

虚拟 NIM 核子仪器系统设计

叶卫国, 刘松秋, 韩 慧, 薛志华, 李鹏宇, 雷武虎

(北京大学 技术物理系, 北京 100871)

摘要:在 LabVIEW 平台下设计开发了虚拟 NIM 核子仪器系统, 它为构建基于虚拟仪器概念的功能更加强大、完善, 使用更加方便、灵活的新一代 NIM 核子仪器系统提供了一个很好的实现基础。

关键词:虚拟仪器; 核子仪器; LabVIEW; NIM

中图分类号: TL82 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6931(2004)05-0463-04

Design of Virtual NIM Nuclear Instrument System

YE Wei-guo, LIU Song-qiu, HAN Hui, XUE Zhi-hua, LI Peng-yu, LEI Wu-hu

(Department of Technical Physics, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: The virtual NIM nuclear instrument system based on LabVIEW was developed, and it provides a basic implementation for the next generation of NIM nuclear instrument system which can be more powerful and flexible.

Key words: virtual instrument; nuclear instrument; LabVIEW; NIM

核物理实验中常使用到的 NIM (Nuclear Instrument Module) 系统是国际通用的标准化核电子仪器, 它包括 NIM 机箱、电源以及各种仪器插件, 其中, 电源和机箱是不可或缺的, 而仪器插件可自由组合。一个基本的核物理试验通常包括脉冲发生器、线性放大器、定标器、单道、符合反符合等插件中的一种或几种, 若想获取谱形, 还需多道分析器并配合相应的数据显示、分析、处理软件。虚拟仪器作为新一代测试仪器的发展方向, 具有方便、灵活、开放、开发周期短、开发费用低廉的巨大优势, 是对传统仪器的概念革新。随着计算机软硬件技术的飞速发展, 虚拟仪器在测试测量、过程监视、工业控制以及实验室研究中发挥着越来越重要的作

用^[1]。本工作拟在 LabVIEW 平台下设计开发虚拟 NIM 核子仪器, 实现整个仪器系统及仪器插件中的基础部分。

1 总体设计

虚拟 NIM 核子仪器前面板 (图 1) 仿照传统 NIM 机箱插件的方式分成 DAQ 设定、虚拟函数发生器、虚拟放大器、虚拟定标器、虚拟单道和虚拟多道 6 部分, 分别对应于系统总体设计框图 (图 2) 中的 6 个模块。这些模块由主程序进行调用, 完成相应的信号采集、处理和分析等功能。

系统可使用 DAQ 数采卡, 通过 DAQ 设定模块进行参数设定, 然后对信号进行实时采集,

收稿日期: 2003-03-06; 修回日期: 2003-09-25

作者简介: 叶卫国 (1979-), 男, 湖北浠水人, 硕士研究生, 核电子学与微机应用专业

也可使用虚拟函数发生器模块产生预定义数字信号(包括指数下降信号、方波信号、正弦信号等)。其中,虚拟放大器是可选模块,若前放出来的信号直接接入虚拟NIM系统,虚拟放大器则是必须的,否则不将其启动。定标、单道、多道3个模块互相独立。

2 模块设计

2.1 信号源选择模块

系统可选择DAQ和函数发生器两种信号源中的一种,通过记录两模块前面板上启动按钮上次状态,并检查本次的状态,判断用户是否启动了两者之一,若是,则关闭另一信号源。在后续模块进行分析处理的过程中,不应更改信号源,因此,将另一信号源的启动按钮设成无效。

