

## 液压传动动力机械模拟试验台的改进<sup>①</sup> ——试验过程的可视化

常亮<sup>②</sup> 谭或 鄂卓茂

(中国农业大学车辆工程学院)

**摘要** 综合考虑系统性能要求,运用 PC 机与 8031 单片机的串行通讯和 VB 等技术手段,开发了模拟试验台微机控制系统 PC 控制台。可在 PC 机的屏幕上实时动态显示模拟试验台的工作状态,并可对其实施控制。这使试验台的功能得到扩展,提高了效率,为基于试验台的各项研究提供了有力的手段。

**关键词** 液压传动;模拟试验台;可视化

**中图分类号** TH 137

## Improvement of Simulation Rig for Hydraulic Transmitting Power Machine: Visualization of Experiment Progress

Chang Liang Tan Yu E Zhuomao

(College of Vehicle Engineering, CAU)

**Abstract** A PC controlling system of simulation rig was developed with communication between PC and 8031 microcontroller as well as Visual BASIC for Windows to meet the system requirement on performance. The working performance of the simulation rig can be on-line displayed and controled on the PC screen. The function of the rig has been extended and the efficiency also has been raised. The results of this study can be used as a powerful means for various kind of research.

**Key words** hydraulic transmission; simulative test stage; visualization

在本课题的前期研究<sup>[1]</sup>中,已开发出一套用于节能研究的以 8031 单片机为中央控制器件的机电一体化系统。在它的控制下,课题组自行开发的模拟试验台能够正常工作;但试验中需要操作人员在现场操作和观察、记录数据,并且还知道试验的整个过程,因而影响了定量分析系统工作情况的精确度。为实现试验的可视化,拟给系统配备 PC 控制台,把试验台的信息实时送入 PC 机显示和处理,以弥补单片机速度慢、指令简单、显示功能不足、不能支持大型软件、程序编制复杂、数据处理能力差等弱点,使量化的分析和节能试验能顺利进行。为此需对现有的试验台进行改造,配置硬件并编制软件,完成单片机控制系统与 PC 控制台的通讯、PC 控制台对模拟试验台的监测、控制和数据处理。

收稿日期:1998-02-19

①国家自然科学基金资助项目

②常亮,北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)206 信箱,100083

## 1 液压传动动力机械模拟试验台的改进

改进后的液压传动模拟试验台如图1所示。PC控制台不直接与模拟试验台打交道,它所需要的数据都来自单片机控制系统,所发出的指令也是传给单片机控制系统并通过该系统实现对模拟试验台的控制。从单片机控制系统的控制面板上和从PC控制台上进行控制,所使用的是同一段程序,该程序固化在单片机控制系统的EPROM中。由此看来,二者是同一控制系统的2种不同而并行的人机接口形式,对控制而言,不存在实质性差别。

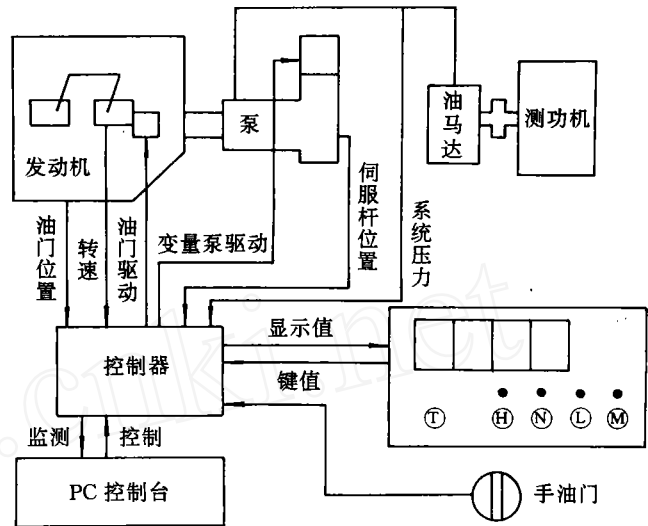


图1 液压传动动力机械模拟试验台

## 2 通讯

PC控制台的上述特点决定了单片机控制系统和PC控制台之间通讯的必要性。8031单片机有2根I/O口线可用作全双工的串行口,即P3.0-RXD(串行输入口)和P3.1-TXD(串行输出口),可以作为UART(通用异步接收和发送器)使用。串行口有4种工作方式,可通过编程予以选定。PC机既具备串行通讯功能又具备并行通讯功能,一般PC机都拥有2个串行通讯口(COM1和COM2)及2个并行通讯口。并行方式一般用于传输距离短、数据量大的场合。PC机上的2个串行口是RS-232C标准串行口,每次传送1位数据,传输速度相对较慢,但硬件开支小,适用于传输距离长、数据量不大的一般要求的通讯场合。

