

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.01.015

基于 DSP 的液压变量泵数据采集系统设计

裘信国, 周见行, 姜伟, 倪顺华, 陈康

(特种装备制造与先进加工技术教育部/浙江省重点实验室(浙江工业大学), 浙江 杭州 310014)

摘 要: 液压泵瞬态特性的测量控制直接关系到液压传动系统的控制性能, 基于 DSP 芯片嵌入式系统能够满足对液压泵工作特性参数的实时采集和信号处理的需求。论文分析设计了基于 DSP 芯片的液压泵(压力、扭矩、转速)的采集硬件模块和外围电路, 编制系统各功能模块的测试软件。经实际运行, 证明该系统能够对液压试验台的各个参数进行准确的采集。

关 键 词: 变量泵; DSP 芯片; 数据采集; 模块

中图分类号: TP271

文献标志码: A

文章编号: 1005-2895(2014)01-0061-04

Design of Data Acquiring System for Hydraulic Variable Pump Based on DSP

QIU Xinguo, ZHOU Jianxing, JIANG Wei, NI Shunhua, CHEN Kang

(Key Laboratory of E&M (Zhejiang University of Technology), Ministry of Education & Zhejiang Province, Hangzhou 310014, China)

Abstract: Measurement and control of transient behavior performance for hydraulic pump is critical to hydraulic control system. Embedded System based on DSP chip can satisfy the demand of real-time collection and signal processing for hydraulic pump operating parameters. The collecting hardware module and peripheral circuit of hydraulic pump based on DSP chip were designed. The function of system was to acquire all kinds of physical quantity including pressure, torque, and rotating speed. And the software of relative function modules was devised and finished. At last, the whole system was operated and tested. The results prove that the system realizes the proposed target, and could acquire all kinds of physical quantity of hydraulic test bed.

Key words: hydraulic variable pump; Digital Signal Processor(DSP); data acquisition; module

随着液压传动系统持续迅猛发展和液压传动日益广泛的应用, 液压系统面临高速、高压、高效率等新课程发展需求, 液压传动系统的操控性能和实时控制性能也随之成为设备首要的考虑因素。因而各种液压试验台相继出现, 液压 CAT(Computer Aided Testing)技术也日趋成熟。要解决操控性等问题, 首先要对液压系统的核心部件液压泵的瞬态特性进行测量和控制, 液压泵 CAT 系统在提高测试速度、测试精度、测试的可靠性和重复性方面, 以及在节省人力和能源方面提供了必要的保证, 因此受到了普遍的重视^[1-3]。一个成熟的液压试验台数据检测系统是一种能够保证液压设

备安全可靠运行的有效手段, 而数据采集系统则是液压状态检测的重要工具。因此, 针对液压系统的数据采集, 设计使用 DSP(Digital Signal Processor)芯片, 充分发挥 DSP 在数据处理方面的优势^[4-6]。基于 DSP 的变量泵数据采集系统是结合实际的变量泵液压系统, 利用现今比较成熟的 DSP 技术以及传感器技术设计完成的。

1 测试平台原理

图 1 所示为双向变量泵功率回收试验台液压系统。其工作原理为: 变频调速电机 3 与功率回收马达 4 带动被试泵 1 同轴运转, 2 是转矩转速传感器。被试

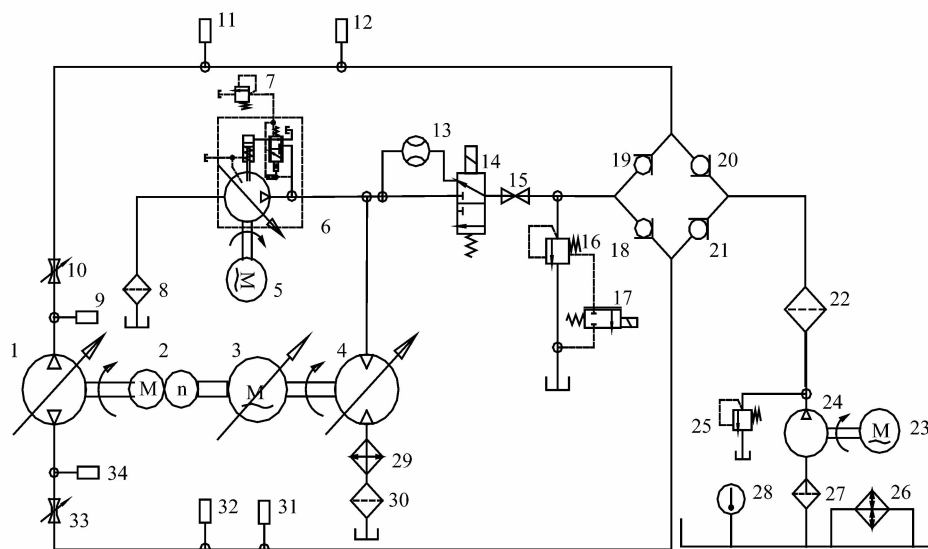
收稿日期: 2013-07-23; 修回日期: 2013-10-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(51105338)

