

一种紫外辐射计测量控制系统的实现

Realization of Measurement and Control System for Ultraviolet Radiometer

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)汪龙祺 阚珊珊
WANG Long-qi KAN Shan-shan

摘要:介绍了高精度紫外辐射计的系统结构和测量原理,在传统测量方案的基础上,提出了一种以运动卡控制卡和静电计为硬件核心,采用在 Visual C++ 环境下进行编程实现对运动控制卡的控制,使用 SCPI 语言与静电计接口来实现数据采集的方案。分析了软件的主要功能并给出了实现的思路和代码。

关键词:辐射计;运动控制卡;SCPI

中图分类号: TP311.1 **文献标识码:** A

Abstract: The system organization and measuring principle of High Accuracy UV Radiometer (HAUR) is introduced. Base on the conventional method, a scheme is brought forward that making motion controlling card and electrometer as kernel hardware and the motion controlling card is controlled by programmed in Visual C++, the electrometer is interfaced by using SCPI language for data collected. The analysis of software major function and the code is given.

Key words: Radiometer; Motion controlling card; SCPI

1 引言

辐射计是一种将特定辐射量转换为电子学信号进行采集,获得辐射强度的计量仪器。对窄光谱区间光谱辐射通量测量的仪器叫做光谱辐射计。常见光谱辐射计利用色散棱镜、衍射光栅等分光元件,将入射的光谱辐射进行分光,对特定波长的辐射强度计量,还可使用滤光片选择光谱范围来测量。使用滤光片的辐射计称为滤光片型辐射计,其使用滤光片的光谱透射比参数将决定其光谱范围,在红外、紫外波段获得光谱辐射特性,辐射标准传递方面有着重要的应用。一台辐射计的研制,在选择相应的光机结构的同时,提出应用于滤光片辐射计的测量控制系统的电子学设计同样重要。作为现代测量仪器的最基本的要求就是应提供给使用者高效、智能化的采集测量手段,让使用者在测量的过程中能够简化测量,脱离大量的重复操作。本文为搭建一套可用于紫外 200nm~400nm 光谱辐射测量标定的滤光片辐射计,选取了合理的硬件组成方式,采用界面语言作为主要的开发手段,对辐射计的测量控制,满足了其使用要求。

2 紫外辐射计系统介绍

紫外辐射计仪器结构如图 1 所示,它由遮光罩、探测器支架、标准探测器及支架、步进电机及支架、滤光轮、霍尔及安装架和外壳组成。光辐射从遮光罩进入到辐射计,通过步进电机旋转滤光轮进行通道转换选择滤光片,经过滤光片的光辐射由标准探测器接收。

该辐射计的设计理念是内部构造简单,性能稳定为主,不加入任何其他光学元件,可实现高精度紫外辐射计响应度标准的准确推导。选用的标准探测器为 NIST 的标准探测器 S2281,滤光片轮上装有 4 个波段的紫外滤光片,分别是 280nm、313nm、352nm、365nm。所选用的滤光片具备窄带宽、高稳定性、较好的

均匀性。

测量功能要求能够对五个通道进行更换,可由操作人员选择单一通道进行测量,也可自动进行多通道更换,每个通道选用不同的滤光片,用以提供不同波段的辐射计量值。

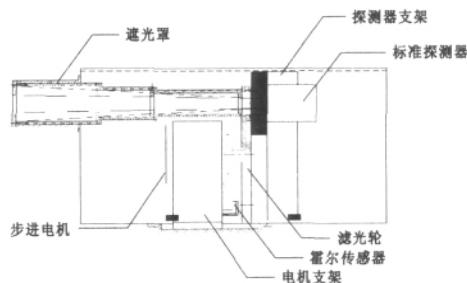


图 1 紫外辐射计系统结构图

3 电控系统方案

辐射计的电控系统可分为两个部分:滤光轮驱动单元及标准探测器的采集单元。实现该功能的电控方案较多,对于滤光轮的驱动常见的是采用下位机+PC 机通讯来实现。数据采集方面需要有前置放大器对微弱信号放大,再由 A/D 完成模数转换经下位机采集后,再传入 PC 机处理。该种方案具有一般性,但因需要分别调试下位机和 PC 机两个部分,开发周期长,灵活性差,不利于快速搭建系统。为此本文选用了高性能的 MCP0814 运动控制卡作为滤光轮驱动的硬件核心,而省去下位机的设计,与此同时选用了高精度的静电计 6517A 作为数据采集的硬件核心。两个硬件核心均在高级界面语言 Visual C++ 环境下通过编程实现硬件的操作。