### 2.1 通讯方式的选定

系统采用串行通讯还是并行通讯,主要取决于系统性能要求的数据流速率。线路上有2种数据流:一是PC机传给单片机的命令值,数据量小且实时性要求不高;二是单片机传给PC机的试验台运行参数信息,数据量大,通讯速率由后者决定。

液压系统载荷最高频率 $f_m=5\sim 10\text{ Hz}$ ,根据Shannon采样定理,并为了避免频率混淆,采样频率 $f_s\geq 2\times(1.5\sim 2)f_m=(3\sim 4)f_m$ ,即可取 $f_s=40\text{ Hz}$ ,折算到通讯上,波特率为 $40\times 10\times 11=4\ 400\text{ b}\cdot\text{s}^{-1}$ ,其中,10为一组数据的个数,11为一个数据的位数。这样的通讯速率,无需采用并行通讯,而采用简单、经济的串行通讯方式即可。

### 2.2 接口标准的选定

在本控制系统中,由于8031控制器要控制模拟试验台,为减少数据采集时的传输干扰,控制系统应尽量靠近试验台,以便尽可能缩短传感器导线;另外,本控制系统最终要成为一个车载系统,也要求控制器与发动机接近,即靠近试验台,而PC机则要求有一个相对洁净、平稳的工作环境,一般要置于控制室中;因此二者之间的连线距离一般为4~10 m。综合考虑技术和经济因素,现选用RS-232C标准,这可以在满足系统通讯要求的前提下取得较好的综合效果。RS-232C可直接连接的最大距离达30 m,传输速率低于 $20\text{ kb}\cdot\text{s}^{-1}$ 。目前大多数计算机上都配

有 RS-232C 的接口。

### 2.3 软件实现

在 8031 端使串行口工作在方式 3, 为 9 位异步通讯口。采用循环发送、中断接收的方式。设一个数据采集缓冲区, 存放由中断和查询方式采集来的一组实时数据, 每当 1 个数据采集完毕则予以更新; 另设一个数据发送缓冲区, 存放待发送的一组数据, 一旦该区中的数据发送完毕, 则从数据采集缓冲区中再取一组实时数据存入数据发送缓冲区, 用以发送。此法用以保证一组数据是同一时刻的数据, 如此循环发送, 源源不断地把数据送入 PC 机。接收采用中断方式, 由中断服务程序处理。

PC 端程序以 VB3.0 实现, 每当接收缓冲区接收到一组数据, 就引发一次 RECEIVE 事件, 由 VB 对该事件进行处理, 取出接收缓冲区中的数据, 依 8031 的发送顺序依次处理, 显示或作图。发送的数据较简单, 只有控制命令, 发给 8031, 用于控制程序流向。

## 3 PC 控制台界面

监测。屏幕左上方设有反映系统压力与变量泵排量之间关系的  $p-q$  图, 右上方设有反映发动机输出扭矩与转速之间关系的  $T-n$  图, 其下相应位置以文字的形式显示液压系统的压力、发动机的输出扭矩、发动机的转速等重要数据。PC 机每接收到一组数据, 经处理后即在  $p-q$  图和  $T-n$  图上各作 1 个点, 同时计算出系统的压力、发动机的输出扭矩、发动机的转速并分别予以更新显示。这 2 个图之间设有温度计, 随着发动机水温的升降标示温度的直线柱上下伸缩, 并以自身色彩的变化标示出系统的温度范围。 $p-q$  图下面有水平滚动条是油门位置显示区, 在此人们可以直观地观察到油门的相对位置, 间接地了解油门驱动电机的工作情况。模拟试验台上的另一个步进电机是变量泵伺服拉杆驱动电机, 其工作情况可由  $q$  值的变化观察到,  $q$  值在  $p-q$  图上表现为工作点的横坐标。屏幕最下方的文本区为工作状态显示区, 以汉字形式显示试验台的工况。