作者简介: 裘信国(1978), 男, 浙江绍兴人, 博士, 主要研究方向为流体传动及控制、声源识别定位和声场重构。E-mail: xgqiu@zjut.edu.cn

泵1受变频调速电机3的驱动后,输出压力油经过单向阀18或19、截止阀15和电磁换向阀14,再经过高压流量计13或直接进入4功率回收马达,驱动马达旋

转运动。马达经由电机轴带动被试泵,功率在马达、被试泵、电机、被试泵之间进行往复循环以达到功率回收,节能减排的效果^[7]。



1—测试液压泵;2—扭矩转速传感器;3—驱动电机;4—加载马达;5,23—交流电机;6—恒压变量泵;7—远程调压阀;8,27,30—过滤器;9,34—压力传感器;10,33—节流阀;11,32—压力传感器;12,31—温度传感器;13—高压流量计;14—二位三通换向阀;15—截止阀;16,25—溢流阀;17—二位二通换向阀;18,19,20,21—单向阀;22—过滤器;24—供油泵;26—热交换器;28—温度计;29—冷却器

图1 液压变量泵功率回收试验台液压系统图

Figure 1 Hydraulic system diagram of hydraulic variable pump power recovery test bench

主要从两方面实现双向变量泵试验功率的回收:一是实现双向变量泵双向自动供油和加载;二是实现功率回收。

实验装置主要由电动机、变量泵、变频器、马达、磁粉制动器、油箱和溢流阀等几部分组成。电机通过联轴器驱动变量泵转动,电机转速通过变频器调节。变量泵输出的高压油经过耐压油管输送至马达,驱动马达旋转运动。在变量泵的吸油口和排油口各安装1只溅射薄膜压力变送器,用来测量在不同工作负载下泵出入口的油液压力。在液压马达与磁粉制动器之间安装有TQ-660型扭矩传感器,用来测量出磁粉制动器产生阻力矩的准确大小^[8]。

2 系统硬件设计

数据采集系统主要对液压系统的压力、扭矩、转速进行检测。为满足液压系统对数据采集的实时性要求,系统采用了TI(德州仪器)公司的TMS320F2801型DSP芯片用作采集模块的控制器,其丰富的I/O功能可以满足该系统的需要。另外它的结构紧凑,集成度高,有利于实现整个系统的小型化。这款DSP具有丰富的内设资源(ECAP模块、AD模块、串口等等),其运行的主频可达60 MHz^[9-10]。图2所示为基于DSP

的变量泵数据采集系统原理图。为了使硬件电路较为简单,系统采用24 V直流电压统一对外部传感器供电。

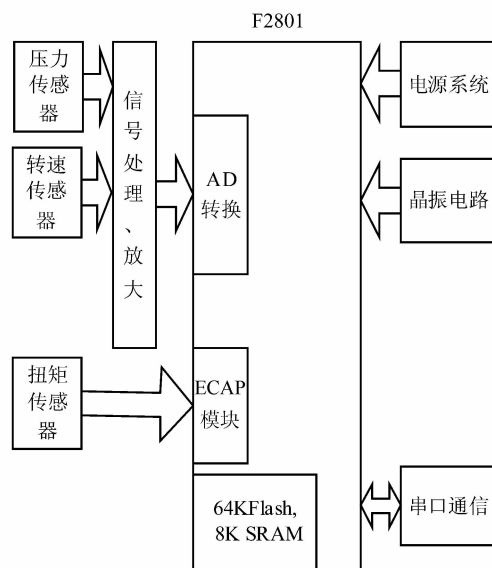


图2 液压数据采集系统硬件原理图

Figure 2 Hydraulic data acquisition system hardware schematic

压力传感器采用北京威斯特中航机电技术有限公司的 CY20S 压力传感器。该压力传感器的量程精度为 0.2% FS、测量范围为 0 ~ 150 MPa。接线方式选用三线制,输出 0 ~ 5 V 电压,输出电压可以直接接入 AD 转换输入口。F2801 芯片内设模数转换的参考电压为 3.3 V,可测的最大压力为 150 MPa^[11],可以满足液压试验台的压力测试要求。设 10 位 ADC 模块寄存器的转换数据为 N ,则 P 为