辐射计电控系统组成如图 2 所示。由 PC 机向 MCP0814 运动控制卡发出控制信号,经由步进电机驱动器细分和步进电机带动滤光轮转动来选择滤光片,其通道位置由初始的霍尔原点进行定位,再递推相对步数得到。在数据采集方面采用 Keithley

汪龙祺:博士 助理研究员

公司 6517A 高精度静电计对 NIST 标准探测器进行采集。

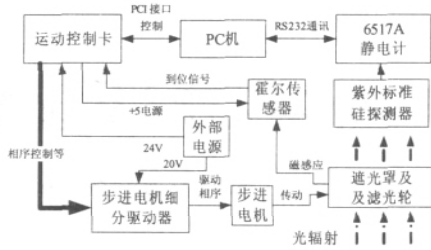


图 2 辐射计的电控系统组成

MCP0814 与 PC 机间为 PCI 总线接口,在使用前需要安装其驱动程序。6517A 与 PC 机间可选 GPIB 总线和 RS232 接口,出于成本考虑选用了 RS232 作为通讯方式。静电计与标准探测器之间的线缆应良好屏蔽,以减少系统噪声,提高测量精度。

4 软件设计

4.1 软件主要功能模块

紫外辐射计的软件主要功能模块有三部分

1) MCP0814 运动控制卡控制:通过调用该卡提供的函数,在程序中加载 ActiveX 控件,实现对步进电机的控制,继而带动滤光片的转动,在控制时需要查询霍尔信号作为零点。操作者可手动或自动的方式操作机构。

2) 6517A 的 SCPI 语言控制:通过 RS232 通讯对 6517A 进行初始化,之后进行电流档位数据采集。代码以可编程仪器标准命令 SCPI(Standard Commands For Programmable Instruments)实现。

3) 智能测量:该功能主要是处理在滤光轮转动后,信号可能会出现暂时的波动,为自动剔除出不稳定数据,设计了智能测量功能,即在测量时能够判读信号稳定后再采集。

4.2 软件实现

针对三个主要的功能进行描述。

1) MCP0814 运动控制卡控制滤光轮设计

该控制有两种方式,分为手动和自动,二者没有本质区别,只是自动方式在线程中实现。手动控制方式是提供用户五个按钮控件,使用户选取特定的通道。这五个控件的函数基本相同。比如走到通道 1 的代码如下(由操作者界面触发通道 1 按钮):

```
void CMyView::OnLg11()
{
    CString str; //定义字符串变量用于格式化输出
    m_lgnum=1; //通道号为 1
    str.Format("%d",m_lgnum); //格式化输出内容为 1
    SetDlgItemText (IDC_NUMSHUNXU,str); //在编辑框上显示通道号
    m_bsjd.Setoutput(2); //控制卡给驱动器上电
    do{m_bsjd.StartTRMove(1,1, 200,200, 0); //反向走一步
    while((m_bsjd.GetInput()&0X008000)); //判断是否到零位选用 org1, bit9
    m_bsjd.StartTRMove(1,66,200,200,0); //正走 66 步到 1 通道
    while(! m_bsjd.RunState (1)); //等待脉冲停止
    }
}
```