控制。PC 试验台界面上能实现系统的全部控制功能, 比单片机面板上能实现的功能有所扩展, 比如可以实现节能对比试验所要求的功能。

数据处理。屏幕上方的主菜单中, 有一系列菜单项, 每一项都代表了系统的一种功能。

1) 开/关通讯。可改变单片机控制系统与 PC 机之间通讯的状态。

2) 保存图像。可将  $p-q$  图或  $T-n$  图保存成 \*.bmp 图形文件。

3) 显示图像。可将某 \*.bmp 文件显示在  $p-q$  区域或  $T-n$  区域。

4) 清除图像。可将  $p-q$  区域、 $T-n$  区域单独或同时清除。

5) 数据文件。用于操作数据文件。其功能有二: 一是“作文件”, 可实时采集串行通讯中传送过来的数据, 保存成数据文件; 二是“作图”, 可使用“作文件”功能中作好的文件, 在  $p-q$  区域和  $T-n$  区域同时作图, 复现此文件采集过程中试验台的工作状况。此功能既可将工作点同时显示在屏幕上, 称“作静态图”, 又可逐点显示、延时, 以达到动态复现试验台工作状况的效果, 称“作动态图”。

6) 帮助。此菜单项中集中了节能试验及程序调试中将用到的几种功能: “文件处理”用以上功能中作好的文件再作一个包含几个中间变量及转速、扭矩、齿条位移等值的文件, 用于对两者之间的关系进行分析处理; “显示文件”用于在程序运行环境里查看数据文本文件的内容, 可

以不必为此退出程序;“计算曲线”用于计算单片机控制系统用到的控制曲线,并按 MCS-51 汇编语言的 \*.asm 文件的格式做成文件,使之可以直接“嫁接”到单片机系统控制程序中,方便了控制曲线的调试修改;“作调试图”可同时用多个文件作图,便于观察试验台的变化;“关于”中有关于本系统的必要的说明。

#### 4 试验效果

在开发完成的 PC 控制台上进行了试验。控制模拟试验台运行时选择轻工况,水温约 60℃。控制加载系统,使液压系统的压力由高到低,再由低到高 2 次缓慢历经压力全程(0~16 MPa)。发动机及液压系统的工作情况如图 2 所示(光滑曲线是控制的目标曲线)。

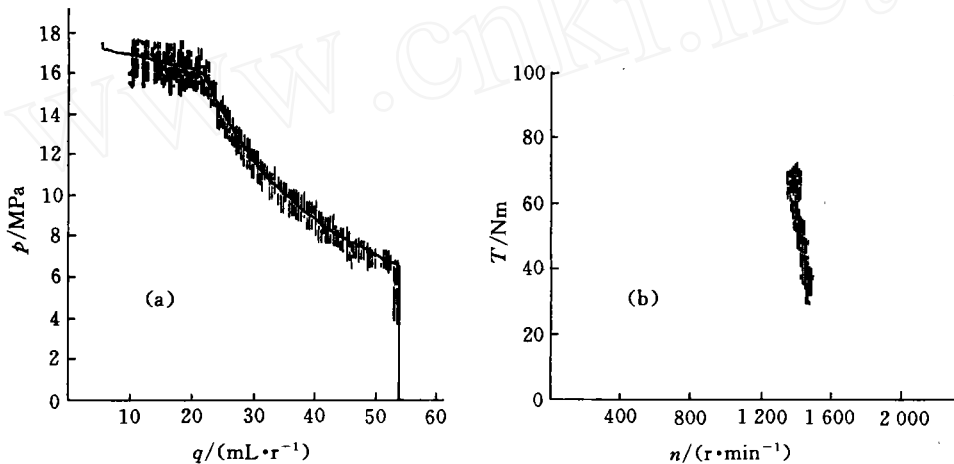


图 2 控制试验效果图

#### 5 结 论

对所研制的液压传动动力机械模拟试验台的改进,使试验过程实现了可视化:观察者能直观地了解整个控制方式和过程;通过实时处理试验台的数据,向人们报告试验台的工作情况,方便了操作者实施控制;可在控制室内进行试验操作,由原来的 2 人现场操作、观察和记录,变为 1 个人可完成试验工作;将试验台数据送往 PC 控制台上进行处理,改变了原来数据记录过程中试验台不可控的状态;对试验数据进行初步的处理,大大方便了后续节能研究的进行。这为基于试验台的各项研究提供了有力的手段。

#### 参 考 文 献

- 1 鄂卓茂,陈 颖,谭 璇,等. 液压传动动力机械节能控制模拟试验台的研制. 中国农业大学学报,1997,2(2):92~97
- 2 鄂惠乐,邱毓强. 汽车拖拉机试验学. 北京:机械工业出版社,1981. 330~335