

串列加速器微机控制自动能量扫描系统 的研制及初步调试

张琳 · 李嘉庆 · 卢成荣

摘要 · 利用微机和单片机构成分布式控制系统参与对加速器的控制,实现了加速器在一定范围内等间隔能量点的自动调节、动态显示和稳定机器工作状态、采集并保存实验数据作为日后实验运行参数的查询和调用。

关键词 · 自动能量扫描系统,分布式控制,虚拟仪器,通讯

A computer controlled energy scanning system for tandem accelerator

ZHANG Lin · LI Jiaqing · LU Chengrong

(Accelerator-Based Atomic and Nuclear Physics Laboratory,
Institute of Modern Physics, Fudan University, Shanghai 200433)

Abstract

· · In order to upgrad the current manual control system of the tandem accelerator, a distributed control system has been developed with a computer and some chips. It is used for automatic adjusting particle energy in a precise energy interval, dynamic displaying and stabilizing the status of the accelerator, as well as acquiring and saving experimental data in database for future use.

Key words · Automatic energy scanning system, Distributed control system(DCS), Virtual instrument(VI), Communication

· · 1987年我校从美国NEC公司引进了一台端电压为3MV的9SDH-2串列加速器。该加速器控制系统主体由四个大控制屏组成,总共包括30多个控制单元。

· · 自动能量扫描系统配合加速器可以精细、自动且平滑地调节被加速粒子的能量,可以使每一步粒子能量的增量控制到很小的数值(如:2keV),这在手动情况下很难做到。

· · 我们设想应用计算机技术改进加速器控制系统,利用计算机实现加速器的计算机辅助开机,自控运行。由键盘输入实验要求,计算机按要求调用同类实验的数据库资料,自动调整加速器工作状态,在满足实验的各项条件后开始进行实验。实验过程中通过计算机控制,使加速器保持稳定的端电压和稳定的束流值,实时显示加速器运行状况,提示实验进展情况。实验结束时将本次实验运行状态存入数据库,以备下次同类实验调用。这一加速器计算机控制系统除了实现计算机自动控制外,还保持原有手工操作的功能,并有

利于整个控制系统的维护和检修。

1 最小控制系统

· · 加速器被监控的对象繁多,在微机技术引进加速器控制系统的初始阶段,我们首选研制一个涉及被控对象相对较少,且软硬件具有代表性的一定能量范围内的自动能量扫描系统,以便尽快地验证加速器的自控效果,在此基础上逐步扩大加速器被监控对象的范围。

· · 本自动能量扫描系统拟定运行过程如下:(1)手工启动加速器,按实验要求,将束流调到靶上;(2)按实验要求键入有关自动能量扫描的控制参数(包括起始能量、间隔能量、终止能量等);(3)启动扫描系统,将加速器有关控制从手控状态平滑切换到计算机控制状态;(4)核对加速器运行状态是否满足实验要求;(5)向实验管道上束流积分仪和计数器发出起始计数脉冲;(6)束流积分仪计数期间,计算机自动稳定实验所需的端电压和束流值;(7)计算机接收到束流积分仪计数完毕脉冲信号后,扫描系统自动改变加速器的端电压并保持束点位置,待调整到下一个能量点时继续实验;(8)随着扫描粒子能量的逐步递增,当达到预定的终止能量时,自动能量扫描过程结束。

自动能量扫描系统能精细、自动、平滑地调节被加速粒子的能量,精确控制粒子能量的增量 ΔE ,这为测量能量激发曲线的精细结构提供了很大方便。

2 · 计算机控制系统的软硬件设计

加速器的计算机控制系统采用主机、从机的分布式控制方式。主机采用PC微机,从机用MCS51单片机模板组成STD工控机,微机和STD工控机之间通过RS232接口进行串行通信。所使用的STD工控机包括ASM51 CPU主模板以及自行设计制作的FDAC01模板和FDAC02模板。系统整体结构如图1所示。