其他通道均以此模式进行,步数需更改为通道号乘以 66 即可。

2) 6517A 的 SCPI 语言控制设计

SCPI 语言为用户和生产商简化了编程的步骤,具有广泛兼

容的编码环境,它使用关键字和助记符,不区分大小写。对 6517A 的控制实现步骤是首先初始化 6517A,设定处于电流自动量程模式,然后进行采集控制。

初始化代码:

```
CString str; //定义字符串变量
str="*RST\r\n"; //发送复位指令
m_Port.SendData((LPCTSTR)str); //向串口发送数据
Sleep(100); //延时
str="*CLS\r\n"; //状态清除
m_Port.SendData((LPCTSTR)str);
Sleep(100);
str=":SYST:REM\r\n"; //使 6517A 处于远程控制状态下
m_Port.SendData((LPCTSTR)str);
Sleep(100);
str=":SYST:ZCH OFF\r\n"; //取消零点检查
m_Port.SendData((LPCTSTR)str);
Sleep(100);
str="SENS:FUNC 'CURR'\r\n"; //电流测量档位
m_Port.SendData((LPCTSTR)str);
Sleep(100);
str=":SENS:CURR:DC:RANG:AUTO ON\r\n"; //直流自动量程
m_Port.SendData((LPCTSTR)str);
Sleep(100);
str=":FORM:DATA ASC\r\n"; //设置总线数据格式为 ASCII 码
m_Port.SendData((LPCTSTR)str);
Sleep(100);
str=":FORM:ELEM READ\r\n"; //包含读入数据字符串
m_Port.SendData((LPCTSTR)str);
Sleep(100);
str=":TRIG:SOUR IMM\r\n"; //立即触发模式
m_Port.SendData((LPCTSTR)str);
Sleep(100);
str=":TRIG:COUN INF\r\n";
m_Port.SendData((LPCTSTR)str); //设置在 trigger layer。
Sleep(100);
str=":INIT:IMM\r\n";
m_Port.SendData((LPCTSTR)str); //脱离 idl 状态
Sleep(100);
MessageBox("仪器初始完毕!");
采集的代码较简单:
CString str_send; //定义字符串常量
str_send=":FETCH?\r\n"; //取数据
m_Port.SendData((LPCTSTR)str_send);
之后获取从串口接收的数据即可,需注意的是一次获取的数据长度为 15 个字符。
```

3) 智能测量功能设计
智能测量功能的主要思想是通过循环判断每组两次采集数据的差值是否小于 0.006,作为电流信号稳定的标准。程序流程图如图 3 所示。

3) 智能测量功能设计

智能测量功能的主要思想是通过循环判断每组两次采集数据的差值是否小于 0.006,作为电流信号稳定的标准。程序流程图如图 3 所示。

在实现多通道自动轮询采集时,智能测量功能显得尤为重
(下转第 15 页)

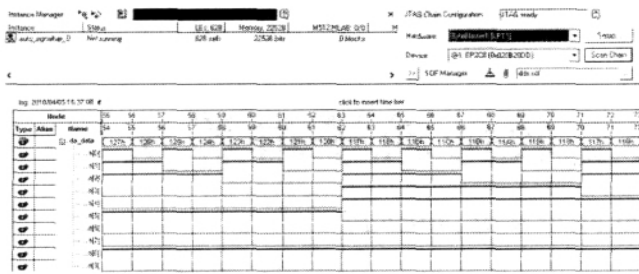


图3 SignalTap II 捕获的数字输出波形

输出的数字波形数据导入 Matlab 后生成了正确的正弦波形,证明了系统设计的正确性,通过 D/A 转换和滤波就可以得到我们需要的模拟波形。而改变 ROM 中存放的数据,则可以根据我们的需要得到余弦、三角、方波等诸多波形。

5 结束语

本文根据 DDS 的基本原理,在对高频 DDS 系统的 FPGA 设计实现从结构和实现方法上做了深入分析之后,用 Altera 公司的 EP2K8Q208C8 芯片实现了一个甚高频 DDS 系统关键部分的设计,并利用 SignalTap 实现了对输出结果的验证。与以往类似系统不同,以往 DDS 设计多强调 DDS 频率输出控制和频谱质量方面的优势,且高速系统设计的频率也一般低于 100MHz,其输出的稳定信号在 40MHz 以下,基本属于 HF (3~30MHz)设计。本文作者创新点:实际通过 FPGA 硬件实现的 DDS 系统在设计留有余量的前提下运行频率达了 150MHz 左右,输出稳定信号最高能达到 60MHz 左右,达到了甚高频(30~300MHz)设计的要求。

