

# 单片机在液压挖掘机节能控制中的应用<sup>\*</sup>

邓素萍

(南京化工学校, 南京, 210048)

[摘要] 在研究液压传动机械节能控制原理的基础上, 根据单斗液压挖掘机液压系统工作情况, 在不改变发动机内部结构的前提下, 利用单片机直接控制发动机油门, 实现节能控制。

[关键词] 单片机; 控制系统; 液压挖掘机; 节能

[中图分类号] TP271+.31; [文献标识码] B; [文章编号] 1008-1925(2001)-02-0077-04

## 0 前言

液压挖掘机是一种多功能机械, 被广泛应用于交通运输、水利工程、电力工程和矿山采掘等机械施工中。但由于其工作状况复杂, 操作员在作业中要操作的机构较多, 无暇根据负载的大小来调节发动机油门, 往往使油门处于固定位置, 因而造成大量的能量损失和严重的机械损耗。

随着微机控制技术的发展, 特别是机、电、液一体化迅速发展, 将微机用于液压挖掘机控制已成为可能。在我国工程机械行业中, 微机控制技术的应用仅处于探索和起步阶段。把压力作为判断信号, 实现节能控制, 目前在国内外尚未见到类似的文章。笔者针对上述挖掘机能量损失情况, 采用单片机控制, 以液压系统的压力为判断信号, 来判断液压挖掘机的工作状态, 进而由步进电机控制发动机的油门, 从而使油门的开度始终处于适应负载的合适值上, 达到节能的目的。

## 1 节能的原理和实现

### 1.1 节能原理

液压传动动力机械节能原理的研究认为:

- (1) 发动机工作时有一条最佳比油耗线(或最佳节能线), 如图1中的AC线, 发动机只要在最佳比油耗线上或尽量接近最佳比油耗线工作, 就可以降低油耗值。
- (2) 按照工作情况, 合理的选择发动机——液压泵系统联合工作特性, 使其在各种工况下都处于最佳经济工作状态, 实现节能。
- (3) 发动机在不同的转速下所对应的最低油耗点的扭矩是不一样的, 每个转速都有一个响应的扭矩, 在该扭矩下, 发动机油耗最低。

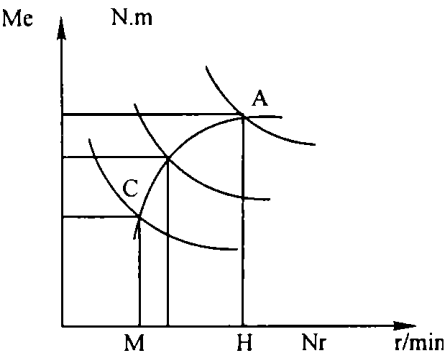


图1 发动机最佳比油耗线

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2001-03-19  
作者简介: 邓素萍, 1957-, 女, 南京化工学校讲师, 主要从事自动控制的教學和研究。  
© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

(4) 空载时, 液压泵“零”排量调节, 发动机怠速工作, 机器处于“休眠”状态, 大大节能。

(5) 超载时, 液压泵按压力控制线工作, 减小溢流损失, 因而节能。

液压挖掘机在实际工作中, 除了一般的管道, 沿程损失的机械损失外, 主要能量损失有:

(1) 发动机喷油提前角不正确引起效率降低; (2) 发动机和液压泵不匹配造成能量损失; (3) 液压流量损失及压力损失; (4) 溢流损失。

## 1.2 节能的实现

针对上述能量损失, 依据液压传动动力机械节能原理, 提出下列设计:

(1) 依据实际工作情况, 设定各种不同的工作模式, 利用计算机控制系统控制发动机, 使其稳定在相应工作模式所对应的转速附近工作, 由于全功率变量泵的扭矩在恒功率调节区是不变的, 因此发动机功率正比设定的转速, 实现节能。

(2) 空载时, 实现自动怠速控制。当操纵阀处于中位时, 计算机控制系统关小油门, 使发动机处于怠速状态, 控制系统继续监视载荷的变化, 一旦系统压力超过设定值时, 计算机控制系统立即控制发动机, 使其迅速恢复设定的工作转速。

