

太阳辐射监测仪实验自动监控软件设计

杨东军^{1,2}, 方伟¹

(1 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所空间一部, 吉林 长春 130033; 2 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要: 太阳辐射监测仪(SIM)是某卫星上的监测太阳总辐照度变化的高精度仪器,其测量精度是交付前重点考核的技术指标;测量精度标定实验中的测量数据需要手动控制1553B总线进行下传,手动分解提取1553B包内的数据,判断仪器的工作状态,人工处理的工作量大且易引入人为误差;另外,仪器对测量环境要求高,人为参与会影响环境的稳定,因此需要实现整个实验过程的自动监控和数据自动处理。通过分析1553B仿真卡的特点,利用VC++编写了线程监控程序,操作界面一键控制,实现了实验数据的1553B自动下传,自动接收和保存;实验表明,监控软件操作简单、运行可靠,太阳辐射监测仪重复性测量精度满足小于5%的设计要求。

关键词: 1553B总线; 太阳辐射监测仪; 监控软件

Design of Experiment Auto-monitor Software of Solar Irradiance Monitor

Yang Dongjun^{1,2}, Fang Wei¹

(1 Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China; 2 Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: The solar irradiance monitor (SIM) which is mainly used to measure the total solar irradiance is a load of one satellite. The precision of SIM is one of the most important specifications need to evaluation before delivery. In the measurement precision calibration experiment, the data's translation is manual controlled by the 1553 BUS, and the data in 1553B package is manual analysis, and the work status of the SIM is also manual judged. The manual processing is heavy workload, and may introduce human error. In addition, the SIM requires high environment, the manual interference will affect the stabilization of environment, so the experiment process auto-watch and data auto-process is needed. By analyzing the characteristic of the 1553B simulation card, and using the VC++ write a thread monitor program which is one-key controlled. This program makes the measurement data auto-translate by the 1553B, the data auto-receive and auto-save. The experiment shows that the monitor software is simply and reliable, and the repeating measurement precision is less than 5%, meets the requirement of the SIM.

Key words: 1553B bus; solar irradiance monitor; monitor software

0 引言

太阳辐射是地球最主要的外部能源,其微小变换会对地球大气造成很大影响。为了实现太阳总辐照度的监控,要求太阳辐射监测仪(SIM)的重复测量偏差小于5%^[1],这是交付前需要重点考核的技术指标。通过采用稳压光源,在稳定的实验环境里面,连续测量10组以上的数据,计算得到SIM测量结果的重复性(即均方根偏差/平均值)。

由于SIM对测量环境要求苛刻,需要恒温、无风的环境,人员的走都会对测量结果影响大。SIM的测量结果是通过1553B数据总线下传后解包实现的,而数据包的接收和分解是通过人工操作来实现的,需要人员的介入。另外,1553B控制命令的人工控制需要控制类型选择、控制命令代码输入、运行次数输入、运行、等待数据接收、接收数据保存、数据分析等多个步骤,需要大约20分钟,而且需要全程关注各步骤执行是否正确,最后手工保存和分析1553B下传数据,工作量大且易引入人为误差。

本文基于模拟键盘技术实现了1553B复杂控制命令的一键发送,并实现了1553B包内信息的自动提取,实现了试验过程自动化和智能化,避免了命令输入失误致使的试验重新进行和人为参与对测量环境的影响,保证了仪器精度考核的准确性。

1 试验监控过程

SIM测量精度试验是通过标准光源的连续测量,标定测量结果的重复性。SIM自动监控过程如图1所示。SIM作为1553B通讯的终端(RT)测完一组光辐照度,自动写矢量字到1553B仿真卡的矢量文件V.stk中。监控软件上电后定时轮询监控V.stk,当监测到V.stk被重写后,自动调用仿真卡的打包命令,实现BC接收RT上的数据包,并自动把数据包保存到PC机指定目录下。PC机上的数据自动处理软件,自动包分解和分析测量数据,并把测量结果和仪器状态动态显示。因此,试验自动监控的主要内容是1553B通讯的软件远程监控和1553B下传数据的自动处理。

