

采用 16 位单片机的拖拉机电液悬挂控制系统

谢 斌 谭 李庆和 鄂卓茂

(中国农业大学车辆与交通工程学院)

摘 要 将原有机械式液压悬挂控制系统改装为电液式悬挂控制系统, 其控制核心采用了 MCS96 系列 16 位单片机系统; 对电液悬挂控制系统进行了硬件和软件设计, 并在室内仿真试验台上进行了试验验证。试验结果表明, 系统具有较好的调节性能, 能够满足对拖拉机悬挂控制系统的静动态要求。

关键词 拖拉机; 液压悬挂装置; 单片机

中图分类号 TP 271.31; S 219.1

Application of an the Hydraulic Hitch System Based on 16-bit Microcomputer

Xie Bin, Tan Yu, Li Qinghe, E Zhuomao

(College of Vehicle and Traffic Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract As a essential part of intelligentized tractor-impliment combination, a new electronic hydraulic system was used to replace the old mechanical hydraulic system. A real-time controller based on MCS-96 series 16 bits microcomputer was developed, which include the hardware and software design for 4 control modes of tractor plowing. The characteristics of this control system were verified by tests conducted on the laboratory simulation system, and the better performance was obtained.

Key words tractor; hydraulic hitch; single chip processor

在拖拉机农具作业机组智能化研究中, 基于生产率、燃油经济性为评价指标的行走式机组的最优适应控制理论^[1], 要求对作业机组整体进行联合控制。在整体联合控制系统中, 悬挂作业装置的自动化控制是一个重要子系统。不同于以往把悬挂系统作为一个单独的系统进行研究, 本课题中从控制模式、实时性、实用性、通讯功能等角度出发设计了一套电液悬挂控制系统。

1 硬件设计

图 1 为改造后的拖拉机作业机组电液悬挂系统^[2], 主要由 80C196KC 单片机监控器、模拟农具支架、模拟电液加载系统、液压回路系统等几部分组成。液压系统中的控制阀为电液比例换向阀, 频宽为 8~ 10 Hz, 能根据输入控制信号的大小和正负改变液压油的流量和流动方向。该阀的控制性能远优于开关型液压换向阀, 而与电液伺服阀相比, 其优点是价廉、抗污染能力

收稿日期: 2002-03-04

“211”重点实验室建设项目

谢 斌, 北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区) 108 信箱, 100083

强, 缺点是具有滞环误差和死区特性^[3], 这些非线性因素对控制系统的动态特性有影响, 但是当采用一定的电子技术处理后, 这些影响在拖拉机电液悬挂系统中可以忽略不计^[2], 因此该阀能满足拖拉机作业机组悬挂控制系统应用的要求。根据提升臂上安装的角度位移传感器测量的转角与农具之间的机构运动学关系得到耕深的大小。农机具工作阻力(拖拉机牵引力)的传感方式采用下拉杆传感方式。