2.2 DAQ设定模块和读取模块

DAQ设定模块调用LabVIEW提供的中级模拟输入VI——AIConfig.vi和AIStart.vi

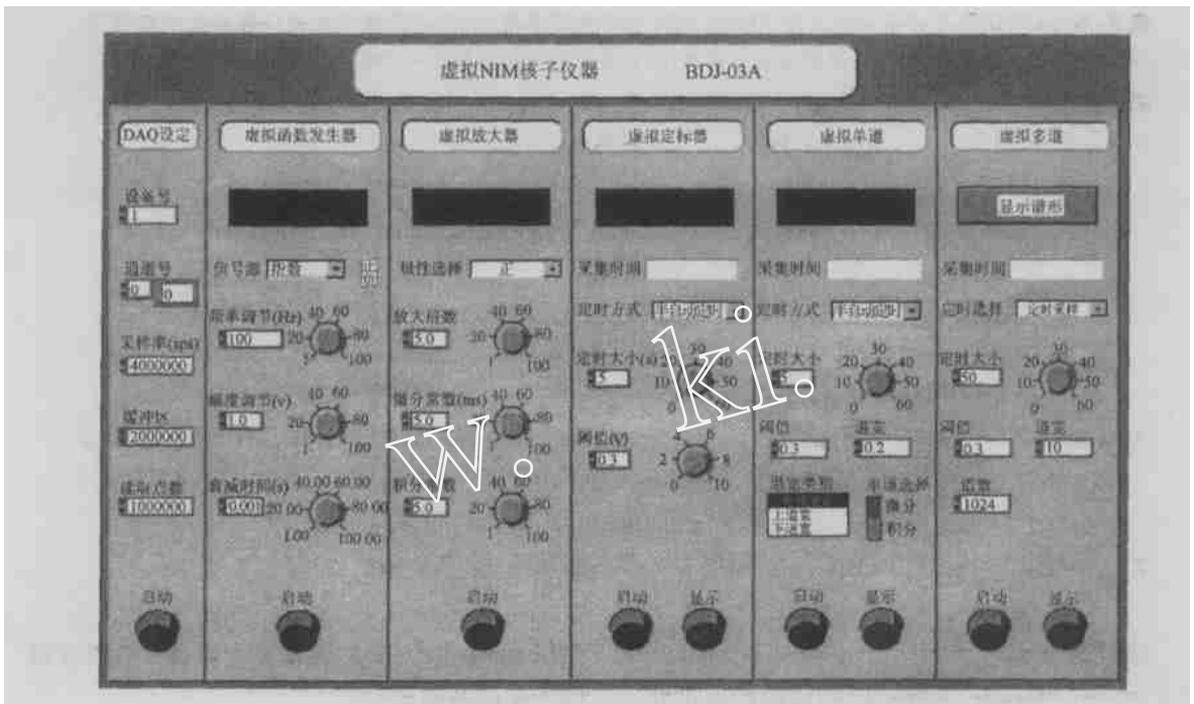


图1 虚拟NIM核子仪器前面板

Fig. 1 Front panel of NIM virtual instrument

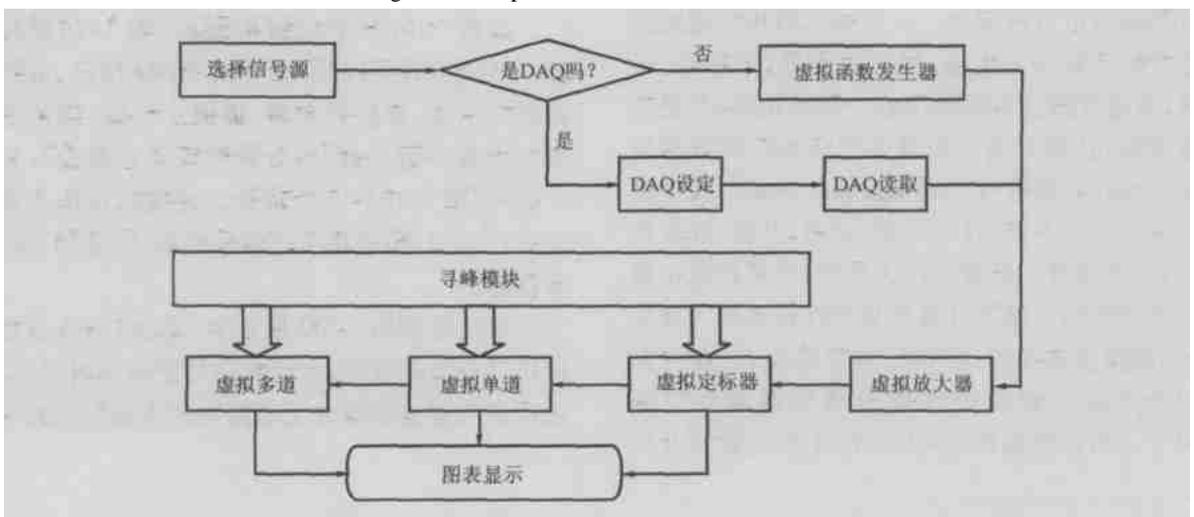


图2 系统总体设计框图

Fig. 2 Diagram of system design

vi,对数采卡的设备号、通道号、采样率、缓冲区等参数进行设置,然后启动数采卡进行连续采样。NI PCF6111E 数采卡内置环型缓冲区,再结合 LabVIEW 从计算机内存中划出的缓冲区,数据采集和处理能够同时进行。模块返回的实际采样率用作信号分析处理时的定时。DAQ 读取模块调用 AI Read. vi,从内存缓冲区中读取采样数据。

2.3 虚拟函数发生器模块

模拟函数发生器在前面板上提供了信号类型、频率调节、幅度调节、衰减时间(或方波百分比)等波形参数输入。正弦信号和方波信号采用 LabVIEW Signal Generate 弹出面板中的 Sine Wave. vi 和 Square Wave. vi 来产生,指数下降信号由公式节点 $v = A \exp(- (t - n/f)/t_0)$ 计算得出,其中:A 为信号幅度,f 为信号频率,t 为时间,t₀ 为衰减时间,n 为周期数。产生之后,通过信号频率和采样频率计算出单次采样时间,并进行延时。