

基于 P89C51 单片机与 Delphi 的地平仪检测系统的设计

周士兵, 杨晓宇

(中国科学院 上海技术物理研究所, 上海 200083)

摘要:文中基于 P89C51 单片机和 Delphi, 根据卫星用红外地平仪产品研制的特殊性, 设计了一套地平仪地面检测系统。该地面检测系统具有 RS-232 串行通讯、RS-422 串行通讯、数据缓冲、电激励信号产生等功能。地面检测系统上位机软件在 Delphi 集成开发环境下编写调试, 人机界面友好、功能强大, 可以进行姿态角计算、随机噪声等效角计算、数据存储显示与曲线显示、指令发生、二维转台角度控制。该地面检测系统可以模拟星载计算机对地平仪进行控制、注数和读数等操作, 为产品的研制、调试和测试提供了一个半物理仿真环境。

关键词:地平仪; 串行通讯; 单片机; Delphi

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2010)06-0205-04

Design of Test System Used for Infrared Earth Sensor Based on P89C51 Microcontroller and Delphi

ZHOU Shi-bing, YANG Xiao-yu

(Shanghai Institute of Technical Physics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200082, China)

Abstract: According to the particularity of infrared earth sensor used on the satellite, a test system based on P89C51 microcontroller and Delphi and used on the ground for the infrared earth sensor was designed. Powerful functions such as RS-232 serial port communication, RS-422 serial port communication, data buffer storage, producing electric signal and so on were included in the test system. The upper software was compiled and debugged in the Delphi integrated development environment and had friendly interface and powerful function. Tasks such as calculating attitude angle and random noise equivalent angle, showing data curve and sending out instructions and controlling two-dimensional turntable could be completed by this upper software. The test system could simulate the computer of the satellite to control the infrared earth sensor and exchange data with it. A semi-physical emulational environment had been offered for producing, debugging and testing.

Key words: infrared earth sensor; serial port communication; microcontroller; Delphi

0 引言

地平仪, 又称红外地球敏感器^[1,2], 是基于对地球和外层空间背景之间的红外辐射差敏感, 利用光学扫描电机和特殊设计的光学系统对地球进行圆锥光学扫描, 地平辐射信号成像在热敏元件上, 经过电子学系统的处理, 在一个扫描周期内可得到相对敏感器基准 φ_0 的 4 个地平穿越角: 太空/地球穿越(S/E) φ_1 、 φ_3 , 地球/太空穿越(E/S) φ_2 、 φ_4 。通过信息处理电路实现穿越角的测量, 并与星载计算机进行数据的交换。地平仪可在轨实现卫星相对于地球局地垂线的滚动、俯仰姿

态角信号的测量, 为卫星初始入射时对地球的捕获及稳态运行时卫星的姿态闭环控制提供测量基准。

地平仪产品在交付验收前需要按照相关设计文件要求及产品测试细则在地面对其性能指标等进行详细测试, 这就需要一套能够模拟地平仪在轨工作状态的地面检测系统对地平仪进行控制与测试。

文中设计的地面检测系统^[3,4]包括基于 P89C51 单片机^[5]的地面检测设备和在 Delphi^[6]集成开发环境下编写的上位机软件, 该检测系统辅以二维转台、地球模拟器, 构成了地平仪产品研制、调试和测试的半物理仿真环境。

1 系统的工作原理

地平仪安装在二维转台上, 通过地面检测系统控

收稿日期: 2009-09-19; 修回日期: 2009-12-23

基金项目: 国家高新卫星“遥感卫星六号”项目(编号略)

作者简介: 周士兵(1971-), 男, 硕士, 高级工程师, 研究方向为卫星红外地球敏感器。

制地平仪开关机、控制二维转台运动模拟卫星在轨运行的俯仰和滚动,地球模拟器通过温度控制可以模拟地球太空环境,地平仪扫描地球模拟器获得地球/太空、太空/地球穿越,地面检测设备读取地平仪数据并上传到上位机,上位机对读取的数据进行处理,得到卫星的俯仰和滚动姿态角。上位机可以通过地面检测设备对地平仪进行参数设置,以调整地平仪的工作模式。

当不使用地球模拟器时,可以由上位机设置俯仰、滚动角,地面检测设备生成对应的电激励信号输入到地平仪,地平仪通过对电激励信号处理生成模拟的地球/太空、太空/地球穿越,从而可以检验地平仪除光学系统之外产品的工作性能。

