

电子探针波谱仪计算机控制系统的硬件设计

侯剑舒¹, 向先超²

(1. 三峡大学 电气信息学院, 湖北 宜昌 443002;
2. 三峡大学 三峡库区地质灾害教育部重点实验室, 湖北 宜昌 443002)

摘要: 对大型分析仪器——电子探针的组成、基本分析原理以及仪器的改进方法和电子探针波谱仪计算机控制系统的开发背景与波谱仪控制系统组成介绍的基础上, 提出了利用单片机结合 CPLD 器件完成波谱仪计算机控制系统的硬件设计思路, 得出了仿真结果。

关键词: 电子探针; 复杂可编程逻辑器件; 步进电机

中图分类号: TP331.52; TP391

文献标识码: A

文章编号: 1673-9833(2008)05-0097-02

Hardware Design of Computer Controlling System for EPWS

Hou Jianshu¹, Xiang Xianchao²

(1. School of Electrical and Information, China Three Gorges University, Yichang Hubei 443002, china;
2. Key Laboratory of Geological Hazards on Three Gorges Reservoir Area, Ministry of Education, China Three Gorges University, Yichang Hebei 443002, China)

Abstract: Based on the constitution of the electron probe, its basic principle and reforming methods, background of exploitation and structure of the electron probe wave spectrometer (EPWS), one hardware design thought of EPWS to accomplish controlling system is put forward by making use of single chip microcomputer (SCM) combining complex programmable logic device (CPLD). Then, the simulation result is also gained.

Key words: electro probe; complex programmable logic device (CPLD); the stepper motor

随着电子技术、计算机技术的发展, 仪器分析在方法和实验技术等方面发生了深刻的变化。早在 1994 年, 科技部门就投入大量的人力物力和经费支持“大型分析测试仪器技术开发”, 用先进的微机控制系统代替原有的控制系统。如今, 国内的仪器生产厂家、高校、科研院所也纷纷开展了仪器的改造及研制, 如三轴、直剪等设备现在都可以进行研制与生产。

电子探针广泛应用于地质、军事、考古、医学等各种研究领域。早期进口的电子探针, 主机性能基本良好, 但配备的控制计算机落后、运行速度慢、功能欠缺、控制系统一旦出现故障使得整个电子探针无法正常工作, 像老型号的电子探针 JXCA-733、EMX-SM7 及 EPM-810 等。本设计完成了电子探针波谱仪计算机控制系统的硬件设计, 得出仿真效果。

1 电子探针^[1,2]

电子探针 (Electron Probe) 全称电子探针 X 射线显微分析仪 (Electron Probe X-ray Microanalyzese), 用于分析固体样品表面微米级微区的成分、形貌以及和形貌间相互关系的大型精密分析仪器。主要利用 1 μ m 的电子束激发样品, 再借助探针系统和信息处理系统收集和处理所激发微区产生的各种信号。电子探针具有分析区域小、准确度与灵敏度高、分析程序简便等特点。电子探针由以下部分构成^[2]。

主机: 产生、调整并加速电子形成高能电子束。

X 射线测量计数系统: 控制波谱仪驱动寻峰和 X 射线强度测量。

操作和显示系统: 选择加速电压; 调整电子束方

收稿日期: 2008-07-08

作者简介: 侯剑舒 (1979-), 女, 山西太原人, 三峡大学教师, 硕士, 主要研究方向为仪器分析及自动控制;
向先超 (1976-), 男, 湖北利川人, 三峡大学副教授, 博士, 主要研究方向为岩土工程。

向、直径及电流大小；调整电子束扫描方式；选择图像种类；调整图像；观察拍摄图像。

计算机控制处理系统：包括硬件接口电路和分析软件。

EDS 分析系统：对样品进行快速的定性分析或定量分析；对电子显微镜图像进行数字化处理。

辅助系统：真空系统、供电系统、冷却系统等。

2 电子探针波谱仪计算机控制系统^[3,4]

电子探针波谱仪计算机控制系统由计算机控制系统和处理系统由硬件接口电路的设计及分析软件组成。主要功能是实现样品台位置的设置、样品台的自动控制、驱动控制谱仪的移动、以及谱仪和样品台当前位置的记录、并根据接收记录系统所收集到的有关特征 X 射线的强度值计算元素的浓度，给出定量分析和定性分析报告。