$$P = \frac{N}{2^{10}} \cdot \frac{3.3}{5} \cdot 150 \quad (1)$$

式中, P —当前压力/MPa。

扭矩传感器选用北京世通科创有限公司 TQ-660 旋转扭矩传感器。该扭矩传感器可以采用单电源供电,测量范围为 0 ~ 100 N · m。其输出的标准信号是频率信号,为 5 ~ 15 KHz。把传感器的输出信号接入至 F2801 的 ECAP 模块,F2801 的 ECAP 抓捕模块能有效地捕捉到方波的 2 个出现上升沿的时间间隔 t (即为方波的周期)。则 T 为

$$T = \frac{1 - 5t}{t(15 - 5)} 100 \quad (2)$$

式中, T —扭矩/N · m。

转速传感器选用北京世通科创技术有限公司 TQ-660 系列扭矩传感器附带的转速输出功能,工作转速为 0 ~ 30 000 r/min,输出为 1 ~ 5 V 的电压信号。将传感器接入到 F2801 的 AD 模块,F2801 内设模数转换参考电压为 3.3 V,可以满足液压试验台的转速测试要求。设 10 位 ADC 模块寄存器的转换数据为 N ,则 n 为

$$n = \frac{N}{2^{10}} \cdot \frac{3.3}{(5 - 1)} \cdot 30\,000 \quad (3)$$

式中, n —当前转速/(r · min⁻¹)。

3 系统软件设计

整个数据采集系统的软件实现流程如图 3 所示,其中 DSP 系统初始化包括系统时钟的配置、外设时钟的配置、GPIO 的配置、中断的配置以及代码从 FLASH 中拷贝到 RAM 中;接下来是各个采集模块的初始化过程,最后进入数据采集 while(1) 循环中进行 3 个数据的采集任务。

3.1 压力、转速数据采集驱动

压力和转速的采集都是利用 AD0804 芯片进行的,其实现如图 4 所示。其中 AD 的驱动如图 5 所示,包括配置 AD 寄存器接口函数、启动 AD 转换函数、读 AD 转换数据接口、停止 AD 转换函数 4 个部分。

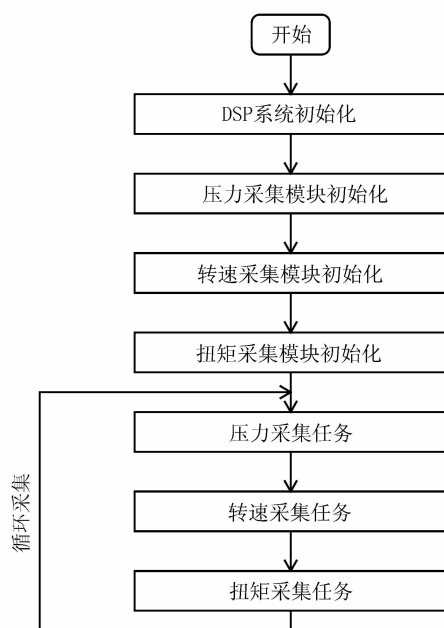


图 3 采集系统软件流程图

Figure 3 Acquisition system software flow diagram



图 4 模拟量采集原理

Figure 4 Analog acquisition principle

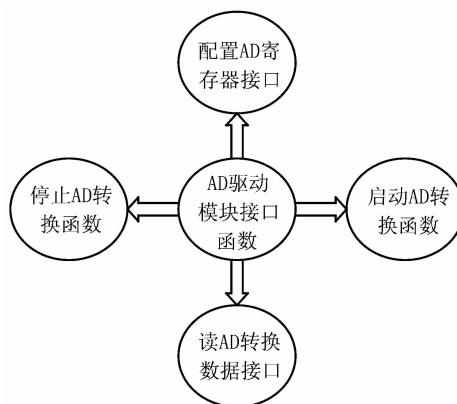


图 5 AD 驱动模块

Figure 5 AD driver module

3.2 ECAP 模块驱动

扭矩的采集是采用 DSP 中的 ECAP 模块进行的,ECAP 模块的驱动如图 6 所示,配置 ECAP 寄存器接口、启动 ECAP 抓捕接口、停止 ECAP 抓捕接口、读 ECAP 捕获的周期数据接口等 4 个驱动函数。

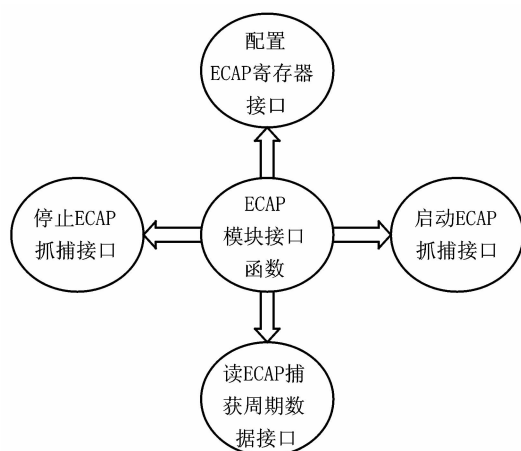


图6 ECAP 抓捕模块驱动

Figure 6 ECAP capture driver module

4 结语

利用现今比较成熟的 DSP 技术对液压试验台系统进行数据采集,具有很高的实时性、稳定性以及可靠性。可以实现对液压泵性能参数(压力、转速、扭矩)的实时采集,能够将液压泵在单位角度下的性能参数进行采集,不仅能够采集到平均的压力和扭矩,还能采集到转子每个单位角度下的参数。该测试台可用于科研项目的前期预研,有效缩短液压泵测试系统的开发时间,提高效率。经实验验证该系统能够对液压试验台的各个参数进行准确的采集,系统运行稳定可靠。