2 监控软件设计

本文使用的1553B仿真卡是北京空间中心早期开发的ISA总线的1553B卡,具有仿真1553B总线上的BC、RT、MT3种设备的能力,可作为通用的1553B总线的仿真开发设备。通过操作键盘可方便地发送给RT内部指令,遥控注入,取数据源包等基本功能。但无法实现某些特殊方式操作,例如在某种

收稿日期: 2010-09-03; 修回日期: 2010-10-14。

基金项目: 吉林省青年科研基金项目资助(20090117)。

作者简介: 杨东军(1979-),男,山东莱芜人,博士,主要从事微弱信号监测及太阳辐射计量等方向的研究。

方伟(1965-),女,汉族,研究员,博导,主要从事空间辐射计量方向的研究。

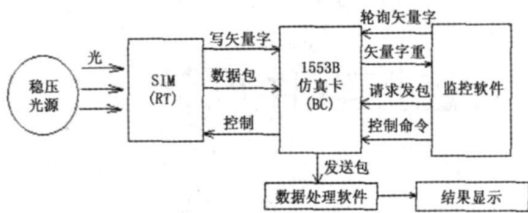


图 1 试验监控过程

情况实时的发送特殊的内部指令或遥控注入，此时需要编写程序调用商家提供的子程序库。但各种子程序库在开发语言上不统一，需考虑复杂硬件接口及 PC 机的中断资源。这些都给二次开发 1553b 仿真卡带来了诸多的困难，使得一些高价购买的仿真卡也只能简单应用，不能完全满足任务的需要。

本文的监控软件所实现的对仿真卡控制不是通过子程序调用，而是直接对仿真卡界面进行操作。该界面操作是基于模拟键盘技术，通过软件模拟大量按键操作，软件编程简单，实现了一键式控制，大量降低了人工敲击键盘控制的劳动量，简化了 1553B 界面的操作。

2.1 监控软件的流程

模拟键盘技术能实现所有 1553B 仿真卡的操作，其主要模块包括：定时发送矢量字轮询命令模块、数据包接收命令模块、数据包保存命令模块等。

监控流程如图 2 所示。监控主程序启动后，通过定时器，每秒种调用模拟键盘的矢量字轮询命令一次，查询 V.stk 矢量字文件是否被重写，如果矢量字变化，则调用模拟键盘的数据包接收命令模块，数据接收完毕后，调用模拟键盘的数据包保存命令模块，把接收到的内容写入 D:\data.txt。此时针对 data.txt 的文件变化监控模块监测到 data.txt 有内容写入，提取 data.txt 中的最后 512 字节，并以当前时间作为文件名保存

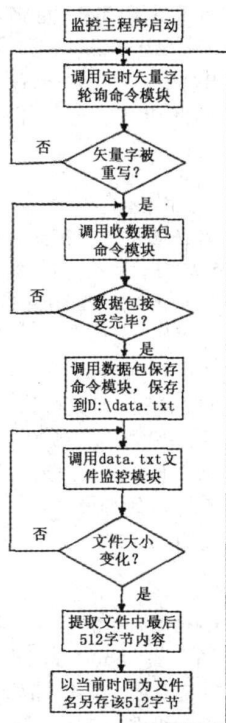


图 2 监控软件流程

该 512 字节为 .txt 文件，以供数据处理软件调用。

2.2 软件主要模块

仿真卡界面打开代码为：

```
h1553b= :: FindWindow ("tty", "1553b"); ...
```

监控 data.txt 文件线程部分是监控软件的核心，线程中部分核心代码如下[2]：

```
...
CFile * pFile = pDoc -> GetFile (" D: \ data.txt ", CFile: modeReadl
CFile: shareDenyWrite, NULL); // 建立文件指针;
if(pFile) // 如果不是空指针
{ BY_HANDLE_FILE_INFORMATION fileinfo;
// 定义文件属性构变量
FILETIME LastWriteTime; // 最近一次写的时间变量
if(! GetFileInformationByHandle((HANDLE)pFile -> m_hFile, &fileinfo))
return 0;
LastWriteTime= fileinfo.ftLastWriteTime; // 最近修改时间
while(1) { ...
// 循环判断文件是否改写, 改写则提取 512 字节数据包;
} ...
```

2.3 监控界面

监控软件界面如图 3 所示。启动监控后，点击“收包开始/停止”开始定时自动监测矢量字变化，监测 1553B 数据包的传输和保存。该软件除了能进行试验自动监控外，也可手工进行 SIM 的开关、测量时间设置、自测试和冷空间测量等一键式操作。

