

# 基于 PCI 的虚拟多通道定标器数据采集系统

王宏斌, 李庆烽, 仇春华, 李 兴

(中国原子能科学研究院 核技术应用研究所, 北京 102413)

**摘要:** 利用通用的虚拟仪器软件和硬件技术, 开发核领域常用核子仪器虚拟多通道定标器, 可实现定数和定时工作方式, 扩大虚拟仪器技术的应用领域。实验证实, 该系统可实现对多路脉冲信号的精确采集, 各通道间的同步良好。

**关键词:** 虚拟仪器; 多通道; 数据采集; 外设元件互连

中图分类号: TL822.1      文献标识码: A      文章编号: 1000-6931(2006)03-0331-03

## Data Acquisition System of Virtual Multi-channel Counter Based on PCI

WANG Hong-bin, LI Qing-feng, QIU Chun-hua, LI Xing

(China Institute of Atomic Energy, P. O. Box 275-36, Beijing 102413, China)

**Abstract:** The multi-channel counter system based on technology of virtual instrument is developed. This system extends the application of technology of virtual instrument. The experimental results indicate that this counter system is very practical and the counts of every channel are well synchronous.

**Key words:** virtual instrument; multi-channel; data acquisition; peripheral component interconnection

高分辨粉末中子衍射的数据获取不同于一般的数据获取, 它要求数据获取系统需达到数十 MHz 以上的采样频率, 而且, 多路信号的采集必须实现高度同步。这对衍射数据采集系统提出了较高要求。为此, 本工作研究采用虚拟多通道数据采集方法对高分辨粉末中子衍射数据进行测量和采集。

### 1 系统硬件结构

在中子衍射数据采集过程中, 需对 64 路通道的中子脉冲信号进行实时高速采集, 且同时

能够控制步进电机改变采集姿态。系统硬件主要使用 National Instrument 公司出品的 PCI 系列设备。这是 1 个由信号采集模块 (DAQ PCI-6602 High-Speed Counter/Timer)、PCI 接口卡 (BNC-2121 Connector Accessory for 660X Devices)、PCI 步进电机控制卡 (PCI-7334 Stepper Controller) 和 PCI 步进电机接口设备 (UMI-7764 4Axis Mot Wiring Connectivity Mod) 构成的系统。系统的硬件结构示意图示于图 1。

反应堆产生的散射中子经准直器和单色器

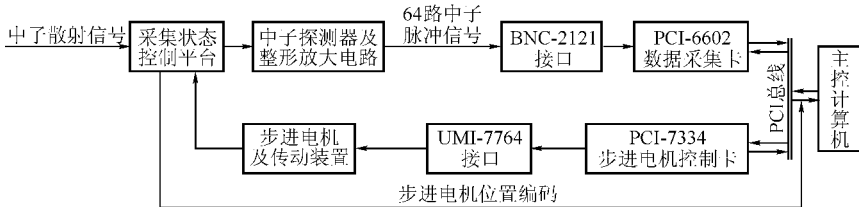


图1 虚拟多通道数据采集系统硬件结构示意图

Fig. 1 Data acquisition system structure of virtual multi-channel counter

的调整后,由64路中子探测器进行采集。中子探测器采集到的中子脉冲信号由信号调理单元进行滤波、放大后转换为TTL脉冲信号,连接到BNC-2121的外接端口,脉冲信号由PCI-6602进行采集,通过BNC-2121与PCI-6602数据连接线送至主控计算机。主控计算机根据采集到的数据状况,通过控制步进电机控制卡调整采集姿态。

采用PCI总线测试设备建立测试系统,主要考虑其具有以下特点。

1) 基于PCI总线技术的测试设备能充分保证实时数据采集时的带宽要求。PCI总线具有最高可达132 MB/s(32-bit, 33 MHz)的峰值数据吞吐量。

2) 信号调理机箱和工业控制机箱的分体式结构可有效保证信号传输的可靠性。由于被测量信号的特殊性,要求信号调理机箱最大限度地靠近信号源,能够及时对被测信号进行滤波和放大,且将现场干扰对被测信号的影响降到最小,保证信号的真实性和通用性。

3) PCI设备采用标准模块化设计方法,根据不同的测试对象和测试要求,测试系统安装和拆卸方便,可快速灵活地配置和搭建测试平台,增加测试系统的灵活性和通用性。

## 2 系统软件设计

### 2.1 软件结构

多通道数据采集系统是1个以数据采集为核心的实时系统,除了数据显示重要性稍低外,其他各项任务(测量姿态、数据读取、分析与控制和数据存储)对于测量均起着极其重要的作用。采用单线程结构可保证每个任务在1次数据采集循环中均能得到有效执行,既能满足数据的实时采集又能保证数据的完整存储,增强

