

# 波形处理示波器7854接口控制器的研制

张 佳 峰

(应用物理系)

## 摘 要

本文讨论了波形处理示波器7854接口控制器硬件和软件的设计。该控制器提高了示波器的智能,扩大了它的使用范围

## 一、引 言

Tektronix 公司的波形处理示波器 7854 ( waveform processing oscilloscope ) 是先进的数字存贮、实时处理的高性能示波器,其内部有以两个微处理器为核心的控制、波形数字化、存贮(有多个存放波形数据的波形寄存器及一个存放程序的程序寄存器)和波形处理等部件,可通过波形计算器键盘或程序对波形进行处理;经IEEE-488总线接口与主计算机连接,实现自动测试、信息交换、处理和存贮。

为提高该示波器智能,扩大使用范围,使它脱离主计算机仍能方便地获得波形曲线的硬拷贝,能与外界交换信息,长期地保存波形数据和运行的程序,特研制此接口控制器。它使得可用普通的模拟X-Y记录仪绘制波形曲线,用配调制解调器的录音机把波形数据和程序存入磁带。

## 二、接口控制器功能及硬件

接口控制器的功能:(1)绘制波形曲线:由X-Y记录仪绘制存放在指定波形寄存器中的波形曲线;(2)波形数据存入磁带。把指定的波形寄存器中的波形数据存入录音机磁带;(3)读出磁带中的波形数据。从磁带中找出指定的波形数据的记录,存入示波器波形寄存器0;(4)程序存入磁带。把程序寄存器中的程序存入录音机磁带;(5)读出磁带中的程序。从磁带中找出指定的程序的记录,存入示波器程序寄存器。

实现上述功能的接口控制器应包括:向示波器7854发控制命令及与它进行信息(数据和程序)交换的IEEE-488总线控制器,这是整个接口控制器的核心;用以配接模拟X-Y记录仪的模拟接口和用以配接录音机的RS-232接口,它们组成一个单板微计算机,硬件方块图见

本文1987年10月16日收到。

图 1.

## 1. 微处理器

采用Texas Instruments 公司的准16 位 MPU TMS9995. 它易于与该公司的 IEEE-488总线适配器TMS9914相配合实现对IEEE-488总线的控制; 易于与异步通讯控制器TMS9902相配合实现RS-232 接口, 此外, 它还具有较强的数据处理能力. TMS9995具有除三总线外的一条CRU (Communication Register Unit) 总线, 用以管理内存和外设间的串行I/O操作; 外设采用存贮器寻址方式, 存贮器由EPROM (MBM27128×2) 及RAM (HM6264) 组成. 地址分配如下:

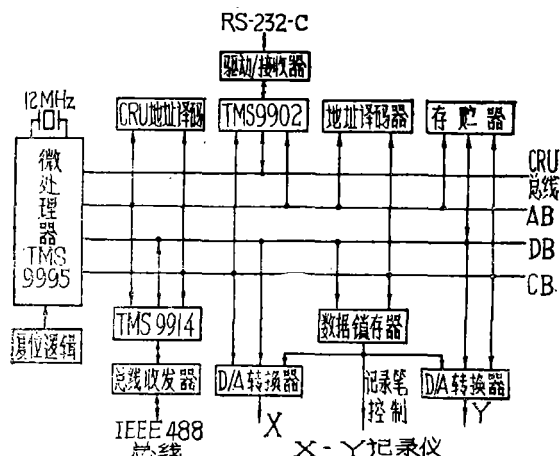


图 1

0000—2FFF H	POWER BASIC	} EPROM
3000—7FFF H	接口控制器程序	
A001—A00F H	IEEE-488总线适配器TMS9914 (奇地址)	
A010—A01F H	奇地址: x轴D/A转换器; 偶地址: 数据锁存器	
A020—A02F H	奇地址: y轴D/A转换器; 偶地址: 数据锁存器	
E000—FFFF H	RAM	

## 2. IEEE-488总线控制器

由TMS9995, TMS9914和总线收发器等组成, 这是一个单控者的IEEE-488总线系统. 单片TMS9914具有ANSI/IEEE-488/1975/78规定的所有功能, 它经三总线与MPU相连接, 经总线收发器接至IEEE-488总线, 它还具有七个只写和六个只读寄存器, MPU 通过这些寄存器控制接口和交换信息. 波形处理示波器7854在IEEE-488总线上的地址设为7, 信息结束标志用EOI线, 示波器既可寻址为听者也可寻址为讲者. 这些可用示波器背面的开关设定(图2).

