

USB 便携式多道 γ 能谱仪的设计与实现

武汉华中光电技术研究所(430074) 胡宾鑫

成都理工大学应用核技术与自动化工程学院(610059) 方方

摘要: 讨论了串行总线(USB)技术应用于便携式多道 γ 能谱仪的可行性,并详细介绍了系统的硬件、固件、设备驱动程序以及应用程序的设计方法,最后给出了其性能测试结果。

关键词: USB γ 能谱 数据采集 WDM

野外地面 γ 能谱测量技术主要研究地壳岩石土壤中产生的能量范围约为 30keV~3000keV 的 γ 射线,这里面包含着铀、钍、钾等天然放射性核元素信息、核工程活动产生的大量人工放射性核元素信息以及 γ 射线与地壳相互作用产生的相关信息。而用于获取和处理 γ 能谱数据的多道 γ 能谱仪是重要的研究课题^[1],其功能是把从 γ 射线探测器得到的脉冲信号转换为 X-Y 轴的能谱形式并显示出来(X 轴代表能量,Y 轴代表脉冲计数)。

传统的多道 γ 能谱仪一般采用 NIM(Nuclear Instrument Module)插件的标准模式。但其存在体积庞大、抗干扰能力差等缺点,不适合于野外现场测量。为适应多道 γ 能谱仪智能化、微机化、便携化的实际需要,本设计采用笔记本电脑作为 γ 能谱仪的上位机。常用接口方式主要有 RS-232C 串口、红外线端口、EPP 并口、USB、1394、Ethernet 等。这几种接口方式的特点比较如表 1 所示。

经过比较论证发现,USB 作为近年出现的一种代表微机接口发展方向的新型总线规范,其便捷易用、速度快、可靠性高等特点,使之非常适合作为便携式多道 γ 能谱仪的接口方式。目前大多数笔记本电脑一般都有两个以上的 USB 端口,USB 规范规定每个端口提供 5V、500mA 的电量,而笔记本电脑在实际应用时,通常是通过自带锂电池供电的,无法提供足够的电量给外设,这时就会造成外设工作不正常,甚至使系统崩溃。考虑到本系统下

位机部分功耗较大,因此供电方式使用外置电源。

笔者在吸收借鉴 γ 能谱测量技术最新研究成果的基础上,进行了 USB 便携式多道 γ 能谱仪的设计。本设计主要完成硬件、固件、设备驱动程序以及应用程序等的设计工作。

1 硬件设计

1.1 系统总体结构

图 1 所示为 USB 便携式多道 γ 能谱仪的总体结构框图^[2]。下位机硬件部分主要由 γ 射线探测系统(探头)、脉冲信号调理电路、数字电位器、多道脉冲幅度分析器、USB 接口电路以及电源电路等构成,其中探头部分包括闪烁探测器、前置电路和高压电路等,多道脉冲幅度分析器主要包括峰值甄别电路、控制电路、A/D 转换电路以及微控制器系统等。上位机由笔记本电脑系统构成。

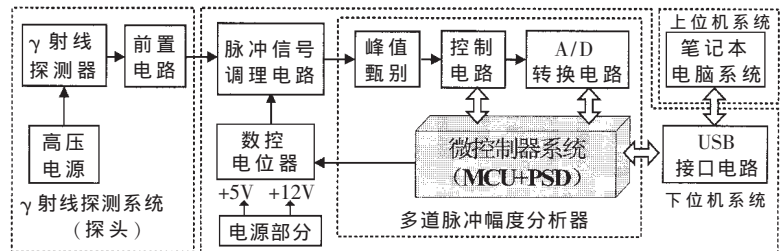


图 1 系统总体结构框图

软件部分由固件、设备驱动和应用程序组成。

1.2 USB 接口电路

由于 USB 本身的控制协议较为复杂,需要使用相应的 USB 接口芯片。本设计采用了 Philips 公司的 USB 接口芯片 PDIUSB12(简称 D12),其优点是可以选择合适的微控制器及其开发系统进行外设开发。