2 系统的硬件设计

2.1 控制单元

地平仪地面检测设备控制单元选用 P89C51 单片机,该型单片机采用高性能低功耗的静态 80C51 设计,由先进 CMOS 工艺制造并带有非易失性 FLASH 程序存储器,片内包含 128 字节 RAM、32 条 I/O 口线、3 个 16 位定时/计数器、6 输入 4 优先级嵌套中断、1 个串行 I/O 口及片内振荡器和时钟电路。

2.2 地面检测设备外围电路

地面检测设备外围电路包括单片机复位电路、电机光栅码盘输出 4096Hz 脉冲信号滤波电路、电激励信号产生电路、RS-232 通讯接口电路、RS-422 通讯接口电路^[7,8]。

电路设计中,单片机与地平仪之间为 RS-422 串行通讯方式,单片机与上位机之间为 RS-232 串行通讯方式。

RS-232 接口电路选用 MAX233A,该芯片内部包含两套收发接口电路,使用时无需外加阻容元件。

RS-422 接口电路选用 82C52 和 DS8921,82C52 为并行/串行转换接口芯片,DS8921 为 RS-422 差分接口芯片,本电路 RS-422 通讯为异步串行差分传输方式,不需要时钟信号同步,数据传输波特率为 115.2 kbps,82C52 工作时钟为 1.8432 MHz。

RS-422 接口电路原理图如图 1 所示。

在设计中,82C52 上电复位应比单片机复位延迟一定时间,如果因电路设计原因二者同时复位,则 82C52 初始化应比单片机初始化延迟一定时间,否则 82C52 无法正常工作。

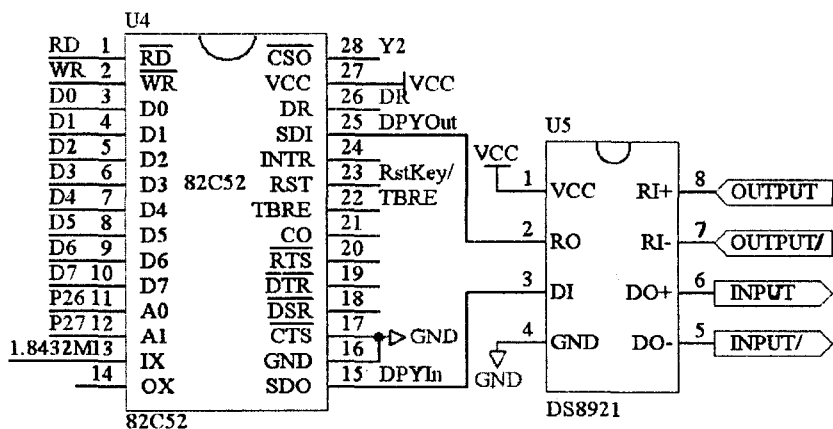


图 1 地面检测设备 RS-422 接口电路原理图

电激励信号产生电路选用 8253、54HC21 和 54HC74 芯片,电路以地平仪输出的电机光栅码盘信号 4096Hz 脉冲作为时钟信号,两片 8253 可编程定时器/计数器、与非门和 D-触发器共同完成频率为 2Hz 的电激励信号的产生。

电激励信号产生电路原理图如图 2 所示。

8253 可编程定时器/计数器采用硬件触发选通的方式 5 工作模式。写入方式控制字及计数常数值后,输出 OUT 保持高电平,在门控信号 GATE 出现上升沿后开始计数,计完最后一个数,输出一个时钟周期的负脉冲。计数过程未结束之前重新触发时,将使计数器重新开始计数。

3 系统的软件设计

3.1 下位机软件

地面检测系统下位机软件用汇编语言^[9]编写,编译、链接后生成十六进制文件,用 FLASH MAGIC 软件通过串口在线烧录到单片机中。

地面检测电路中,82C52 控制字写入、数据的写入和读出及相应的中断处理、8253 计数器控制字、计数值的写入及计数启动都由单片机严格的时序控制,通过相应的软件实现。

程序初始化之后,单片机循环查询串口收缓冲器,同时接受地平仪每秒钟由光学扫描电机产生的一个基准信号 φ_0 脉冲作为中断请求,根据串口缓冲器接收的数据进行相应的操作,或是响应每秒一个 φ_0 信号的中断请求读取地平仪数据并上传到上位机。

