

文章编号:1007-2780(2011)04-0501-04

基于 DSP 的液晶显控终端设计与实现

初 华¹,刘春光²,袁 东²,万 强¹,黎 伟¹
(1. 武汉军械士官学校 光电技术研究所,湖北 武汉 430075,E-mail:chuhua666@163.com;
2. 装甲兵工程学院 控制工程系,北京 100072)

摘 要: 设计了车辆显控终端的整体结构,采用动态切图和波形平移的方法,利用 DSP 编程实现虚拟仪表和虚拟示波器的功能。装车实验结果表明,所设计的显控终端运行可靠,具有良好的人机交互性。
关 键 词: 显控终端;动态切图;波形平移;虚拟仪表;虚拟示波器
中图分类号: TN27 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3788/YJYXS20112604.0501

Display-Control Design of Terminal Equipment Based on DSP

CHU Hua¹,LIU Chun-guang²,YUAN Dong²,WAN Qiang¹,LI Wei¹
(1. Optoelectronics Facility, Wuhan Ordnance Non-Commissioned Officer Academy,
Wuhan 430075, China,E-mail:chuhua666@163.com;
2. Department of Control Engineering, Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China)

Abstract: This paper gives a main structure of the display-control terminal equipment, and shows the function of virtual oscillograph and virtual meter by dynamic pictures switching and waves moving, which is based on programming of DSP. After the experiments on the vehicle, this system goes well and shows good performance of human-computer interaction.
Key words: display-control terminal equipment; dynamic pictures switching; waves moving
virtual meter; virtual oscillograph

1 引 言

液晶显示器(LCD)具有显示信息丰富、功耗低、体积小、重量轻、超薄等许多其他显示器无法比拟的优点,被广泛应用于单片机或 DSP 控制的智能仪器、仪表和低功耗电子产品中^[1-6]。LCD 与功能强大的 CPU 相结合,可实现良好的人机交互^[7]。本文提出的车辆显示终端由 TMS-320F2808 的 DSP 和 800×600 点阵彩色液晶触摸屏组成。LCD 触摸屏上,预先定义已经开发好的各种指令,通过 DSP 编程,利用 SCI 串口发送显示终端的各种指令,即可实现虚拟仪表显示、触

摸按键操作、数字示波器等功能。其难点是虚拟仪表和虚拟示波器的形象化设计及实现,设计宗旨力求符合真实的仪表和示波器,并且使显示数据真实准确。

2 显控终端功能规划

显控终端的功能必须满足整车的综合控制要求,具体分为以下几点^[8]：
(1) 将驾驶员操作意图及时准确地传输给综合控制器,实现对全车各子系统的控制。显控终端和各子系统交互的数据较多,通过数据信息优化组合、通讯应用层协议的制定来保证数据传输

的实时性和可靠性。

(2) 接收各电气子系统上传的状态信息,利用虚拟仪表、曲线、图像等形式,生动形象地显示各子系统的状态。

(3) 接收各子系统传过来的故障诊断信息,对传来的故障信息进行形象的显示,方便驾驶员或实验人员进行及时的故障排除,避免危险。

(4) 对故障信息、重要数据具有记录存储功能,并可随时调用显示。

3 显控终端硬件结构设计

根据显控终端的功能规划,显控终端硬件结构如图 1 所示。

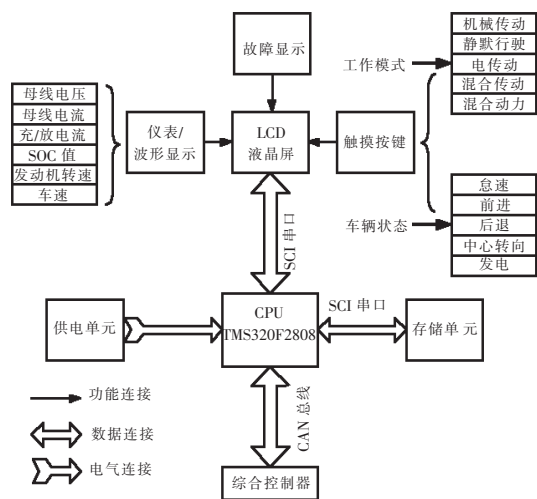


图 1 显控终端硬件结构

Fig. 1 Hardware structure of the display-control terminal equipment

显控终端采用 TMS320F2808^[9-10] 作为主控芯片,其与液晶屏通过 SCI 串口传输数据,与车辆综合控制器通过 CAN 总线传输数据。LCD 液晶显示屏采用 12 V 供电,物理按键采用 5 V 供电。为了防止数据的丢失,需要将重要的数据进行备份存储,当测试和维护时,可以通过串行总线随时地提取和显示。本文将液晶屏驱动器自带 32 Mbyte 的用户空间作为数据存储单元。

4 显控终端主要功能实现

4.1 虚拟仪表实现

虚拟仪表的作用是将车辆运行的参数通过仪表盘的形式直观地反映出来。其基本思想是

在液晶屏驱动器的存储空间内预先存储一定数量的图片,每一张图片指针指在不同的位置,通过 CPU 控制图片的切换,在人眼反应的时间内,由于视觉暂留,即可实现仪表动态显示。综合控制器将要显示的参数通过传感器采集后,用 CAN 总线传给显控终端的 DSP 控制单元,DSP 经过计算,再通过 SCI 串口通信传给液晶屏的驱动器。下面以母线电压为例,介绍 DSP 计算过程。