作者对本文版权全权负责,无抄袭。

参考文献

[1]杜丁丁,马坤茹. 数字信号发生器的设计[J]. 河北农业大学学报, 2009(1): 119-121
 [2]Stratix IV Device Handbook [EB/OL]. <http://www.altera.com.cn/literature/lit-stratix-iv.jsp>
 [3]熊兴中,杨平先,吴治隆. 基于 Verilog HDL 的 DDS 相位累加器的一种优化设计 [J]. JOURNAL OF SICHUAN INSTITUTE OF LIGHT INDUSTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY, 2004, (2): 49-53
 [4]陈风波,冒燕,李海鸿. 基于 FPGA 的直接数字频率合成器的设计[J]. 微计算机信息, 2006, 2-2: 189-190
 [5]罗泉,刘芝,刘桂英. 基于 FPGA 的 DDS 信号源设计[J]. 广西师范学院学报(自然科学版), 2009,26(2): 41-43

作者简介:李明(1972-),男,汉族,副教授,于 2001 年在上海大学控制理论与控制工程专业获得博士学位。目前主要的研究方向为信道编码理论及其集成电路设计。

Biography:LI Ming (1972-), male, han, associate professor, received the PH.D.degree in automatic control theory and engineering from Shanghai university, China, in 2001. His major research interests lie in channel coding theory and its design of integrated circuits.

(200072 上海 上海大学微电子开发与研究中心) 李明 臧凤仙 (Microelectronic Research and Development Center, shanghai University, shanghai 200072, China) LI Ming ZANG Feng-xian

通讯地址:(200072 上海 上海大学微电子开发与研究中心) 李明 (收稿日期:2010.07.05)(修稿日期:2010.10.05)

(上接第 5 页)

要,可以完全替代人工的判读和大量的手动采集操作。

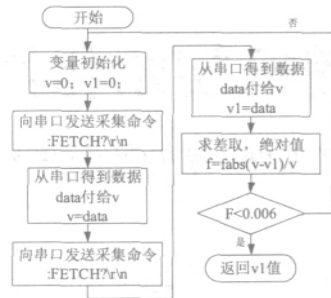


图3 智能测量流程图

5 结束语

实现辐射计测量控制的途径较多,相对嵌入式硬件开发及传统数模转换构建的电控系统,本文的系统具有模块集成度高,组建快,操作简便,系统精度高的优势。利用辐射输出稳定的标准光源 F08,在 3 个月时间内,对该辐射计进行了 20 次 4 通道信号采集,并对数据进行求标准偏差处理,4 通道信号值标准偏差优于 0.6%。该数据结果表明,选择的电控系统合理高效,仪器性能稳定。

本文创新点:在高级界面语言的设计环境下,方便的实现了系统的通道转换,数据采集功能,并满足了使用者在数据获取、判读、保存方面提出的更高要求,操作也更加方便。如其智能测量功能大大减少了以往人员判读的要求和劳动量,为积累大量测试数据提供了保证。

作者对本文版权全权负责,无抄袭。

参考文献

[1]王锐,宋克非. 高精度紫外探测器辐射定标系统[J]. 光学精密工程, 2009,17,(3):469-474.
 [2]薛庆生,王淑荣等.用于大气遥感探测的临边成像光谱仪[J]. 光学精密工程, 2010,18,(4): 823-830.
 [3]BS 四轴运动控制卡 MCP0814 产品安装说明.深圳白山机电.
 [4]汪龙祺,王淑荣等.FY-3A 紫外臭氧垂直探测仪程控设计与实现[J]. 光学精密工程, 2010,18,(2): 303-309.
 [5]Model 6517A Electrometer User's Manual. Keithley.
 [6]陈志国,须文波.基于运动控制卡的机器人智能切割系统[J]. 微计算机信息, 2005,8-3:95-97.

作者简介:汪龙祺(1978-),男,汉族,博士,中科院长春光机所助理研究员。主要从事航空机载设备和嵌入式系统的设计。

Biography:WANG Long -qi (1978 -), male, han, doctor, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Science, assistant researcher. Major research filed:air borne device design and embedded system design.

(130033 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所航空成像与测量技术研究所) 汪龙祺

(130033 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所应用光学国家重点实验室) 阚珊珊

通讯地址:(130033 长春 长春市东南湖大路 3888 号长春光机所航测部) 汪龙祺

(收稿日期:2010.07.30)(修稿日期:2010.10.30)

您的才能 + 阅读本刊 = 您的财富

技术创新