(3) 溢流控制。当液压系统压力大于溢流阀开启压力时将发生溢流功率损失。为防止该损失, 本控制系统当检测出油压大于溢流阀开启压力时, 立即控制发动机关小油门, 将发动机转速降低到某一设定值, 减小溢流损失, 当液压系统压力小于设定的最大压力时, 使发动机转速恢复到原设定值。

## 2 节能控制系统硬件设计

为稳妥起见以及易于在原有的挖掘机上实现微机的节能控制, 本系统是在不改变液压系统和发动机内部结构的前提下进行的, 其硬件整体结构框图如图 2 所示。

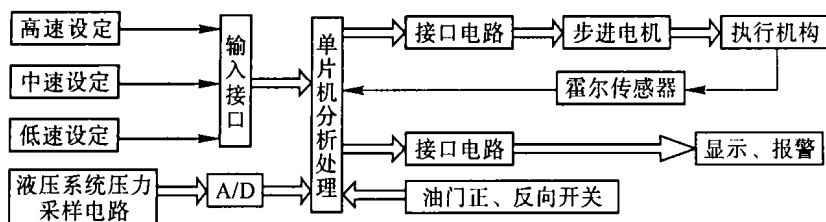


图 2 控制系统结构图

由结构框图可知, 控制系统的硬件电路由单片机处理器、采样电路、A/D 转换、脉冲隔离放大电路、扩展电路等部分组成。它们是 8031 单片机、27128EPROM 和 ADC0809 模/数转换以及扩展电路 8255 芯片等, 通过编程将其 PA、PB、PC 口定义为所需的输入或输出口, 例如设定转速输入, 步进电机输出等。

系统的硬件框图如图 3 所示。

本控制系统以液压系统的压力为判断信号, 判别挖掘机的工作状态, 从而控制步进电机动作。因此采用了两路 CYR-1A 型压力变送器, 采样液压系统的压力, 经 A/D 转换输入单片机 8031, 由其分析、判断, 发出相应的控制指令。

为保证系统的安全和工作的可靠性, 控制主板和步进电机的驱动电路间采用 TLP-521-4 型光电耦合器起隔离、传输作用。其原理图如图 4 所示。光电耦合器共有三路, 以驱动步进电机的三相绕组, 输入端接到 8255 的 I/O 接口, 信号经隔离后送入步进电机的驱动电路, 经放

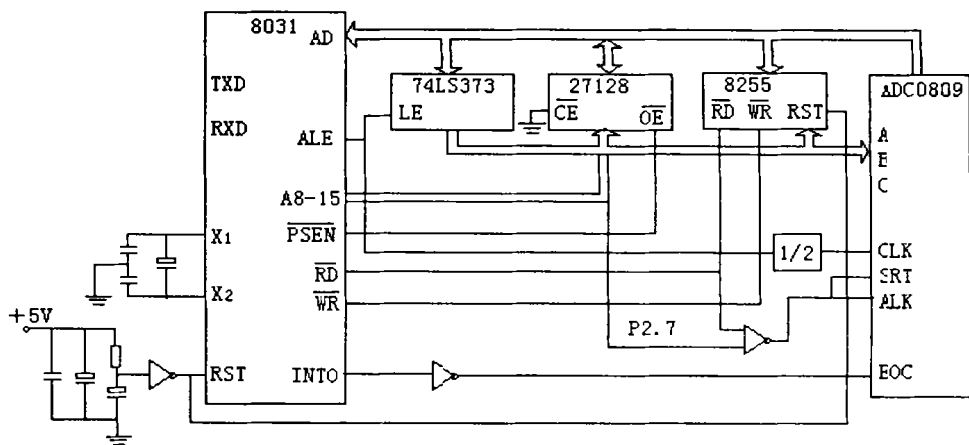


图 3 控制系统硬件框图

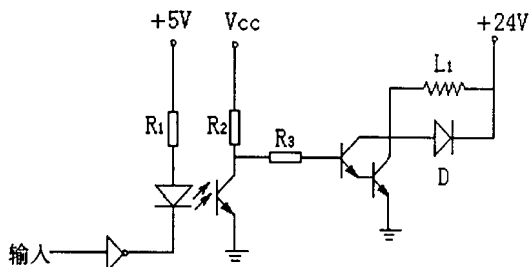


图 4 光电隔离电路

大后带动步进电机运行.

