

拖拉机作业机组室内仿真的电液加载系统

谭 攀 李庆和 谢 斌 鄂卓茂

(中国农业大学车辆工程学院)

摘 要 研制了一种采用电液比例溢流阀的液压加载系统,可以模拟土壤比阻为固定值、正弦信号或实测载荷谱等不同形式。加载系统的控制器以 16 位 80196KC 单片机为核心,该控制器可对系统进行数据采集和加载力控制,也可通过串行口接受上位机的命令,并将试验数据传送给上位机保存。上位机可对试验数据进行分析并输出分析结果。

关键词 拖拉机; 液压加载; 控制器

中图分类号 TP 271.31; S 219.1

Study on an Electrohydraulic Loading System for Indoor Experiment Bench of Tractor Working Units

Tan Yu Li Qinghe Xie Bin E Zhuomao

(College of Vehicle Engineering, CAU)

Abstract A kind of hydraulic loading system, with an electrohydraulic proportion pressure valve as its core component, is presented. The resistance ratio of soil can be set as a fixed value, a sine signal or a signal according to the soil data obtained from a specific field can be simulated. The electronic controller, with 80196KC as its CPU, either can acquire data and control the loading system by itself or can be supervised by a PC, which is also called the supervising PC. All the data collected from the loading system can be sent to the supervising PC through serial communication port for saving, further analyzing and graph drawing.

Key words tractor; hydraulic force-loading; controller

在进行拖拉机作业机组机电一体化的应用研究时,需要通过试验来验证机组各个部分的性能。田间试验受到季节变化、试验场地等因素的影响,试验时需要大量人力和物力,并且试验周期较长。因此,安装室内拖拉机作业机组仿真系统来研究其实际作业情况是十分必要的。笔者研制了一套电液比例加载系统,可用来模拟土壤对农机具的作用力。

1 加载系统原理及其动态性能分析

1.1 土壤阻力分析^[1]

以三铧犁为例进行土壤阻力分析。土壤对犁体的作用力主要受耕深和土壤比阻的影响,犁体受到的土壤作用力表达式为

收稿日期: 2000-09-07

“211”重点实验室建设项目

谭 攀,北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)47 信箱, 100083

$$F_w = kh$$

式中: F_w 为犁体受到的土壤作用力, N , 该力与水平面成一定角度 φ 角度大小由土壤土质决定; k 为土壤比阻, $N \cdot m^{-1}$; h 为耕深, m 。

在进行耕深调节时, 犁体除受 F_w 的影响外, 还受到土壤所产生的垂直方向的作用力的影响。在拖拉机牵引速度不变的情况下, 该力表现为与犁体提升速度成正比的阻尼力, 其表达式为

$$F_d = Bv$$

式中: F_d 为阻尼力, N ; B 为阻尼系数, $N \cdot s \cdot m^{-1}$; v 为犁体提升速度, $m \cdot s^{-1}$ 。

F_w 由一个安装于试验台地坑中与水平面成角度 φ 的液压缸加载模拟, 液压缸的输出力即为土壤对犁体的作用力; F_d 由一垂直安装的阻尼液压缸模拟, 阻尼力大小通过节流阀进行调节, 可模拟不同土质土壤的阻尼力。

1.2 电液比例加载系统原理

图 1 为电液比例加载系统原理图^[2]。加载时电磁换向阀 9 工作于左位, 加载液压缸 1 中无杆腔内的压力由电液比例溢流阀 5 控制。控制器采集耕深和土壤比阻信号, 并计算出加载力数值, 然后输出电压, 从而控制比例溢流阀实现加载。