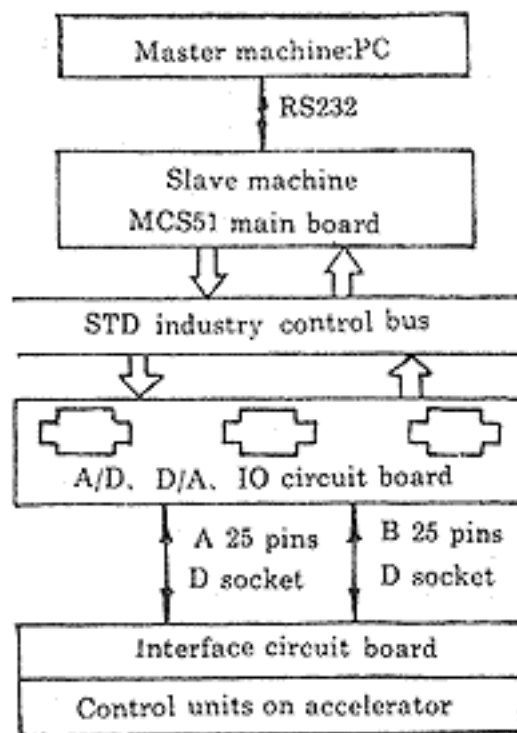


图1 · 分布式控制系统

Fig.1 The distributed control system

· · STD总线是工业控制领域中的主流总线,它采用功能模板结构,所有引脚都有严格定义,有很强的I/O扩展能力,使I/O接口设计简单易行。我们按STD总线标准设计了FDAC01模板和FDAC02模板。FDAC01模板具有A/D转换、D/A转换和IN/OUT端口,分别用两个25芯D型插头引出。该模板用作测量各控制单元仪表的读数、继电器的开关操作、计算机控制电压的输出。FDAC02模板具有16位A/D转换功能,采用MAXIM公司的MAX195 16位自校准A/D转换芯片,用作精确测量加速器的端电压,4路I/O端口用作向实验管道上的束流积分仪发送启动计数信号,并接收回送信号。

· · FDAC01原理框图见图2。FDAC01模板有16路12位A/D、8路12位D/A和16路开关量I/O通道几个部分。它利用比较器74LS688和DIP开关设置板选地址,并由高8位地址总线选通(总线上所插的不同模板均有唯一的识别地址)。3-8译码器作片选元件,片选地址由地址总线的低8位中LA4-LA6确定。MAX306作16选1的A/D信号选通开关,地址总线低8位中LA0-LA3选通MAX306中16个模拟量输入中的一路待测通道。AD574作12位A/D转换,以查询其转换状态位STATUS的变化或延时35 μ S来判断A/D是否转换完成。以并行方式读出转换数据到数据总线。A/D输入通路与被控对象直接相连。MAX526作12位D/A输出(并行方式),有4路输出,体积较小,硬件设计较方便。