显然,最终产生的信号应为连续的,因此,两次采样间应能保留上一次采样的最后相位,将其作为下一次采样的初始相位,这在 Sina Wave. vi 和 Squera Wave. vi 可由 reset phase 参数来指定,指数信号只能在程序中自行实现。

2.4 虚拟放大器模块

虚拟放大器在前面板上提供了极性选择、

放大倍数、微分常数和积分常数等输入控制。该模块主要完成对随机核信号的滤波成形以及放大。传统的放大器插件通过极零相消方法的微分电路和四次积分电路实现,而虚拟放大器是通过将采样数组与微分积分网络的冲击响应进行卷积运算实现。LabVIEW Time Domain 弹出模板中的 Convolution. vi 用作离散点的卷积运算,其中的冲击响应包含了微分常数和积分常数调节^[2]。

2.5 寻峰模块

寻峰模块是信号分析处理部分最重要的模块之一,定标、单道和多道均需对采集到的每一数据点进行寻峰处理。因此,确保它性能上的高效和逻辑上的正确至关重要。LabVIEW Measurement 弹出面板中的 Peak Detector. vi 用于寻峰,但本系统重新设计了该模块。寻峰模块流程图示于图 3。

图 3 中的寻峰模块将上次倒数第二点和上次倒数第一点并入采样点数组,然后,比较此数组中相邻三点,若当前点取值大于前一点、小于等于后一点,则认为此点为峰值,并记录峰数。必要时,还需记录峰的幅度值,当然,当前点取值必须在阈值以上。程序通过布尔型移位寄存器变量来标志是否寻到峰。寻到时将其设成 F,当采样点再次回到阈值以下时将其设成 T。最后,输出本次倒数第一点和倒数第二点的幅度值。