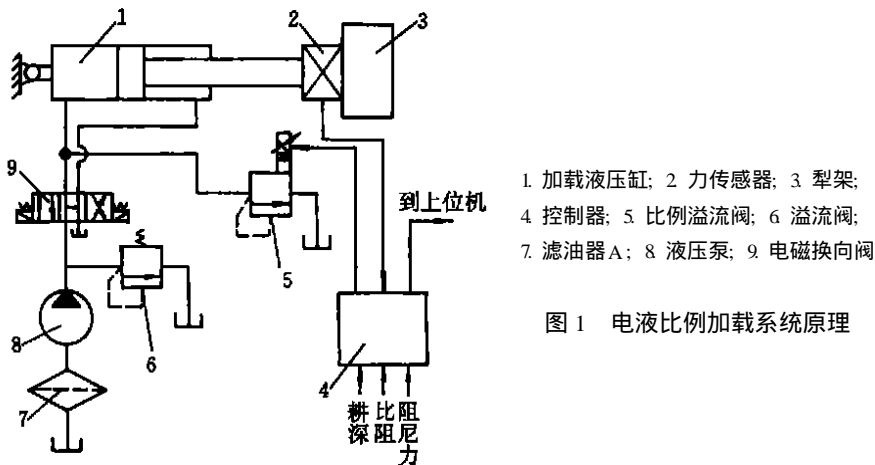


图 1 电液比例加载系统原理

1.3 电液加载系统的动态性能分析

加载液压缸的流量方程和受力方程^[21]分别为

$$Q = C_t P_L + A \dot{y} + (V / \beta_e) P_L \tag{1}$$

$$A P_L = M \ddot{y} + B \dot{y} + Ky \tag{2}$$

式中: Q 为进入液压缸的液压油流量, $m^3 \cdot s^{-1}$; C_t 为内泄漏系数, $m^5 \cdot (sN)^{-1}$; P_L 为负载压力, $N \cdot m^{-2}$; A 为液压缸有效面积, m^2 ; V 为液压缸的等效容积, m^3 ; β_e 为液压油的体积弹性模量, $N \cdot m^{-2}$; M 为犁体质量对加载液压缸的等效质量, kg ; K 为等效弹簧刚度, $N \cdot m^{-1}$; y 为液压缸位移, m 。将式(1)和(2)进行拉氏变换后得到压力-流量传递函数, 以框图形式表示见图 2。图 3 为电液比例溢流阀的传递函数框图^[3]。

由电液比例加载系统原理图可以看出: 1) 由于液压缸的压力由电液比例阀决定, 所以液压缸的压力变化和比例阀的输出压力变化相同; 2) 液压泵输出流量除供给加载液压缸外, 剩余的