单片机软件流程图如图 3 所示。

其中,82C52 芯片的初始化程序代码如下:

```
INIT82C52:MOV A, #32H
          MOV DPTR, #62FFH;UCR
          MOVX @DPTR,A
          MOV A, #7CH
```

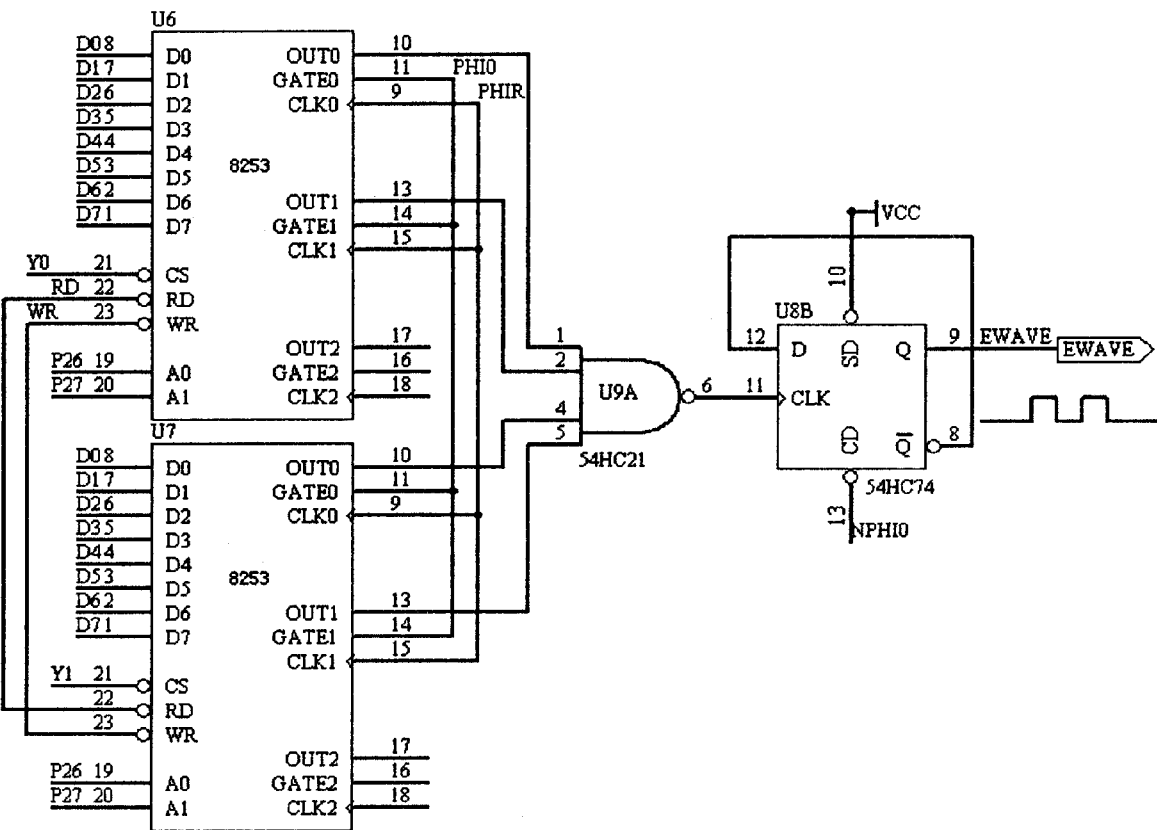


图 2 地面检测设备电激励信号产生电路原理图

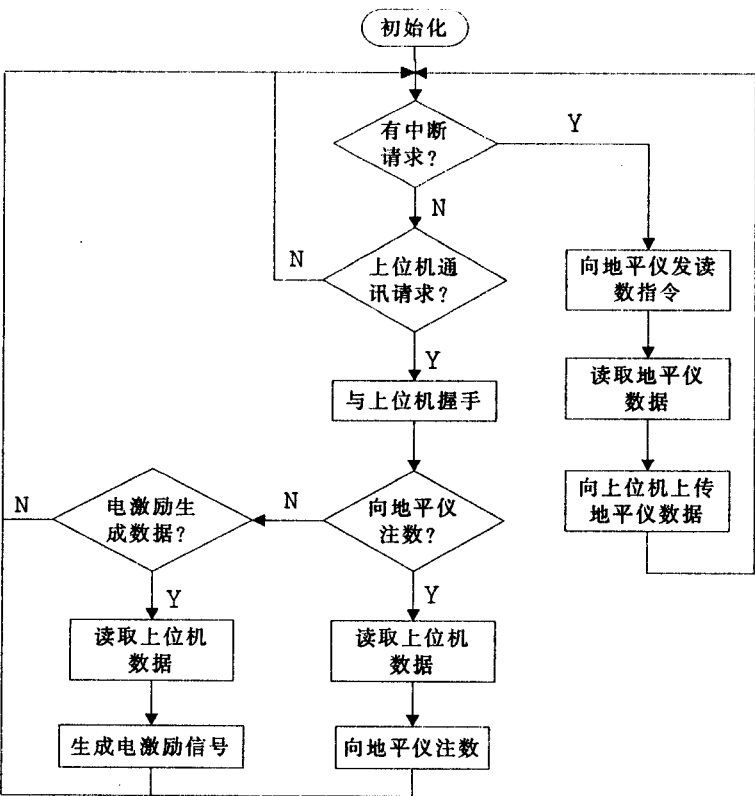


图 3 单片机软件流程图

```
MOV DPTR, #0E2FFH ;BRSR
MOVX @DPTR, A
```

```
MOV A, #20H
MOV DPTR, #0A2FFH ;MCR
MOVX @DPTR, A
MOV DPTR, #22FFH ;RBR
MOVX A, @DPTR
MOV DPTR, #62FFH ;USR
MOVX A, @DPTR
RET
```

3.2 上位机软件

地面检测系统上位机软件在 Delphi 集成开发环境中编写和调试, Delphi 具有全新的可视化集成开发环境, 它使用面向对象的 Pascal 语言, 封装了 Windows 中的构件, 能方便地访问数据库, 可以开发各种应用系统。

