

文章编号: 1672- 6197(2009)04- 0092- 03

基于 DSP 的低比速冲压泵控制系统的研究

刘永艳¹, 刘元义¹, 唐晓峰²

(1. 山东理工大学 机械工程学院, 山东 淄博 255049;

2. 山东理工大学 交通与车辆工程学院, 山东 淄博 255049)

摘要: 设计了基于 DSP 的冲压泵数字化控制系统, 通过利用 DSP 对冲压泵的流量、压力和转速的控制, 实现了冲压泵的电机控制及实时反馈. 通过压力的变化检测汽蚀, 保证了冲压泵的正常运行, 提高了流体输送的效率.

关键词: DSP; 冲压泵; 控制系统

中图分类号: TH3

文献标识码: A

Research on low-specific speed stamping pump control system based on DSP

LIU Yong-yan¹, LIU Yuan-yi¹, TANG Xiao-feng²

(1. School of Mechanical Engineering, Shandong University of Technology, Zibo 255049, China;

2. School of Traffic and Vehicle Engineering, Shandong University of Technology, Zibo 255049, China)

Abstract: A stamping pump numerical control system was designed based on DSP. The motor control of stamping pump and real time feedback was realized through the system regulation of stamping pump flow capacity, pressure and rotational speed. Cavitation was examined by pressure change, which ensures the normal operation of stamping pump and enhances the efficiency in the fluid transportation process.

Key words: DSP; stamping pump; control system

低比速冲压泵($n_s = 30 \sim 80$)具有流量小、扬程高、摩擦阻力小、输送液体时泵的功率损耗小等优点,所以在石油化工、锅炉给水、高纯净水系统及医药等方面有广阔的应用前景.传统的离心泵控制系统多数采用模拟电路,这种方法线路复杂^[1],难于控制小流量高扬程低比转速冲压泵.本文采用 TI 公司的 TMS320F2812 芯片实现冲压泵的控制,可以高效地实时控制转速大小和检测汽蚀.

1 低比速冲压泵的工作原理

1.1 工作原理

冲压泵采用冲压、焊接工艺制造,有效地解决了低比速及超低比速泵在铸造工艺中难以实现的问题,

极易实现生产的机械化和自动化.其工作原理是:叶轮在电动机的带动下做高速旋转,使流体获得动能,并在出口处转为静压头.因为叶轮与壳体之间有一定间隙,因此,当泵出口阀完全关闭时,液体将在泵内循环,而排出量为零,此时泵所做的功转化为热.随着出口阀逐渐开大,排出量将随之增大,而出口压力将随之减少.

冲压泵的扬程 H 、流量 Q 和转速 n 之间的函数关系式称为泵的特性,可用经验公式表示为^[2]

$$H = R_1 n^2 - R_2 Q^2 \quad (1)$$

式中: R_1, R_2 为比例常数.

离心泵的特性曲线如图 1 所示.

本文采用调节转速法实现冲压泵的控制,通过改变函数关系式特性曲线控制流量.不同转速下其

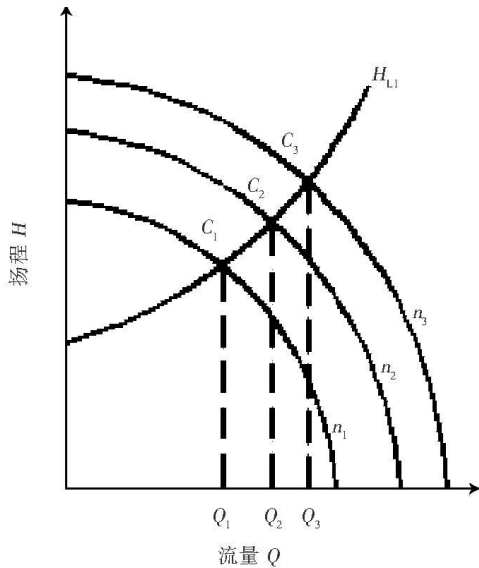


图 1 调速法的流量特性

流量不同,也就是通过改变泵的转速达到控制压力或流量的目的。

1.2 汽蚀检测

冲压泵的汽蚀会影响到泵本身的工作特性、运行可靠性及使用寿命。通过测量冲压泵的进出口压力变化诊断泵汽蚀故障。在设定流量下,对冲压泵的汽蚀点进行检测,当冲压泵发生汽蚀时系统会自动报警,并自动停止冲压泵工作,完成汽蚀检测。