了测量系统的可靠性。与此同时,采用单线程结构也简化了流程控制,避免了多线程结构中各任务间的调度与控制方面的复杂问题。

根据设计要求,该测量控制系统必须使用控制稳定、技术成熟的软件来进行控制,中子脉冲信号的采集必须达到高速、同步要求,不允许在操作过程中出现死机或控制出错现象发生。根据控制需要,设计出的图形界面控制系统有利于使用者的操作,也利于获取数据的检测。此外,为便于技术人员研究讨论问题,还须对信号的采集结果进行后处理,使其具有较强的可视化表现,并须使软件控制系统具有存储功能,便于采集数据的后处理。对此,采用美国NI公司的LabWindows/CVI虚拟仪器软件开发环境进行编程控制。

数据采集系统采用如图2所示的单线程循环软件结构。

### 2.2 数据采集方式控制

本系统采用两种方式来控制中子脉冲信号的数据采集。一种是定时方式,即在规定的时间内采集数据;另一种为定数方式,利用1个通道读取1个脉冲信号,当该通道脉冲信号的脉冲数达到预设值时,停止计数,并产生1个与之计数时间相一致的门控信号来控制其余通道的采集时间。

利用PCI-6602通道0,采用Single Pulse Generation方式产生门控信号,以控制其它7个计数通道的数据采集时间。测量通道采用Single Pulse-Width Measurement方式测量输入脉冲数。

在定时方式下,利用PCI-6602内部的100 MHz时钟信号作为标准信号产生门控信号。在确定计时时间后,计算出在SOURCE信号为内部100 MHz所需的脉冲数,再利用Single Pulse Generation方式产生门控信号控

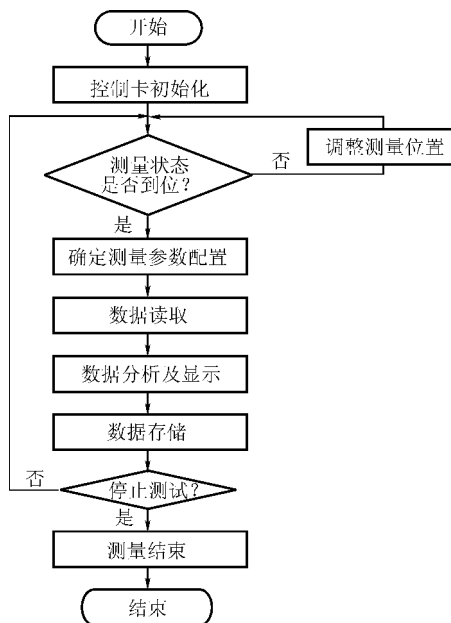


图2 系统软件结构

Fig. 2 Software structure

制计数时间。

在定数方式下,利用 PCI-6602 的 Single Pulse Generation 方式产生门控信号,将 SOURCE 信号改为外部的输入脉冲信号。在确定计数后,测量 SOURCE 端的脉冲信号,脉冲数达到定数时停止计数,并产生门控信号控制计数时间。

在 Single Pulse-Width Measurement 方式下测量的是指定 GATE 宽度下的 SOURCE 端信号的脉冲数。在本实验中,SOURCE 信号即是探测器的输出信号,GATE 信号由 PCI-6602 内部产生。

### 2.3 测量同步

为保证多路采集触发信号同步,首先,该测量系统中应尽量避免外部的冗余连线所带来的测量误差,其次,使用 RTSI 总线作为触发信号

线。这样,各测量通道间的同步大幅提高,而由于同步触发信号无外部连线,可方便地判断出误差来源,有利于通过软件校正予以解决。

在对多块 PCI-6602 通过 RTSI 总线进行并行连接后,利用标准的信号源对测量系统进行误差分析测量。每块 PCI-6602 上的前 4 个通道和后 4 个通道的测量数据完全一致。由于单块 PCI-6602 内部存在 2 个 TIO,而每个 TIO 上只存在 4 个测量通道,测量结果说明,TIO 内部的通道间不存在同步误差,且相对于卡内的源信号也没有误差。

对系统进行长期的误差测量后,出现了开机之初与系统运行 1 h 后同等条件下测量数据显示不一致的现象。这说明,开机之初系统电路尚未经过充分预热,测量存在误差,而在系统完全预热后,测量误差则固定于某一值。因此,这一测量误差可通过软件校正予以实际测量。

### 2.4 测量系统性能

运动控制部分实现了准直器垂直升降装置的运动控制、单色器转台的转动控制、样品台和探测器阵列的转动控制,控制精度 $\leq 10''$ 。

数据获取及处理系统实现了 16 路中子计数,计数最高可达  $10^{10}$ ,计数频率为 80 MHz,各通道的同步良好。

## 3 结束语

在虚拟多通道中子衍射数据采集系统中,采集的信号通道多、数据采集量大、采集时间长。经实践证明,利用 LabWindows 开发的基于 PCI 体系的虚拟多通道数据采集系统的性能优越、运行稳定可靠,为高分辨粉末中子衍射数据测试和采集提供了一快速、准确、可靠的工具。