### 3 节能控制系统的软件设计

为实现步进电机动作随负载变化的控制功能,本控制系统的软件由主程序和测速程序、测压程序、步进电机控制程序、滤波程序等各个子程序组成,其中主程序的框图如图5所示(图中的数据皆为设计系统时设定的速度和压力值)。

机器通电后首先进行初始化工作, 如上

电复位、关中断、清零等, 然后判断液压系统的压力。根据压力情况, 控制系统自动进行相应的操作。工作过程中, 可以通过按键选择, 进入别的工况, 进行手动控制。

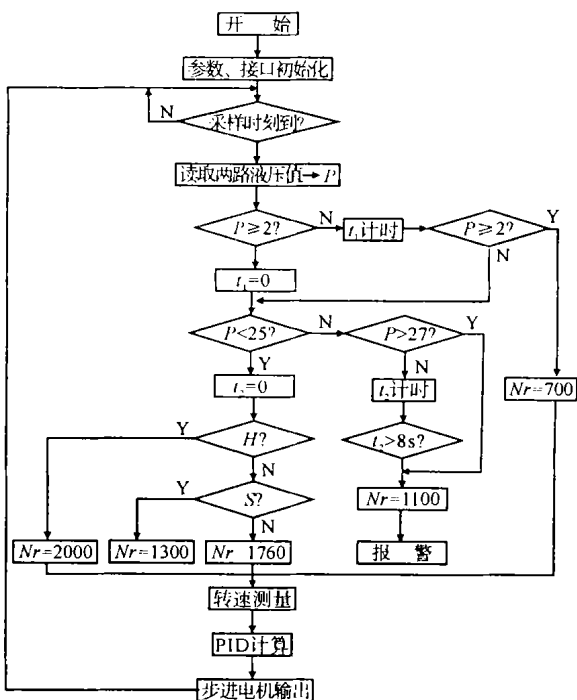


图 5 控制系统主程序框图

## 4 结束语

通过前期的研究,成功地开发了液压挖掘机的节能控制系统,由实验结果分析可知节能效果提高 10% ~ 15%,说明了节能理论的正确性、技术上的可行性。另外在节能控制系统中,由于采用了单片机技术,具有体积小、调整方便灵活、控制准确等特点,在抗干扰方面,硬件中采

用了光电隔离, 软件中采用滤波、WATCHDOG 等措施, 使控制系统的抗干扰能力又大大增强, 因此具有一定的社会效益和经济效益.

### [ 参考文献]

- [ 1] 陈书开, 谭汉松. 单片计算机的硬件、软件及应用[ M]. 长沙: 中南工业大学出版社
- [ 2] 马家辰. MCS- 51 单片机原理及接口技术[ M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社
- [ 3] 张友德, 赵志英. 单片微机原理, 应用与实验[ M]. 上海: 复旦大学出版社
- [ 4] 黄宗益. 液压挖掘机分工况控制[ J]. 建筑机械, 1998
- [ 5] 李国洪. 微机控制系统中通用光电隔离 I/O 卡及抗干扰问题探讨[ J]. 微型机与应用, 1995
- [ 6] 段仁君. 单片机 CPU 的抗干扰技术[ J]. 微型机与应用, 1996

## The Appliace of Computer in the Energy-saving Control System of Hydraulic Excavator

Deng Suping

(Nanjing Chemical Engineering College, Nanjing, 210048, PRC)

**Abstract:** Based on the energy-saving Principle for hydraulic drive machine, the energy-saving control of a hydraulic excavator is realized by direct control of the engine gun according to the working conditions of the hydraulic drive system with a single-chip computer without changing the internal structure of the engine.

**Key words:** Single-chip computer, Control system, Hydraulic excavator, Energy-saving

[ 责任编辑: 刘健]