3 数据处理

SIM 工作原理是以入射光和电功率加热交替定标的方式来测量光辐照度的绝对量值。SIM 采光阶段接收腔接收入射的光辐射 P_0 ，经一段时间接收腔与热沉达到热平衡，记录温度传感器输出数值。然后关闭快门，调整在接收腔的电加热丝上所加电功率，再经与观测阶段相同的时间，使接收腔与热沉达到热平衡，则电加热丝上所加电功率 P_e 就等于入射的光辐射功率 P_0 。入射光辐射功率除以 SIM 光阑面积 A 即为光辐照度 I [3]。推得辐照度计算公式：

$$E_s = \frac{P_e - P_B - (T_e(t_m) - T_o(t_m))S}{A} \quad (1)$$

式中， $P_e = \frac{V_e^2}{R}$ 为加热丝高压加热时的功率； $P_B = \frac{V_B^2}{R}$ 为加热丝低压加热的功率； $T_e(t_m)$ 为电定标阶段热电偶输出稳定

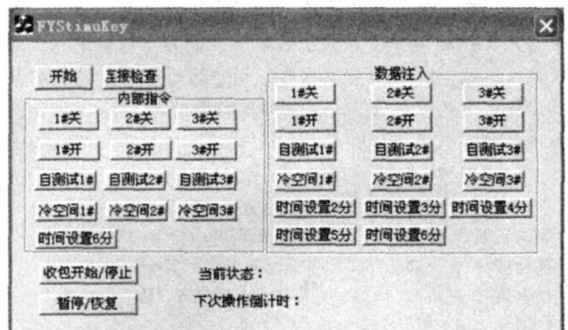


图 3 监控软件界面

值; $T_o(t_m)$ 为采光时热电偶输出稳定值; R 为锥腔内加热丝电阻; S 为自测试灵敏度; A 为主光阑面积; V_e 和 V_B 为热电偶输出电压^[4]。

公式 (1) 所需要的参数均存放在 1553B 数据包中, 要计算辐照度值需要先进行包内数据的分解。

3.1 数据分解

1553B 数据包中数据是以 ASCII 码格式打包, 共 512 字节 (256 字), 根据规定好的协议, 每个字代表固定的内容, 包括包的序号、轨道信息、GPS 时间、测量类型 (自测试、测太阳、测冷空间)、测量时间、通道号、灵敏度 S 、模拟地电压、 $T_e(t_m)$ 、 $T_o(t_m)$ 、 V_e 、 V_B 、 A 等信息。

卫星在轨测量时, 各载荷每轨有大量数据通过 1553B 总线下载, 为了从大量数据中识别出 SIM 的数据, 需要先查找包中是否有 SIM 的固定标示号 (080D)。在识别到 080D 后, 按 SIM 定义的协议从 1553B 数据包相应位置提取公式 (1) 所需要的信息。

按顺序分别提取 256 字信息的关键代码如下:

```
...
FILE * fp;
if((fp= fopen(" D:\data\201005280850", "rb"))
== NULL) return FALSE;
fread(&m_nPackageSymbol, 2, 1, fp); // 包头标示
fread(&m_nPackageControl, 2, 1, fp); // 包序控制
fread(&m_nPackageLength, 2, 1, fp); // 包长度
...
```

3.2 数据显示

在数据包中信息被分解出来后, 可以利用公式 (1) 求出 SIM 所测的太阳辐照度值, 但数据包中 SIM 运行状态信息、测量过程中采样信号的变化、电定标阶段采样信号的变化, 需要以直观的曲线显示, 在仪器出现异常时便于发现问题。

以 VC 基于 Formview 单文档格式编写了数据显示列表及曲线界面, 如图 4 所示。该界面能详细显示 SIM 的工作状态、测量过程曲线、测量结果。其中采光和电定标两条曲线的显示是界面的核心, 通过调用 CChart 类来实现^[5], 主要代码如下:

```
...
CRect Rect(15, 250, 700, 735); // 创建区域
m_Chart.Create(WS_CHILD|WS_VISIBLE, Rect, this, 32121); // 创建曲线
m_Chart.nSerieCount= 2; // 设置显示的曲线条数
m_Chart.SetGridXYNumber(12, 12); // 栅格数
for(i= 0; i< 60; i+ ){
m_Chart.SetXYValue(i, Y1[i], i, 0); // Y1 采光数据
m_Chart.SetXYValue(i, Y2[i], i, 1); // Y2 电定标数据
} ...
```