监控器由 CCU 主板, 控制板(按键和显示), I/O 板 3 部分组成。

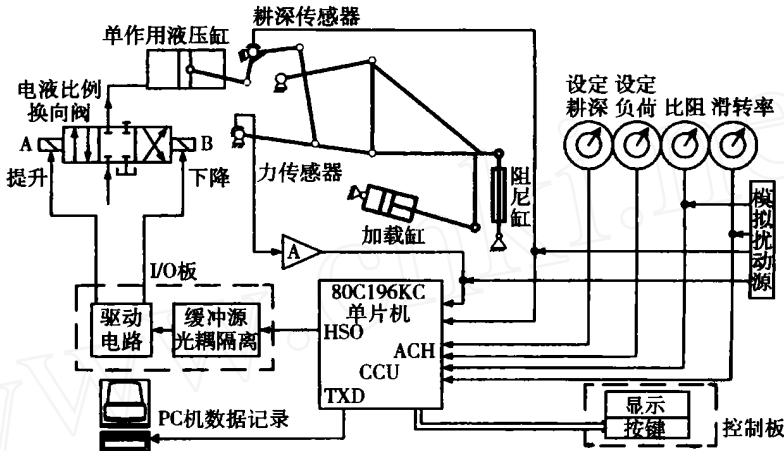


图 1 电液悬挂系统组成及原理图

1.1 CCU 主板

CCU 主板由型号为 80C196KC 的单片机及外围扩展电路构成, 其主要作用是采集力传感器信号、耕深传感器信号、滑转率信号、比阻信号、耕深和负荷的设定值, 然后按设计的控制算法进行数据分析处理, 输出信号控制电液比例换向阀, 同时还要完成信息显示和通讯任务。系统采用 16 位地址/数据复用总线, 存储器由 2 块 6264 芯片和 2 块 2764 芯片构成, 分低位字节存储器和高位字节存储器。8279 芯片负责管理键盘、LED 显示器。采用外部中断方式读出键值。TXD 为与 PC 计算机通讯接口通道, ACH 为各种输入信号的通道, HSO 为电液比例换向阀的 PWM 控制信号输出通道。

位于 2018H 单元的芯片配置字节寄存器 CCR 用以设置芯片的操作方式^[4], 本硬件系统设置为 0EBH, 即: 存储器内容不设密码保护, 系统等待 3 个状态周期, 总线控制方式为写选通方式, WRL 和 WRH 信号有效, ALE 作为地址选通信号, 使用 16 位多路复用地址和数据总线, 地址总线中 AD0 悬空, 存储器最低位地址线是 AD1。

1.2 I/O 板

输入输出板是力、耕深传感器信号以及滑转率、比阻信号等外部输入信号和 CCU 主板输出控制信号的接口板, 完成信号的缓冲、隔离、滤波、放大、驱动等。为防止相互干扰, 输入与输出部分的电路采取屏蔽分开、电源和地线单独引线的办法。两路经由主板 HSO 引脚输出的 PWM 控制信号到 I/O 板后, 为避免比例阀两端电磁铁同时通电工作, 采用与非门组成的逻辑电路(图 2)。

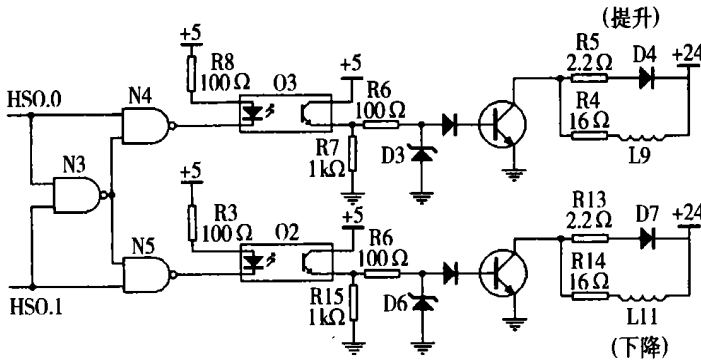


图2 电液比例换向阀的控制电路

1.3 控制板

为了得到友好的人机界面,方便驾驶员操纵,实时显示拖拉机耕作情况,控制板上设置了6个按键和4位LED显示。复位键起系统复位作用,工作方式键选择拖拉机调节方式,其余4键为显示按键,显示内容依调节方式而定。在实际耕作时,驾驶员根据土壤情况通过工作方式键预选调节方式,并从显示数据中判断拖拉机的运行状态。如果耕深或发动机负荷显示不平稳,可以重新选择调节方式。如果选用力位综合调节,监控器可根据土质变化自动调节力位之间的比例。

2 软件设计

控制系统的程序编制主要集中在调节方式的选择和控制算法上,调节方式分预选和自动调节2种。预选调节方式由驾驶员根据土壤条件确定,图3为流程框图。开机后,系统经过一定的复位时间后先对程序中所用到的寄存器赋予初值,然后开中断,调8279初始化调固定显示,等待键盘中断。

力位综合调节方式中力位之间的比例系数是通过自动调节方式调节的。在程序初始化时设定力位调节比例系数为19:1,以后根据耕作实际情况自动整定该系数。具体工作原理见图4。当农具耕作深度的变化范围超过±10%范围时,由耕深相对变化值 e 算出力位比例系数 K 。 e 值越大,位调节所占比例越大,发动机负荷的稳定性就降低一些。