D12 内部集成了串行输入引擎(SIE)、320 字节的多

表 1 接口方式特点比较

方式	长度(m)	速度(b/s)	主要优点	主要缺点
串口	15	20k	应用广泛,研发简单	速度慢,逐渐被淘汰
并口	10	8M	速度较快,研发简单	逐渐被淘汰
红外线	2	115k	无线传输	距离短,可靠性差,耗电大
USB1.1	5	12M	传输稳定,速度快,使用方便,具有弹性,代表接口发展方向	协议复杂,研发难度较大
1394	1.5	400M	传输速度快,具有弹性	特定用途(视频),研发难度大
Ethernet	500	10M	传输可靠,使用方便,资源共享	特定用途(LAN),研发难度大

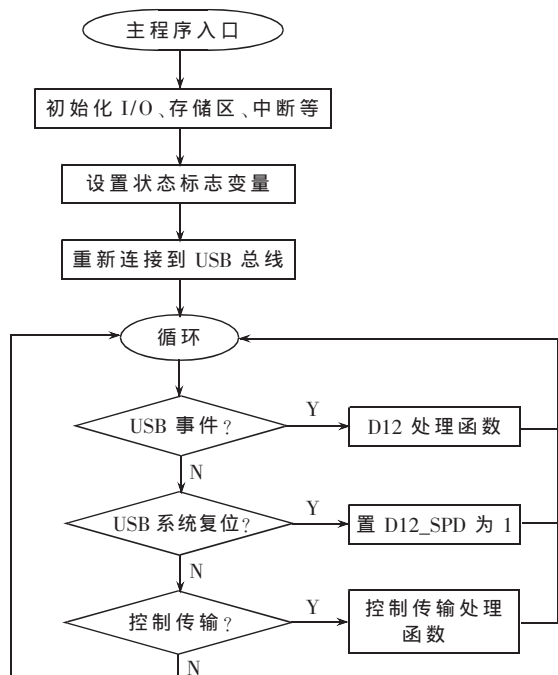


图4 主程序及ADC中断服务程序流程图

地读取或写入数据;若由控制端点0触发,则判断请求的类型。标准请求由USB协议处理模块处理,用户自定义向量请求由USB向量请求模块处理。

2.2 USB设备驱动程序的设计

在Windows环境下,USB设备驱动程序遵循WDM (Win32 Driver Mode)方式。为了简化设计,并兼顾驱动程序的运行效率,笔者选用了DriverStudio2.7工具软件中的DriverWorks组件进行USB设备驱动程序的开发。DriverWorks为WDM设备驱动程序的开发提供了完善的支持。其中包含一个非常完善的源代码生成工具DriverWizard以及相应的类库和驱动程序范例,它还支持在C++下进行设备驱动程序的开发。通过DriverWizard生成的代码只需要进行少量的修改便可以使用,这使得驱动程序开发者可以将精力集中在驱动功能的实现上,而不必理会太多的WDM开发细节^[3]。

本设计在DriverWizard的最后自定义了三个IOCTL接口对USB设备进行控制,如表2所示。然后在自动生成的驱动程序代码中向相应的IOCTL函数添加代码,用函数BuildVendorRequest构建USB协议的自定义向量请求(Vendor Request)。由编译修改后的源代码即可得到驱动程序文件McaD12.SYS。

2.3 USB应用程序的设计

应用程序的设计在Visual C++ 6.0开发

表2 自定义IOCTL接口

自定义IOCTL接口	功能说明
Mca_IOCTL_START	启动多道采集数据
Mca_IOCTL_READ	开始读取数据
Mca_IOCTL_STOP	停止多道数据

环境下进行。根据实际要求,本设计需要在软件中对采集的数据进行整理、分析并显示。其功能模块主要有数据采集、谱数据显示、ROI操作、系统刻度、谱分析等,其结构框图如图5所示。