4 实验结果

在光入射条件不变情况下, 利用试验自动监控软件完成 10 组光辐照度测量, 然后在有人员走动, 手动控制 1553B 数据传包、收包和分析, 完成十组光辐照度测量, 试验

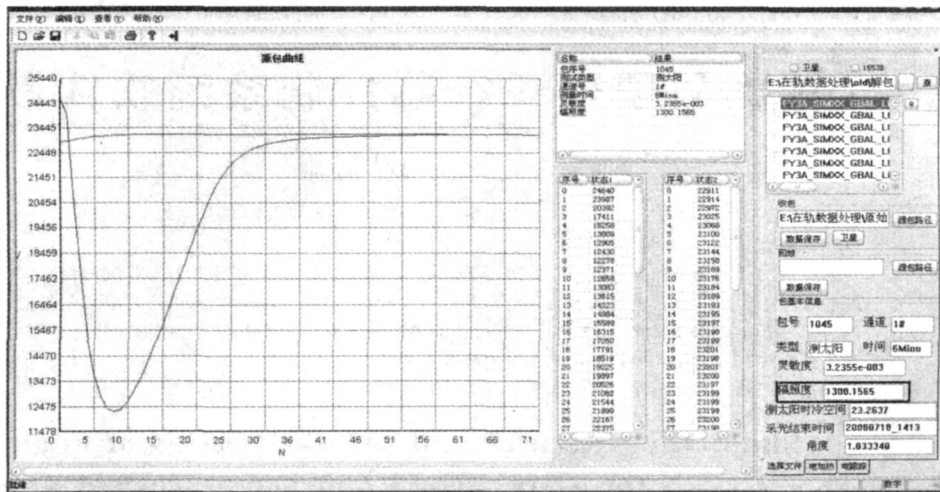


图4 数据自动处理界面

数据如表 1 所示。

表 1 测量数据及分析

| N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 人工 | 1032 5 | 1031 2 | 1033 2 | 1031 5 | 1032 6 |
| 自动 | 1032 4 | 1031 5 | 1032 0 | 1031 8 | 1030 9 |
| N | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 人工 | 1030 2 | 1030 8 | 1031 2 | 1031 3 | 1032 0 |
| 自动 | 1031 1 | 1032 2 | 1030 8 | 1031 5 | 1032 3 |

人为参与和自动监控情况下连续测量 10 组数据的重复性 (均方根/平均值) 分别为 0.566%和 0.886%, 均小于仪器设计精度要求的 5%, 但自动测量的偏差要比人工参与情况下的测量偏差小, 表明该自动监控系统能降低人为引入的误差, 使仪器测量精度标定更准确。

5 结论

通过分析 1553B 控制的硬件机制, 采用 VC 实现了控制命令的一键模拟, 简化了操作, 降低了人的工作强度。采用多线程监控实现了数据包的自动保存, 最后编写分析软件实现了 1553B 包内信息的自动提取和显示, 实现了 1553B 测试整个过程的自动化和智能化。

参考文献:

- [1] 禹秉熙, 方伟等. 神舟三号飞船上太阳辐射测量 [J]. 空间科学学报, 2004, 24 (2): 119-123.
- [2] 阎姗姗, 汪龙祺, 王淑荣. 基于 1553B 仿真卡界面程序的监控软件设计 [J]. 微计算机信息, 2007, 23 (11): 190-192.
- [3] 杨东军, 方伟, 叶新, 等. 绝对辐射计参数测量的实现 [J]. 计算机测量与控制, 2009, 17 (10): 1892-1894.
- [4] 杨东军, 方伟, 王玉鹏, 等. 基于 Matlab GUI 的太阳辐射定标数据处理平台设计 [J]. 计算机测量与控制, 2009, 17 (7): 1426-1428.
- [5] 杨东军, 方伟, 叶新, 等. 太阳辐射监测仪遥测信号采集系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2009, 17 (9): 1851-1853.