上位机软件主要功能: 与下位机软件通讯进行数据读写、对二维转台进行俯仰和滚动方向的角度控制、对地球模拟器的温度进行设置与控制、卫星姿态角计算、随机噪声等效角计算、接收的地平仪数据显示并生成曲线、数据回放、地平仪指令发生等功能。

地面检测系统上位机软件功能框图如图 4 所示。

地面检测系统上位机软件在 Delphi 集成开发环境中编写、调试完成之后, 生成可执行文件。该软件人机

界面友好,易于操作。人机界面截图如图 5 所示。

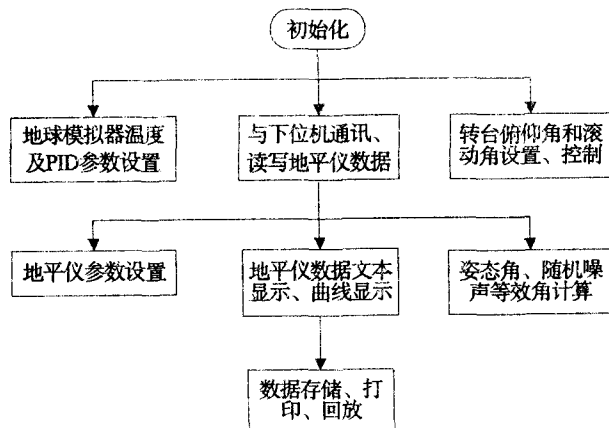


图 4 地面检测系统上位机软件功能框图

4 结束语

文中设计了基于 P89C51 单片机和 Delphi 的地平仪地面检测系统。该系统操作简单、界面友好、功能强大,可以完全模拟星载计算机对红外地平仪进行遥控、注数和读数等操作,对二维转台进行角度控制,为产品的研制、调试和测试提供了一个半物理仿真环境。该地面检测系统已经成功应用于航天工程遥感卫星六号,为该型号地平仪的研制、生产、调试与交付验收提供了技术条件,保证了地平仪的成功研制、发射和在轨可靠工作,实现了卫星入轨时地平仪的对地捕获和卫星在轨运行时的姿态测量,获得了满意的结果。