在Win32系统中,USB设备被抽象为一个文件,应用程序只需通过几个API函数就可以实现与驱动程序中USB设备的通信。API函数如表3所示。

表3 设备文件操作API函数

API函数	功能说明
CreateFile	打开设备
ReadFile	从设备读取数据
WriteFile	向设备发送数据
CloseHandle	关闭设备
DeviceIoControl	I/O控制操作

本程序设计使用MFC多线程技术。单击开始按钮,程序就创建一个用户接口线程,并且通过IOCTL启动USB设备,然后在此线程每隔一定时间(10~20ms)

从USB总线上读取一次数据;而程序自身的主线程则不断地依据读取的数据刷新屏幕,显示多道能谱。当单击停止按钮或是设定采集时间到时,程序则通过IOCTL停止USB设备的数据采集,终止用户接口线程,并且停止屏幕谱线的更新。

当创建用户接口线程时,首先从CWinThread类派生一个CUIThread类,然后调用AfxBeginThread()函数创建CUIThread类的对象进行初始化,启动线程运行。根据需要可将初始化和结束代码分别放在类的InitInstance()和ExitInstance()函数中^[4]。其中,InitInstance()函数是从USB采集数据的线程的主要函数,从中实现对IOCTL的调用、对USB设备数据的读取等功能。其流程如图6所示。

3 测试与结论

实测¹³⁷Cs放射源γ能谱如图7所示。根据能量为0.661MeV的谱峰,系统可以自动计算能量分辨率,实测能量分辨率小于10%。

经过严格测试,该系统其它主要技术指标为:γ射

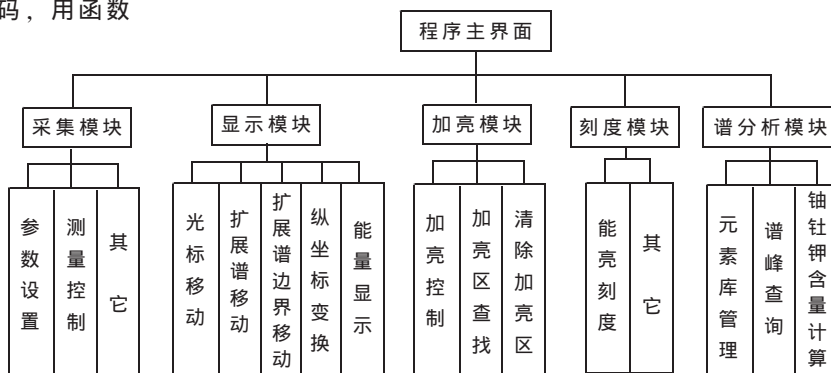


图5 软件系统结构框图

基于 VME 的星载上行数据处理模块测试平台的设计与实现

北京航空航天大学电子信息工程学院(100083) 冯文全 张晓林

摘要: 介绍了 VME 总线的特点及系统结构, 给出了设计基于 VME 总线的星载上行数据处理模块测试平台的一些关键技术, 并提出了一种围绕 FPGA 芯片设计 VME 总线从设备接口的技术。

关键词: VME 总线 测试平台 PSK FPGA

VME(Versa Module Eurocard)总线是一种计算机总线结构。Versa 总线是由 Motorola 公司专为其 MC6800 处理器开发设计的, VME 总线是在 Versa 总线的基础上发展起来的, 主要采用了 Versa 总线的电气标准及欧式卡(Eurocard)的机械标准。VME 总线在工业领域得到了广泛应用, 航空、航天和军事等领域也大量采用 VME 总线。

在以 VME 为背板总线的系统中, 很多功能模块作为 VME 从设备存在于系统中。目前, 市场上有关 VME 从设备的专用接口芯片功能复杂, 成本很高, 不被广泛使用, 很多 VME 从设备都需要自行开发 VME 从设备接口。本文介绍一种围绕 FPGA 芯片设计 VME 总线从设备接口的技术。本文设计的基于 VME 的测试平台是某