2 系统硬件设计

TMS320C2000 系列 DSP 集微控制器和高性能 DSP 特点于一身,具有强大的控制和信号处理能力,该系列芯片器件上集成了多种先进的外设,为电动机及其他运动控制领域应用提供良好的平台^[3]。

F28x 系列 DSP 可以快速响应中断及中断处理,它包括:片内晶体振荡器;基于自动锁相环技术的时钟发生器;程序监视器;3 个外部中断、外设中断允许(PIE)模块,支持 45 个外设中断;两个事件管理器(EVA、EVB);16 通道的 12 位模数转换,即 2 个 8 通道的多路输入、两个采样保持器,达到每秒百万次采样,最快转换频率为 80ns/12.5MSPS;多达 56 个独立可编程复用的通用 I/O 引脚,可以满足各种功能扩展。通过选用 TMS320F2812 芯片可以满足试验要求。

2.1 参数测量

低比转速冲压泵的控制由电控单元、调节阀、传感器组成。电控单元主要检测输入压力信息,进行计

算后判断泵流量,通过控制调节阀控制出水量。同时,它还可以对汽蚀起故障诊断和报警功能。系统测量参数主要是流量、压力、转速^[4]。

系统选用 LW-25 型涡轮流量计。该流量计的测试范围为 1~10 m³/h,精度可达±0.5 级。当被测液体流经流量计的传感器时,传感器内的叶轮借助于流体的动能而旋转,周期性地改变磁感应转换系统中的磁阻值,这样磁通量周期性地产生电脉冲信号。在量程范围内,叶轮转速与流体流量成正比,然后将该脉冲信号经放大整形后送入 DSP 芯片,并将结果存入存储器中,便于查询^[5]。压力测量是将压力传感器输出信号经过 A/D 转换直接输入到控制器芯片中,压力测量的范围一般是 0~94kPa,输出的压力信号要经过放大处理。泵转速采用磁电式传感器,从传感器输出的信号要经过滤波、整形、放大后方可输入到微控制器中,要设定一定的频率范围才可以输入到控制器中。

系统输出信号用 PWM 产生的四路占空比可调的 PWM 波,经过滤波电路产生直流电压信号,通过功率放大器控制调节阀。CPU 输出信号最大不过十几到几十毫安,而调节阀动作电流则是安培数量级的,输出的信号要经过放大后才能驱动调节阀。

同时系统设计了报警电路,用于当汽蚀产生及电机转速超出一定转速时报警,设计 LCD 主要是用于对报警时间的显示和对检测系统各参数的查询显示^[6]。

2.2 控制器硬件设计

控制器采用 TMS320F2812 芯片设计,泵转速信号的采集用 EVA 的高速输入捕捉和比较口(CAP),利用它的中断系统就可以实时采集脉冲发生时刻的时间值,并留存于寄存器中。

图 2 为基于 DSP2812 控制器的系统框图,包括输入、输出、系统电源管理和复位电路 4 个模块。系统的硬件外围电路包括调节阀电源管理及输出模块、泵转速的输入处理模块、程序监视器模块、系统电源管理模块。

对系统的电源电路采用 TI 公司自带的电源转换,在电源模块输出电压下降到一定程度时,应使 CPU 复位。TMS320F2812 芯片中包含一个基于 PLL 的时钟模块,可以为芯片及各种片内外设提供时钟信号。将外部时钟源直接输入 XTAL1/CLKIN 管脚,X2 悬空。在此模式下,内部振荡器将被旁路。采用封装好的晶体振荡器,使用方便,效果较好。