该地面检测系统如果进行软件和硬件的适应性修改,可以应用于类似型号红外地平仪的研制。

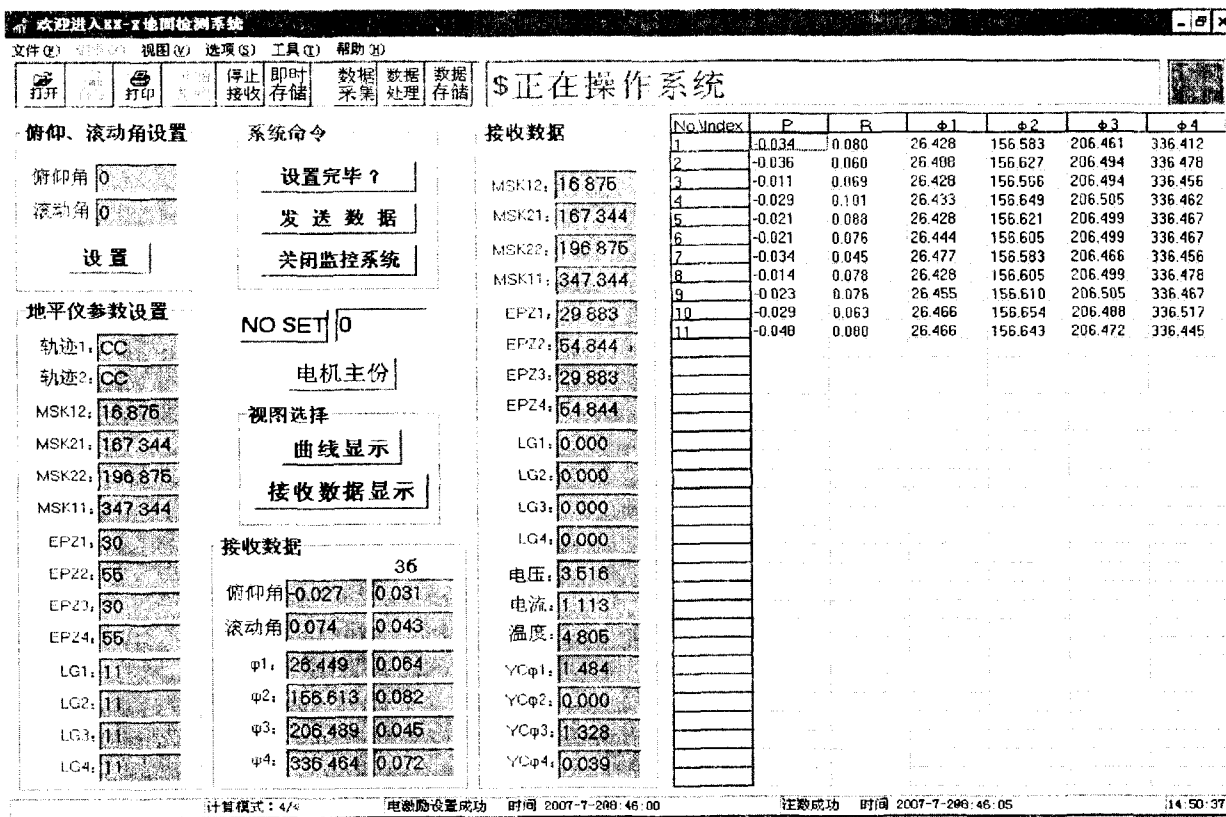


图 5 地面检测系统上位机软件人机界面截图

参考文献:

- [1] 夏南银,张守信,穆鸿飞. 航天测控系统[M]. 北京:国防工业出版社,2002.
- [2] Wertz J R. Spacecraft Attitude Determination and Control [M]. Dordrecht, Holland: D. Reidel Publishing Co, 1978.
- [3] 周艺华,曹元大,张洪欣. 一种通用的渐变镜头检测方法[J]. 计算机应用研究, 2006, 22(2): 196-199.
- [4] 张银桥,张小超. 基于 MSP430 单片机控制的近红外光谱仪用光源[J]. 测控技术, 2009, 28(9): 30-33.
- [5] 何立民. MCS-51 系列单片机应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 1996.
- [6] 王忠,迟忠先. DELPHI 5 开发指南[M]. 北京:电子工业出版社, 2000.
- [7] 殷军辉,郑坚,马春庭,那荣智. 基于单片机和 MSComm 通信控件的实时数据采集处理系统开发[J]. 科学技术与工程, 2007, 7(15): 3702-3705.
- [8] Martin K. Digital Integrated Circuit Design[M]. New York: Oxford University Press, 2004.
- [9] Irvine K R. Assembly Language for Intel-Based Computers [M]. Fourth Edition. New York: Pearson Education, 2002.