本总线控制器也可用于其它单控者或多控者的IEEE-488总线系统, 例如小型的 (即数据处理量不很大的) 自动测试系统.

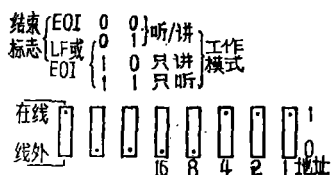


图 2

## 3. 异步通讯接口

由TMS9902和驱动器, 接收器组成, TMS9902 是为 9900 系列MPU设计的外设接口芯片, 完全满足EIA标准RS-232C.

TMS9902经地址总线、控制总线和 CRU 总线 (CRUIN、CRUOUT、CRUCLK) 与MPU相连, 它占用32位 读/写空间. MPU利用其中的23位写空间和五个寄存器发送通讯命令和控制信息, 利用 32 位读空间来获得状态信息. RTS, CTS, DSR, XOUT和RIN与异步通道相连. TMS9902的CRU基地址是0180H.

## 4. 模拟接口

由数据锁存器、两个12位的D/A转换器及输出放大电路组成, 12位数据分两次送给D/A转

换器(高4位经数据锁存器),另外,数据锁存器的最高位用以控制记录笔。

### 三、软件简介

接口控制器程序用TI公司的POWER BASIC和汇编语言编写。POWER BASIC语句虽不多,但功能较强。它可任意定义函数和变量,有较强字符串、单个字符和位处理能力,较强处理中断的能力,有专门用于CRU通讯的语句,便于与汇编语言相连接。

控制器程序设计有两个目标,一是实现规定功能,二是便于用户学习、使用。程序分为四个模块:初始化模块和三个功能模块,每个模块又由执行特定操作的各级子程序构成。控制器功能、子功能以菜单形式显示于示波器,便于用户选择,同时显示输入操作的方法,便于学习和使用。控制器功能菜单显示如下:

```

MAIN MENU                                15-10-1984
*CONTROLLER FUNCTIONS:                  *
  1.DRAW CURVE
  2.SAVE CURVE IN CASSETTE
  3.TAKE CURVE FROM CASSETTE
  4.SAVE PROGRAM IN CASSETTE
  5.TAKE PROGRAM FROM CASSETTE
*INPUT THE SELECTED FUNCTION            *
*THE INPUT FORMAT: D >SENDX            *
D: A DIGIT BUTTON(1-5)
  
```

如果输入错误的数字,在显示原菜单或通知的同时显示出错通知。提请用户注意,要求重新输入。完成所选择功能后,显示完成通知。程序总流程图如图3所示。

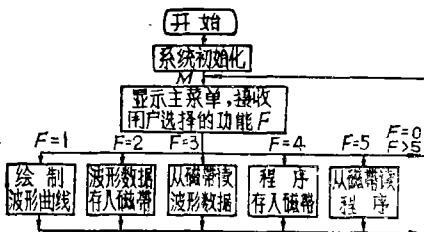


图3

#### 1. 系统初始化模块

示波器通电且自测试完成后,接通控制器电源,就自动执行存放在控制器 EPROM 中的程序。首先执行的初始化程序(由系统初始化和显示功能菜单,并接收用户选择的功能两部分组成),此后就进入相应的功能模块。

1) 系统初始化包括定义变量、TMS9902初始化(设定CRU基地址,芯片复位,设定串行传输速率和传送格式)、TMS9914初始化(芯片复位,发IFC和REN信号,处于控者作用态)和显示输入当时日期的通知并接收用户输入数据。

2) 显示菜单(或通知)并接受用户输入数据的子程序由以下三部分组成:(1)控制器发接收显示文本(菜单或通知)的命令'>TEXT'给示波器,并查询示波器的状态,直至它准备好接收;(2)控制器送显示文本给示波器。该文本要求用户输入数据(包括选择的功能、子功能代码或数据)。控制器查询示波器状态,直至示波器接收了用户输入的数据,并准备好把数据发送至IEEE-488总线;(3)控制器接收示波器经IEEE-488总线发送来的