设母线电压真实值为 V_1 ,取值范围为 $0\sim350\text{ V}$,经过电压互感器后送入 DSP 的 A/D 输入口后的电压值为 V_2 ,取值范围为 $0\sim3.3\text{ V}$ 。 V_1 与 V_2 的关系为:

$V_2 = k_1 V_1$ (k_1 可经过多次测量取平均值) (1)

V_2 经过 A/D 采样送入 DSP 后的数字量为 D_1 ,其取值范围为 $m_1 m_2 H \sim n_1 n_2 H$ ($m_1 m_2 < n_1 n_2$),换算成十进制设为 m 和 n ,其中 ($m < n$)。

$$D_1 = k_2 V_2 = k_1 k_2 V_1 \quad (2)$$

虚拟仪表通过存储许多张图片的形式进行指针的切换,如母线电压共存储了 35 张图片,分别为页码 1~35,图片界面如图 2 所示。每张图片上指针变化幅度为 10 V,所以其最小误差也为 10 V。DSP 每次向液晶驱动器发送图片页码,设图片页码为 P_a , P_a 的取值范围为 1~35, P_a 与 D_1 的关系为:

$$P_a = \frac{34}{n-m} \cdot D_1 + \frac{n-35m}{n-m} \quad (P_a \text{ 取整数}) \quad (3)$$

将公式(2)带入公式(3)可知,图片页码 P_a 和真实电压值 V_1 为线性关系。通过实验取得系数 k_1 和 k_2 的值,经 DSP 运算后,给液晶屏发送不同指针位置的图片的页码,在人眼视觉反应时间内,就可以用指针动态指示电压的变化,其最小精度可通过增加图片页数来提高。

为了实现仪表指针的动态显示,实际发送的图片页码并不是 P_a ,而是从第一页开始的 P_0 ,每一个时钟周期中比较 P_0 与 P_a 的大小,当 $P_0 < P_a$ 时, $P_0 + 1 = P_1$ 送给液晶屏,液晶屏显示的是 P_1 的图片,下一周期再将 P_1 与此时的 P_a 相比较,若仍小于 P_a ,则 $P_1 + 1 = P_2$ 送给液晶屏,若大于 P_a ,则将 $P_1 - 1 = P_0$ 送给液晶屏,这样就可看到液晶屏上的指针随着真实值的变化而变化,并且避免了突变,给人以真实仪表的感觉。图 2 为虚拟仪表的部分显示界面。

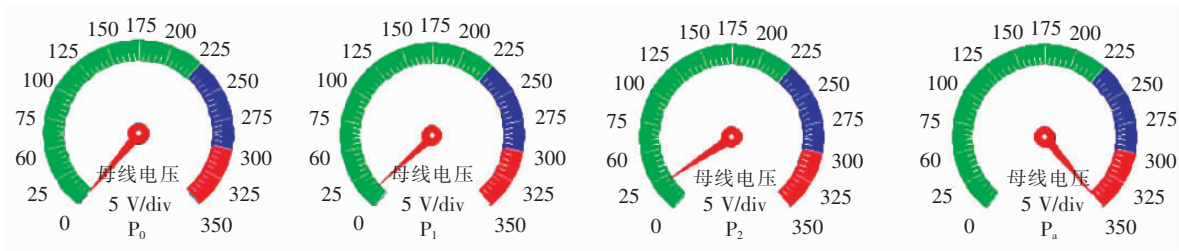


图 2 虚拟仪表部分显示界面

Fig. 2 Display interface of the virtual meter

4.2 虚拟示波器实现

虚拟仪表的显示是动态的显示，在某一个时刻并不能真实反映当前参数的具体值，也不能查看过去某一时刻的参数值。虚拟示波器可以解决这个问题，并且能直观地看出参数的变化趋势。根据电子测量的基本理论，示波器的采样分为实时采样和等效采样两种方式，等效采样一般要求采样频率大于 20 MHz，本虚拟示波器要采集的工作参数频率很低，故采用实时采样。由于液晶屏的分辨率为 800×600，除掉边框及修饰，X 轴实际像素选取为 500，以 5 个像素选取一点，可计算出存储深度为 100 点。

设在 t_1 时刻波形显示参数的纵坐标分别为 $(Y_1, Y_2 \cdots Y_m)$ ，为实现波形移动，在 t_2 时刻需显示的点纵坐标为 $(Y_2, Y_3 \cdots Y_{m+1})$ ，其中 m 指存储深度， Y_{m+1} 为 t_2 时刻新采到的参数值。原理图如图 3 所示，由于在每个时刻液晶屏上只能显示一条曲线，所以在向液晶屏发送新的数组之前必须清屏，否则屏上将被所有的线画满。