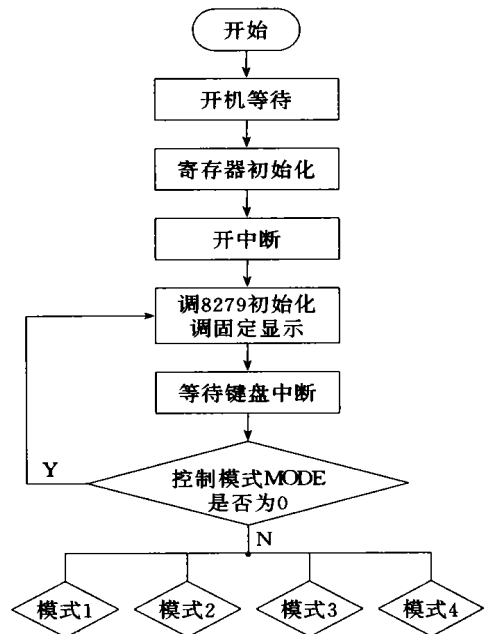


图3 调节方式预选流程框图

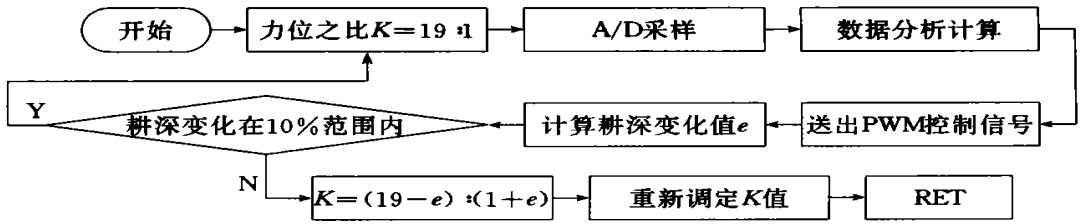


图4 力位比例系数自动调节原理

3 试验及结果

力调节方式属于恒值控制系统,其主要任务是保证自动控制悬挂机构下拉杆牵引力受力基本不变,消除土壤扰动阻力变化对其的影响,达到使拖拉机牵引负荷稳定的目的。试验方法是,对农具作用一2500N的正阶跃干扰力,观察系统的动态响应过程。阶跃信号由信号发生器产生一阶跃电压叠加在比阻信号上得到,由模拟加载装置产生相应的加载力。

试验结果^[5]表明,在系统平衡状态下加入干扰力时,下拉杆检测到的牵引力首先出现阶跃增大,然后经2.1s过渡到与设定调节值相一致的新平衡状态。期间为了抵消干扰力的影响,农具耕深增大20个AD值(60mm)。试验中农具提升时,阻尼油缸产生的阻尼力为1300N。

力调节试验曲线中的消扰时间为2.1s,表明改造后的电液控制系统采用比例阀能达到对拖拉机农具控制的静态品质要求,满足农业耕作的实时性要求。

4 结束语

本系统中采用了电液比例换向阀作为液压悬挂系统的控制元件,设计出4种耕作深度下的控制模式。监控器采用MCS-96系列16位单片机系统,能安装在拖拉机上独立完成测控工作,并能与机组其他子系统进行通讯,一方面提高电液悬挂系统耕作时的控制性能,对复杂的控制方案有较强的实时性;另一方面从硬件上有扩展更多功能的余地。

由于只进行了室内仿真试验,本系统在实际农田土壤情况下是否能可靠有效地控制还需进一步验证,并且对不同的调节方式采取的控制算法还需根据实际耕作经验进行修正。

参 考 文 献

- 1 庞昌乐, 谭 鄂卓茂 拖拉机作业机组智能化技术的研究现状及发展趋势. 中国农业大学学报, 2001, 6(4): 67~70
- 2 谢 斌 拖拉机农具仿真作业机组悬挂系统电液控制技术的研究: [学位论文] 北京: 中国农业大学, 2000
- 3 路涌祥, 胡大弘 电液比例控制技术 北京: 机械工业出版社, 1988 266~270
- 4 孙涵芳 Intel 16位单片机 北京: 北京航空航天大学出版社, 1998 2~27
- 5 谭 鄂卓茂, 谢 斌, 鄂卓茂 拖拉机作业机组电液悬挂控制系统的研制 中国农业大学学报, 2002, 7(6): 64~67