操作。可以设置自动定时采样,控制采样频率。核心程序代码如下:

```
m_dh3818.SwitchWorkStatusToAuto(); //应变仪从手动模式
转变成自动模式
m_dh3818.FindWorkingDevices_VC((long)m_Flag, MAX_
BOX_COUNT); //查找机箱
m_dh3818.BalanceWorkingDevices(); //平衡测点
m_dh3818.PerformSampleAction(); //采样
m_BoxData[0].fltSampleVal[j]=m_BoxData[0].fltSampleVal
[j]*m_Sensi[j]*m_Resist[j]*m_WireResist[j]/m_WorkMode; //依
据设定的基本参数修正采样值
```

3.3 数据显示及存储模块

为了方便操作员及时对试验件状态的观察与分析,程序中设计了表格及图形显示,表格通过 VC 的 MSFlexGrid 表格控件记录下每一次采集的时间、压力和应变信息,同时根据表格中的数据绘制“时间—应变”曲线,方便、直观地观察应力变化。数据表格和曲线显示界面如图 3、图 4 所示。

该试验数据信息量巨大,如果要在 VC 中进行处理,很难尽如人意,笔者通过在 VC 中启动 EXCEL 的编辑环境,并创建一个 EXCEL 文件,在试验进行过程中源源不断的将试验数据存储进 EXCEL 文件,试验结

压力—应变参数表							
序号	时间	油压1	油压2	测点1	测点2	测点3	测点4
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

图3 数据显示表格界面

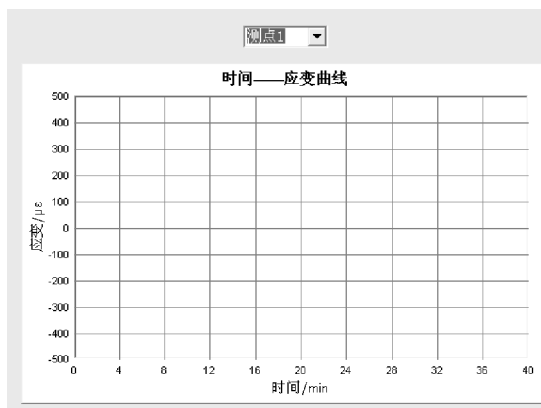


图4 “时间—应变”曲线显示界面

束,则可以打开存储的 EXCEL 文件,对数据进行分析处理。

4 结束语

本研究的试验台提供了一种长时间、高压静载试验的解决方案,并且使用 EXCEL 文件存储试验数据,方便分析处理,通用性强,采用定时器实时反馈压力值,继而进行调整,稳定性较高。该系统同时设置了压力保护和应变保护,任意一种条件出现异常就会启动报警程序,等待人工干预解除。实践证明,试验压力波动范围可以在 24 h 内控制在 0.2 MPa,系统使用方便,稳定可靠,试验数据准确,曲线完整。

参考文献(References):

- [1] 黄献龙,李尚义.静力试验用电液伺服加载系统的分析和试验[J].导弹与航天运载 2000(3):30-33.
- [2] LIU Hai-ming, WANG Rui, XU Xi. Static and dynamic mechanical properties of flame-retardant copolyester/nano-Zn-CO₃ composites [J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2011, 121(6): 3131-3136.
- [3] KROKEL W. Fundamentals of static loading of structural components [J]. *Forschung im Ingenieurwesen-Engineering Research*, 2011, 75(3): 129-138.
- [4] SCHIAVI A, GUGLIELMONE C, MIGLIETTA P. Effect and importance of static-load on airflow resistivity determination and its consequences on dynamic stiffness [J]. *Applied Acoustics*, 2011, 72(9): 705-710.
- [5] 杨晋. 结构静力试验中液压加载的智能化数字控制的实现[D]. 西安:西北工业大学工程力学系, 2003.
- [6] 颜飞跃, 于景辉. 利用 ADAM 模块开发气源监控系统[J]. 舰船防化, 2006(2): 28-31.
- [7] 孙立杰, 冯清秀, 汤漾平. 基于 PLC 的数控齿条磨齿机控制系统[J]. 机电工程, 2010, 27(10): 74-76.
- [8] 吕红, 王超, 高敏. 三菱 FX2n 可编程逻辑控制器在螺旋式生物质致密成型设备上的应用[C]. 2011 装备制造绿色创造、节能减排发展论坛, 2011.

[编辑:李辉]