部分从比例阀流走。假定液压泵输出流量不变, 则加载液压缸的流量变化就是比例阀的流量变化。

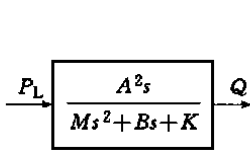


图2 压力-流量传递函数框图

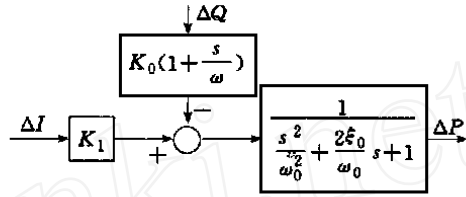


图3 电液比例溢流阀传递函数框图

基于以上分析, 由比例阀框图和加载液压缸框图可得到整个液压加载系统的开环传递函数框图(图4)。在仿真软件 SMULNK 下可建立如图5所示的仿真模型。

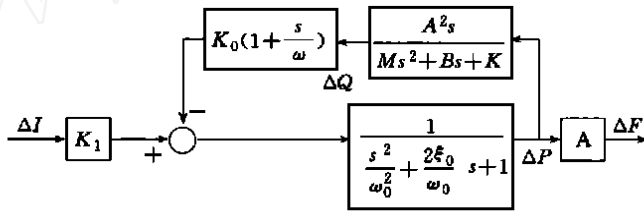


图4 加载系统开环传递函数框图

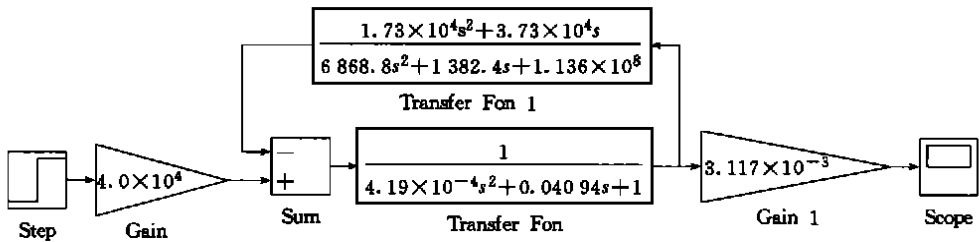


图5 加载系统开环仿真模型

在加载系统开环仿真模型中 Step 是阶跃信号输出源, Scope 是示波器, 可用来观察系统输出的加载力信号。当给系统输入一个 100 mA 的阶跃信号时, 示波器观察到加载力的变化曲线如图6所示。由图6可见, 系统在 0.2 s 的时间内就达到并稳定于理想的加载力, 此时加载力输出值为 12.50 kN, 可见, 过渡过程响应时间为 0.2 s。

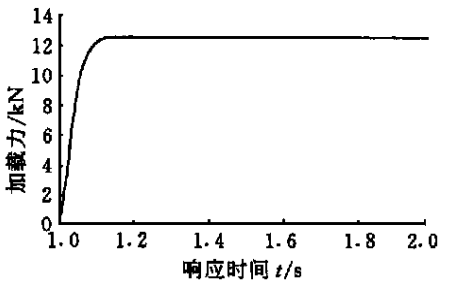


图6 理论阶跃响应曲线

2 试验

将犁架固定在耕深位置上, 突然改变土壤比阻生成一个阶跃信号, 也可以使用信号发生器生成阶跃信号。本次试验采用第一种方法研究加载力的瞬态响应情况。

加载系统控制器可以实时采集包括加载力、阻尼力、比阻和耕深在内的试验数据, 而不需要专门的数据采集仪器。控制器在进行数据采集的同时, 还可将数据处理后以串行通讯方式传递到上位机, 由上位机进行后期数据处理工作。可见控制器不但能对液压加载系统进行加载控制, 而且能够采集和传递试验数据。

上位机在获得试验数据后可绘制出各个信号随时间变化的曲线,图7示出液压加载系统加载力的阶跃响应曲线,其过渡过程响应时间为0.25 s。本实验用拖拉机原液压悬挂系统在力调节方式下对阶跃信号的过渡过程响应时间为1.5 s,因此所设计的加载系统可以满足拖拉机液压悬挂系统快速性的要求。

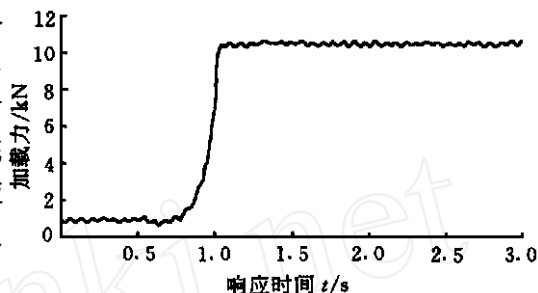


图7 实验加载力阶跃响应曲线

3 结 论

所研制的电液比例加载系统在性能方面达到了试验台的要求,过渡过程响应时间试验值比理论值稍大,这与实际情况相符。在进行室内拖拉机液压悬挂系统动态特性测试及其评价时,该系统可作为仿真试验系统的加载装置。液压加载系统与上位机配合使用,系统操作简单,试验时间短,试验结果易于保存。

参 考 文 献

- 1 陈秉聪,秦维谦 农具机组负载模拟器 吉林工业大学学报,1991(4): 34~ 39
- 2 李庆和 拖拉机室内仿真作业机组电液加载系统的研究: [学位论文] 北京: 中国农业大学,2000 18~ 23
- 3 路侗祥 电液比例技术 机械工业出版社,1988 227~ 230