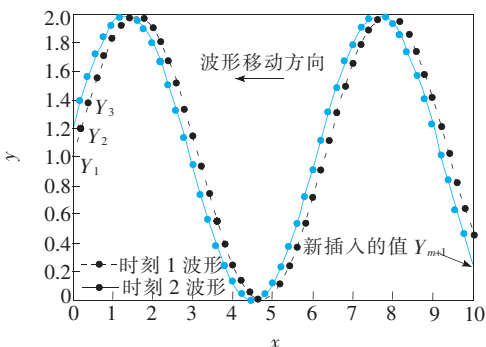


图 3 虚拟示波器原理图

Fig. 3 Schematic of the virtual oscilloscope

参数显示纵坐标 Y_{m+1} 的计算与虚拟仪表的计算方式相似，但是智能终端的坐标系与普通笛卡尔坐标系不同，采用的是图像坐标系，即以可视

区域的左上角为坐标原点，向右为 X 轴正向，向下为 Y 轴正向。所以 Y_{m+1} 与实际参数值成反比例关系，并且需要对最大值进行限幅。

$$Y_{m+1} = \frac{k_c}{C} \tag{4}$$

(C 为某一参数的实际值， k_c 为常数，可通过多次测量求平均值得到)

4.3 液晶屏触摸功能实现

触摸液晶屏后，液晶屏会向 DSP 返回触摸位置的坐标值，由于操作界面的多层次性，不同界面下返回的坐标值可能为同一坐标值，故如何区分不同界面下的坐标值是设计的难点。

采用分页的方法可以对不同界面下的坐标值进行区分：当液晶屏检测到按键坐标值 (x, y) 后，传给控制 DSP，DSP 乘以液晶屏当前显示的页码 P_n ，作为程序计算的坐标值，这样可以得到在不同显示界面下的对应的触摸区域。例如在第一层界面下触摸坐标范围为 $(0 \times 0 \sim 800 \times 600)$ ，在第二层界面下触摸坐标范围为 $(801 \times 601 \sim 1\,600 \times 1\,200)$ ，如果用 16 位寄存器来存储坐标值，最多可以实现 82 层界面，足以满足设计要求。

5 显控终端特色设计

5.1 物理按键和触摸功能复用

液晶屏自带触摸功能，考虑到系统使用环境和各种工作状况，设计了与触摸功能一致的按键，当触摸屏受环境或温度等外在因素影响时，可以选择物理按键进行操作，同时，物理按键还可在整车调试过程中起到备用功能，增强了终端的可靠性和稳定性。

5.2 采用多总线的通讯方案

仪表数据显示需要传输大量数据，对实时性要求也较高，如果使用 CAN 总线将占用总线大量时间和资源，因此这类需要不间断传输的信息采用了

通用的串口总线(SCI)来实现,从而减少了 CAN 总线的信息传输量,提高了数据传输的效率。

5.3 信息获取方式有序可靠

显控终端获取信息分为两种,与液晶屏的串口通讯是从缓存区按顺序提取数据。与各子系统的

CAN 通信,是通过判断传输信息是否变化而采取的有选择性的提取信息。有选择性的提取信息有助于提高通信的效率,同时也可提高信息的准确性。

图 4 为所设计的显控终端实物图。



图 4 显控终端实物图

Fig. 4 Physical picture of the display-control terminal equipment

6 结 论

针对电传动样车综合控制器的具体功能要求,设计了满足实际需要的显控终端,并在电传动

样车上得到了很好的应用。实验结果证明,该显控终端能够将驾驶员的操作意图转换为整车可执行信号,准确显示车辆运行的各项状态参数,运行稳定可靠,具有良好的人机交互性。

参 考 文 献:

[1] 廖自力,臧克茂,马晓军,等. 装甲车辆电传动技术现状、关键技术与发展[J]. 装甲兵工程学院学报,2005,19(4): 29-33.

[2] 李付坤,张建,陈华明,等. 基于 AVR 单片机的终端显控设计[J]. 微处理机,2008,29(1):131-133.

[3] 席鑫宁,潘宏侠. 基于 DSP 的 LCD 模块设计及其在设备状态监测系统中的应用 [J]. 液晶与显示, 2009, 24 (1): 110-115 .

[4] 程明,肖祖胜. 基于 FPGA 的 TFT-LCD 显示驱动设计[J]. 液晶与显示, 2009, 24 (2):228-231.

[5] 郭振华,魏廷存. 适用于小尺寸 TFT-LCD 的图像锐化算法及其硬件实现[J]. 液晶与显示,2009,24(5):756-761.

[6] 胡小龙,冯彬. 基于 FPGA 的高分辨实时监控图像缩放设计[J]. 液晶与显示, 2009, 24(6):882-884.

[7] 潘应云,曾伟,陈家胜. 基于 ARM 的智能显示终端 [J]. 电子测量技术,2008,31(1):160-162.

[8] 孙逢春,张承宁. 装甲车辆混合动力电传动技术[M]. 北京:国防工业出版社,2008.

[9] 苏奎峰,吕强,常天庆,等. TMS320X281X DSP 原理及 C 程序开发[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2008.

[10] 苏奎峰,吕强,耿庆锋,等. TMS320F2812 原理与开发[M]. 北京:电子工业出版社,2006.