该系统设计主要利用单片机结合可编程逻辑器件 (CPLD) 在 Maxplus II 开发平台上运用硬件描述语言 VHDL 描述逻辑关系，利用 VB 开发环境，数据库等技术开发 Windows 平台下的电子探针控制、分析软件系统。重新开发的系统使得自动控制、定性分析、定量分析等功能都可以在友好的界面下实现，系统的可移植性强，能实现数据库的共享。

3 电子探针波谱仪计算机控制系统硬件设计^[5]

电子探针波谱仪计算机控制系统的硬件设计包括 PC 机与单片机通信、驱动控制谱仪和样品台、设计辅助电路、限位信号检测、设计报警驱动电路、采集电子探针公共数据端输出的探针电流和谱仪计数值，完成相关数据的处理、还原。底层设计如图 1 所示。

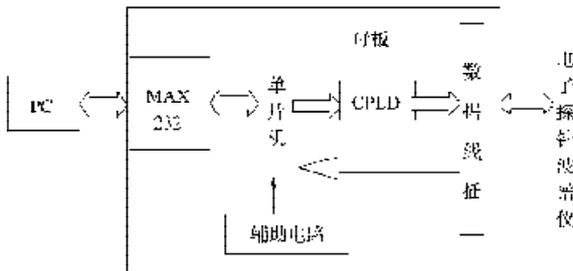


图 1 硬件设计结构

Fig. 1 The hardware design structure

3.1 通信任务

电子探针波谱仪计算机控制系统上位机和下位机的通讯是通过 RS-232 异步串行口实现的。为保证通信的可靠进行，本系统采用如下通信协议：通信采用握手联络方式，由上位机主动联系下位机，发送控制命令，下位机作出相应反应。通信的波特率为 9 600 波特、

采用串行通信方式，每一帧数据由 1 个起始位，8 个数据位，1 个停止位组成。通信时，根据上位机向电子探针控制机发送不同命令实现对电子探针波谱仪的实时控制，并响应控制要求，使单片机采集电子探针吸收电流和计数值等各道定标器上含有试样信息的数据，单片机进行数据还原之后，由上位机接收待用。

发送数据包的格式：命令标识符+数据分隔符+数据+数据分隔符+……+数据+数据分隔符+传输的数据格式个数（校验和）+结束符。

接收数据包的格式：接收标识符+数据分隔符+数据+数据分隔符+……+数据+数据分隔符+传输的数据格式个数（校验和）+结束符。

3.2 驱动控制谱仪和样品台

电子探针波谱仪计算机控制系统利用单片机控制可编程逻辑芯片对谱仪及样品台驱动步进电机的控制，从而实现对各道谱仪和样品台的位置控制。把脉冲数记录在脉冲寄存器当中，利用 PC 机串行口的全双工通讯模式进行通讯，实现上下位机的数据传输。通过对该数据的计算得以记录各道谱仪和样品台的位置，从而进行相关的控制、分析和处理。

设计极大地减少了分立元件的使用，除少数接口电路以外，尽可能地在片内实现各项功能。单片机资源以及与 CPLD 接口的对应关系如表 1 所示。

表 1 单片机资源以及与 CPLD 接口的对应关系

Tab. 1 Correspondence relation between MCS resources and CPLD interface

单片机	CPLD	说明
P1.0	INPUT/GCLK1: 83 引脚为 CPLD 器件	83 (输入/时钟 CLOCK) 的固定引脚
P1.1	I/O:31 (ORIENT)	
P1.2	I/O:22(SEL1)	
P1.3	I/O:23(SEL2)	
P1.4	I/O:24((SEL3)	sel[0-2]选通哪个脉冲模块工作
P1.5		用于输出采集数据的扫描脉冲
P1.6	I/O:25(HPP)	高频信号的输入
P1.7	INPUT/GLCR:1(EN)	启动可编程逻辑器件
P3.3		接报警电路，引起中断
P2.0		采集电子探针的计数值以及电流值

步进电机的位移量与其输入的脉冲数目严格成正比，一旦控制输入脉冲数量、频率及脉冲的相序，就能得到所需要的运行特性。用可编程逻辑芯片按照单片机的控制要求来实现脉冲分配、硬件编程语言 VHDL 描述输入、输出的逻辑关系。通过编译、综合生成适合可编程器件的文件、波形仿真及逻辑关系正确，利用 CPLD 进行脉冲分配后的仿真结果，脉冲信号经过放大电路驱动步进电机。单片机进行合理的消息响应完成总体控制，如图 2 所示。（下转第 101 页）