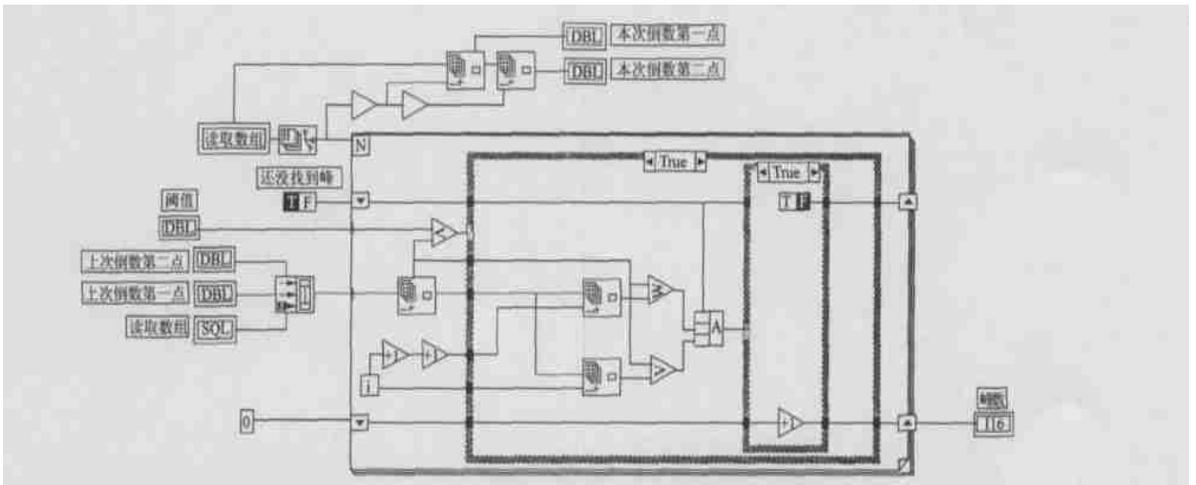


图 3 寻峰模块流程图

Fig. 3 Diagram of peak-detecting block

2.6 虚拟定标器模块

虚拟定标器在前面板上提供了定时方式、定时大小和阈值等输入控制。定时方式可选择手动定时、半自动定时或自动定时。该模块将采样点数组作为寻峰模块的输入参数,并将输出的峰数累加到定标计数上。通过实际采样率和读取点数计算出本次采样所耗时间,将其累加至采集时间,并比较采集时间和定时大小,根据定时方式来判定计数是否应终止。点击“显示”按钮将弹出一个窗口,列出系统启动后每次的定标计数、采集时间和平均计数率等统计数据。

2.7 虚拟单道模块

虚拟单道在前面板上提供了定时方式、定时大小、阈值、道宽、道宽类别以及单道选择等输入控制。定时方式可选择手动定时、半自动定时或自动定时,道宽类别可选择对称道宽、上道宽或下道宽,单道选择可为积分单道或微分单道。单道模块的核心任务由寻峰甄别模块完成,它与寻峰模块类似,但增加了道宽和道宽类别两个输入参数,用以判断所寻峰的幅度是否在阈值和道宽确定的范围之内。同样,点击它的“显示”按钮也可列出每次的统计数据。

2.8 虚拟多道模块

虚拟多道在前面板上提供了定时选择、定时大小、阈值、道宽以及道数等输入控制。定时

选择可为定时采样或不定时采样。该模块用一个大小等于道数的一维数组来保存各道上的计数。首先,将谱数组所有元素初始化为零,然后,调用寻峰模块得到所有峰值位于阈值之上的峰幅度,通过道宽,将这些幅度值转化为道数,并将谱数组中这些道数对应的元素加1,与此同时,谱形将随之发生变化。点击“显示谱形”按钮,将在多道面板的左侧显示出采集中的谱形图,再次点击,谱形图将会消失,恢复核子仪器原来的外观,但此时的多道采集并未停止。

3 结语

虚拟 NIM 核子仪器系统已经实现了基本功能,有待改进的方面有:双踪示波器模块的开发与集成;符合反符合模块的开发与集成;虚拟多参数多道模块的集成;模拟核谱信号源模块的集成。除此软件方面外,硬件方面的改进还包括信号调理电路的设计、更高采样率数采卡的设计等,最终的目标是形成一套完整的仪器系统,取代传统的 NIM 核子仪器。

参考文献:

- [1] 刘松秋,曹子雄. 基于 LabVIEW 平台的核物理实验虚拟仪器设计方法[J]. 原子能科学技术, 2000, 34(增刊): 182~185.
- [2] 王芝英. 核电子技术原理[M]. 北京:原子能出版社, 1989. 6.