星载上行数据处理模块的测试平台。

1 VME 局部总线

1.1 VME 总线的特性

VME 总线是第一个独立于微处理器的总线标准, 不再受限于某一生产商的处理器产品; VME 总线采用主控/目标结构, 总线内可以存在多个主模块, 所以被称为多路处理总线; VME 总线为 32 位计算机总线, 地址/数据信号线采用非复用方式, 最大传输速率可达 40MPS; 在 VME64 中, VME 总线扩展到 64 位, 最大传输速率可达 80MPS; VME 总线采用异步传输, 无时钟也可协调数据传输, 模块间的数据传输通过握手信号实现; VME 总线能够支持 16 位、24 位、32 位寻址和 8 位、16 位、24

(接上页)

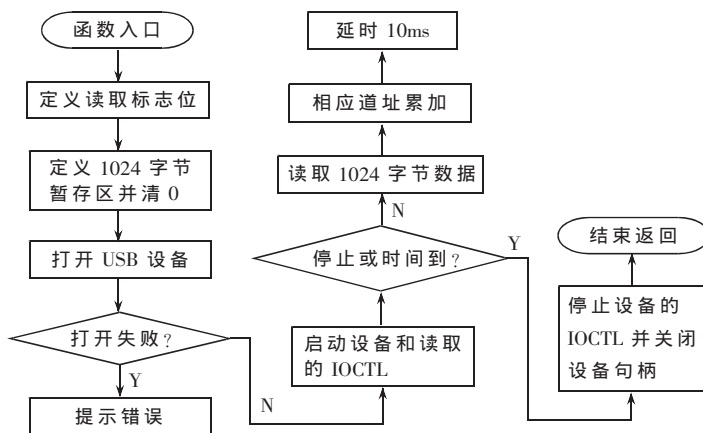


图 6 USB 采集数据流程图

线能量分析范围为 20keV~3.0MeV; γ 能谱分析道数为 1024 道; 放射源能量非线性系数小于 5%; 使用 NaI(Tl) 探测器时, 整机功耗小于 960mW; 实测 USB 最大数据传输速率约为 1Mbps; 连续测量数据符合放射性统计涨落规律; 设备驱动及应用程序兼容 Win98/2000/XP。

上述结果表明, 本系统的技术路线和软硬件设计先进, 方案合理, 并具有一定的创新性和实用价值。对本系统设计稍加修改便可应用于其它基于微机的数据采集、

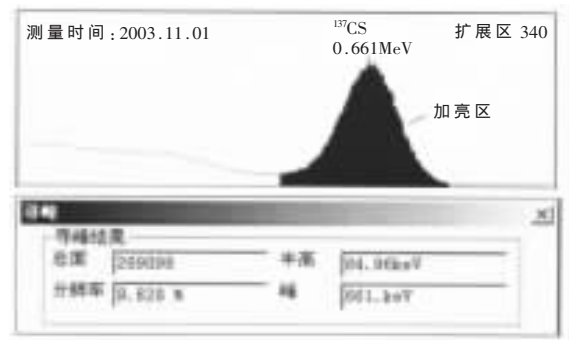


图 7 实测 ^{137}Cs 源 γ 谱线及能量分辨率计算结果

自动化测控系统中。

参考文献

- 1 方方. 野外地面 γ 射线全谱测量研究:[博士学位论文]. 成都:理工大学, 2001.5
- 2 胡宾鑫. 基于 USB 技术的 γ 谱数据采集系统研究.[硕士学位论文]. 成都:理工大学, 2003.12
- 3 武安河. Windows2000/XP WDM 设备驱动程序开发. 北京: 电子工业出版社, 2003.4
- 4 王险峰等. Windows 环境下的多线程编程原理与应用. 北京: 清华大学出版社, 2002.7

(收稿日期: 2004-05-10)