数据。

## 2. 功能1(绘制波形曲线)模块

在显示功能1菜单并接收用户选择的子功能后,就执行各子功能。

在子功能1(使记录笔处于左下角)和子功能2(使记录笔处于右上角)用户可调整波形曲线图的外形尺寸。

在选择子功能3(绘制波形曲线)或4(绘制有零线的波形曲线)后,示波器显示通知,要求用户指明存放该波形曲线数据的波形寄存器,此后该波形数据经IEEE-488总线送给控制器。波形数据由引导部分(包括X轴和Y轴的刻度,零线位置及每个波形数字化时的采样点数等信息)和数据部分(以显示屏中心线为基准的数值)组成。控制器对这些信息进行变换处理,形成12位数据经D/A转换器输给X-Y记录仪。程序还根据相邻两采样点数值之差,利用内插法在其间适当增加一些数据输出点,以使波形曲线更为平滑。

## 3. 功能2(波形数据存入磁带)和功能4(程序存入磁带)模块

为便于日后找寻某波形数据或程序的记录,在存入磁带前由用户赋给每个记录一个特有的识别码N(1—99)。如N为0,表示返回显示功能菜单;N≥100,属错误输入,波形数据和程序的识别码字符串分别为‘WAVEFORM N’和‘PROGRAM N’。

存入磁带的波形数据和程序记录的格式示意图分别见图6(a)、(b)。波形数据是逐个字节传送的,而程序是逐段(由数行组成)传送的。

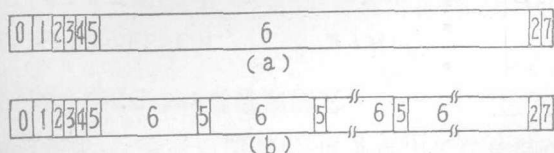


图4 (0为一个记录前的空白部分;1为五十个同步字符(SYN);2为一个零字符(NUL);3为存入日期字符串,格式为日-月-年;4为识别码字符串;5为空白部分;6为除最后一个字节外的波形数据或程序;7为数据或程序的最后一个字节)

## 4. 功能3(读出磁带中的波形数据)

### 和功能5(读出磁带中的程序)模块

在显示通知并接收用户输入的波形数据识别码或程序识别码后,程序首先寻找记录的引导部分(即图4中的1和2),此后读出日期字符串(供显示通知)及识别码字符串。若读出的识别码字符串与用户输入形成的识别码字符串不同,程序可连续寻找三个同类的记录,仍未找到就显示

没找到该记录的通知并返回本模块开始;若两字符串相同,即找到该记录,随后把该记录从磁带读出。

由于数据经IEEE-488总线接口传送的速率比经RS-232接口快,且示波器在接收波形数据时每个字节后允许中断,故波形数据可以逐个字节传送。然而,示波器在接收程序文本时,只有在接收了每个程序行的最后一个字符‘CR’后才允许中断,否则就认为出错,停止接收。因而在功能4和功能5中,程序不能逐个字节传送,至少须逐行传送。鉴于内存尚有剩余,为提高传送速率,每次传送由数行组成的一段程序(不得超过1040个字符)。

## 四、结 语

本接口控制器硬件组装调试后一年多的使用表明:完全满足规定的性能指标,提高了该示波器的智能,扩大了使用范围,利用实验室常用的X-Y记录仪就可方便地得到波形的硬

拷贝(否则需用拍照方法),用配调制解调器的录音机就可长期保存波形数据和程序,便于送往主计算机进行数据处理,且可把波形数据和程序回送给示波器;由于功能、子功能以菜单形式显示,而且也显示使用方法和执行情况报告,学习、使用极为方便。随着计算机技术和自动测试技术的发展,越来越多的仪器设备都配置了IEEE-488总线接口,使得仪器设备的智能大大地提高,推广和普及IEEE-488总线接口技术势在必行。

### 参 考 文 献

- [1] Piotrowski, A., *IEC-BUS*, Franzis-Verlag GmbH, Muenchen, (1984), 87-91, 130-146.

## The Development of an Interface Controller for Waveform Processing Oscilloscope 7854

Zhang Jiafeng

### Abstract

This paper discusses the hardware and software designing of an interface controller for waveform processing oscilloscope 7854.

This interface controller improves the intelligence of oscilloscope and extends its use. With the aid of the controller, an ordinary analog X-Y recorder can be used to draw waveform curves and a cassette recorder with modem can be used to save the waveform data and programs.