参考文献:

- [1] 鲁永秋,高钦和,蒋威. 液压系统的压力、流量数据采集系统设计[J]. 机床与液压,2008,36(11):124-126.
- [2] 彭莉峻,谷立臣,刘沛津. 基于 DSP 的液压设备电参量数据采集系统设计[J]. 电测与仪表,2010,47(533):59-62.
- [3] 单忠伟. 基于 LPC2132&uC/OS-II 的液压试验测试系统[J]. 轻工机械,2010,28(4):80-82.
- [4] 马俊,陈学煌. 基于 DSP 的多路数据采集系统设计[J]. 电子技术应用,2007,33(12):79-81.
- [5] LIU Wenyi, YAN Hongcheng. Design of high speed synchronous multi-channel data acquisition and processing system based on TMS320C6747[C]// The 2nd International Conference on Computer and Automation Engineering, ICCAE 2010. Singapore: IEEE, 2010: 758-760.
- [6] 李波,陈剑云,黄玮,等. 基于 TMS320LF2407 的高速数据采集系统设计与实现[J]. 继电器,2008,36(5):59-62.
- [7] 刘斌,姜伟,裴信国. 双向变量液压泵试验台功率回收系统分析[J]. 机床与液压,2006(12):139-140.
- [8] 吴丽华,高红俐,齐子诚,等. 基于虚拟仪器的径向柱塞液压泵测试系统[J]. 轻工机械,2009,27(6):59-61.
- [9] 赵伟,鲍慧,刘云峰. 基于 DSP 的高速数据采集系统设计[J]. 电力科学与工程,2008,24(2):64-68.
- [10] ZENG Weizhi, ZHOU Kaibo, CHEN Tao. A design of multi-frequency and multi-channel weak signal data acquisition system based on DSP and FPGA[C]// International Conference on Environmental Science and Information Application Technology, ESIAT 2010. Wuhan: IEEE, 2010: 269-272.
- [11] 北京威斯特中航机电技术有限公司. CYB-20S 普通/本安型压力传感器产品使用说明[EB/OL]. [2013-08-11]. http://www.westzh.com/procon_351_51.html

(上接第 60 页)

参考文献:

- [1] 孙景生,康绍忠. 我国水资源利用现状与节水灌溉发展对策[J]. 农业工程学报,2000,16(2):1-5.
- [2] 赵寒涛,张小平,朱明清. 基于物联网技术的农田节水灌溉系统的研究[J]. 自动化技术与应用,2012,31(4):39-42.
- [3] DENG Xiping, SHAN Lun, ZHANG Heping, et al. Improving agricultural water use efficiency in arid and semiarid areas of China[J]. Agricultural Water Management, 2006,80(13):23-40.
- [4] 党安荣,史慧珍,何新东. 基于 3S 技术的土地利用动态变化研究[J]. 清华大学学报:自然科学版,2003,43(10):1.
- [5] 朱海龙,吴开华,赵伟杰. 模糊控制在太阳能自动灌溉系统中的应用[J]. 机电工程,2012,29(11):1310-1313.
- [6] ZHANG Bing, YUAN Shouqi, CHENG Li, et al. Model for predicting crop water requirements by using LM optimization algorithm BP neural network[J]. Transactions of the Chinese society of agricultural engineering, 2004,20(6):73-75.
- [7] ATZORI L, IERA A, MORABITO G. The internet of things: a survey[J]. Computer Networks, 2010,54(15):2787-2805.
- [8] 王保云. 物联网技术研究综述[J]. 电子测量与仪器学报, 2009,23(12):1-7.
- [9] 刘强,崔莉,陈海明. 物联网关键技术与应用[J]. 计算机科学, 2010,37(6):1-4.
- [10] AKYILDIZ I F, SU W, SANKARASUBRAMANIAM Y, et al. Wireless sensor networks: a survey[J]. Computer Networks, 2002, 38(4):393-422.
- [11] ZHANG Zhitaio, LI Yuannong, CHEN Junying, et al. Optimization of water allocation management for irrigation canals based on 3S technology and ant colony algorithm[J]. Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition, 2010,38(7):221-226.