无论是硬件或者软件复位,都有比其它执行功

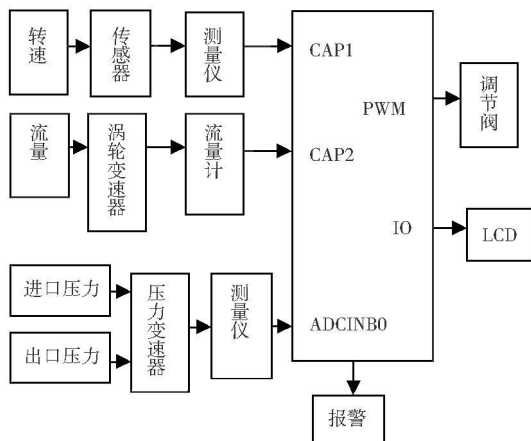


图2 控制器原理图

能更高的优先级。如果复位发生,所有可屏蔽中断将不再被允许,除非在复位服务子程序中使它们可行。复位电路可以使DSP控制器初始化,也可以使死机状态下控制器重新启动。为使芯片初始化正确,一般应保证Reset为低至少持续3个CLKOUT周期,上电后,系统的晶体振荡器往往需要几百毫秒的稳定期,一般为100~200ms。另外,为防止程序跑飞以及CPU死机,还要启动程序监视器电路。

2.3 系统软件设计

系统采用模糊PID自整定控制算法实现对调节阀的控制,并对泵的进出口压力、转速采样保存。系统需要设计的模块有:泵转速模块、进出口压力模块、调节阀模块和汽蚀模块。

系统用模糊控制逻辑规则控制PID 3个参数 K_p 、 K_i 、 K_d 。首先需要建立输入输出参数的论域及隶属函数。输入为流量和压力及其变化率,输出为 K_p 、 K_i 、 K_d 。输入值的模糊语言值分别为:误差 E : {负大、负小、零、正小、正大}; 误差变化率 EC : {负大、负小、零、正小、正大}; K_p 、 K_i 、 K_d 模糊语言值: {零、正小、正中、正大}。

输入值取得相应语言值后,根据模糊规则表,经过模糊推理后,通过反模糊化取得精确量控制输出,用重心法反模糊化,再利用C语言编写DSP程序输出 K_p 、 K_i 、 K_d 。

软件主要包括2个程序:主程序与中断程序。首先应该对主程序初始化,包括定时器、捕获单元、A/D、看门狗等初始化。中断程序完成压力信号数据采

集、模糊运算等工作,并对泵的进出口压力、转速采样保存。其主程序与中断程序框图如图3、图4所示。

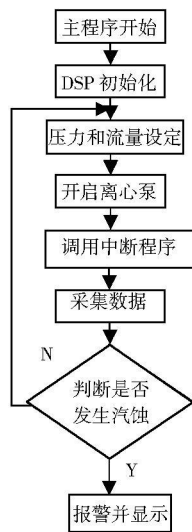


图3 主程序流程图

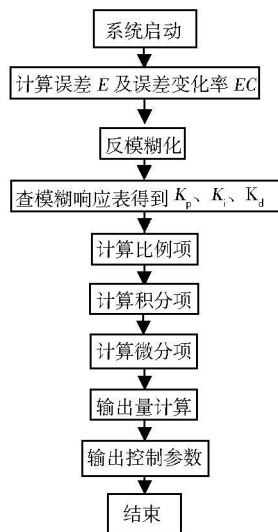


图4 压力中断流程图

3 结束语

本文采用TMS320F2812芯片控制冲压泵的各项性能指标,提高了系统的控制性能,降低了故障率和能耗。该系统随时检测汽蚀的变化并产生报警,为冲压泵流量控制及改善水泵机组的工作性能及功能拓展测试奠定了基础。

参考文献:

- [1] 张宏,张德泉. 单片机在离心泵控制中的应用[J]. 科技创新导报, 2008, (21): 11-13.
- [2] 潘立登. 过程控制技术原理与应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [3] 刘和平, 邓力, 江渝, 等. 数字信号处理器——原理、结构及应用基础[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [4] 陈乃祥, 吴玉林. 离心泵[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [5] 刘元义. 低比转速冲压焊接离心泵粘性设计方法及其应用[J]. 农业机械学报, 2005, 36(4): 64-68.
- [6] 刘在伦, 车琴琴. 离心泵初生汽蚀在线检测与报警系统的研究[J]. 流体机械, 2008, 36(2): 47-50.

(编辑: 郝秀清)