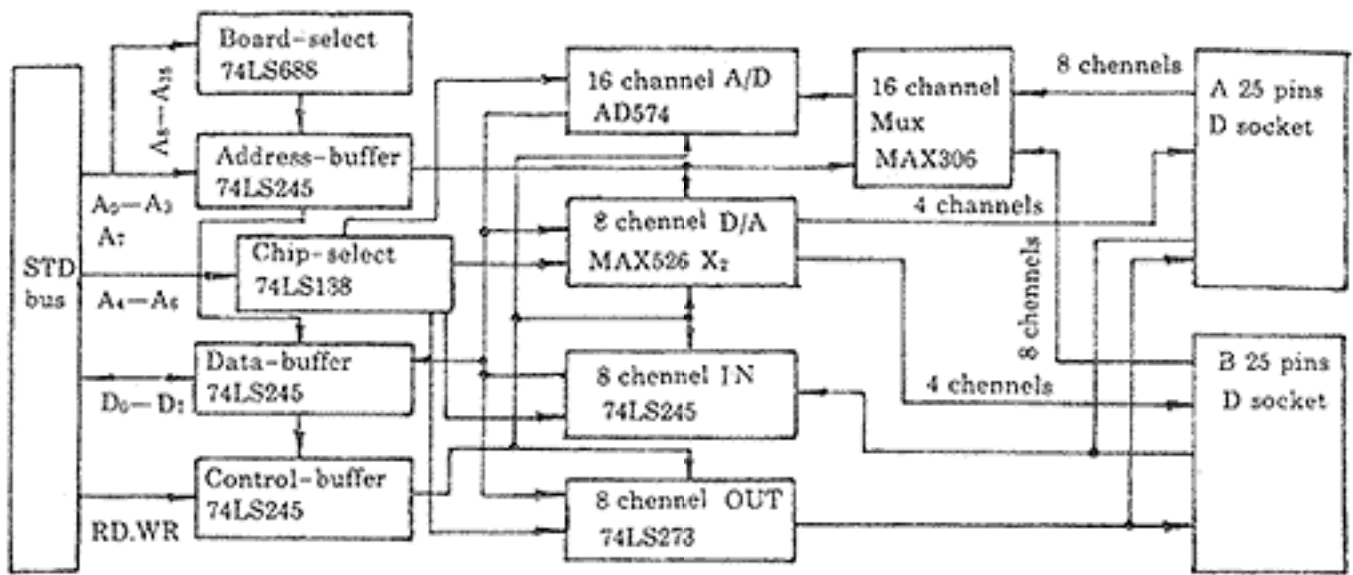


图2 · FDAC01模板(A/D、D/A、I/O)原理框图
Fig.2 Circuit diagram of A/D, D/A, I/O board FDAC01

· · 我们还设计了Interface接口板,板上装有5个微型继电器及达林顿驱动电路,将它置于加速器控制单元中,作为加速器原测量控制电路与STD系统连接的接口电路,它同时也用以实现加速器控制模式的切换。手动控制模式时,加速器各控制单元的控制参数取自控制屏面板上的电位器。在计算机控制模式时,控制量则通过该接口板上的继电器切换到STD系统,各继电器状态可由IN1-IN8通道的LED显示来观察。

· · FDAC01模板通过STD总线与单片机CPU模板互连,两个25芯D型接口与Interface接口板相连。根据具体情况,两个D型插座的信号线可通过跳线灵活切换。

· · 从机软件采用任务分割、逐步细化方案。用MCS51汇编语言编程。功能包括A/D、D/A、开关量I/O、看门狗(Watchdog)部分。采用定时、通讯及中断服务。数据处理中应用数值滤波、PID算法等。

· · 主机软件采用Window95和Visual Basic4.0是考虑了如下一些因素· Window95的抢占式多任务特性使实时软件运行更可靠; Visual Basic以其所见即所得及面向对象和事件驱动特性使之在分布式控制系统设计中得到广泛应用。VB支持OLE(Object Link Embedding—对象连接嵌入)自动化和DDE(Dynamic Data Exchange—动态数据交换),使不同程序间数据动态共享,使应用集成、代码复用程度更高。它支持的ODBC(开放式数据库互连)使其应用可以访问不同类型的数据库(如Access、FoxPro),而不用重新编程; 它的通信控件支持MODEM,因此支持远程控制和访问。这些都为今后工作拓展和最终实现加速器微机网络化管理奠定基础。

· · 主机软件功能上可分为三个层次,包括监控平台、物理参数的实时监控和数据库管理。具体涉及如下几个方面: (1)首先在主机屏幕上生成自动能量扫描系统的图形化虚拟仪器(Virtual Instrument),实时监测束流值、能量、端电压、磁场电流、聚焦-导向电压控制,并在主机上显示,这些通过可视控件对象来实现。应用标签(Label)来显示参数数据、用图表(Graph)来显示参数变化曲线、滑标(Slider)或旋钮(Knob)用作电位器调节等等。支持鼠标和键盘操作。 (2)编写事件驱动代码。如主机和从机传送数据和命令以达到监控目的。 (3)实时显示实验参数和运行状态并存入数据库,作为今后实验的参考。

· · 主机所监控数据的唯一来源是RS232口,因而主机和从机可靠高效的串行通信是主机软件的关键、在通讯上,Window通过驱动程序Comm.Drv和硬件接口、VB中的通信控件将一系列和通信有关的属性、事件封装了起来,很少涉及和系统有关的编程细节,因而缩短了研制调试周期。

· · 自动能量扫描系统中,主机通过从机监测各仪表的数值、继电器的开关状态,并通过从机对各端口、各继电器进行控制,从机将各个通道上的模拟量(如端电压)进行AD转换后将结果送到PC主机作为实时显示和监测,而控制各端口的电压由从机通过DA输出。手控状态切换到机控状态先通过下位机AD转换读出原电位器控制输出的电压值,再通过相对应一路的DA输出该电压值,然后发出开关控制命令,通过继电器实现手控到机控状态的平滑切换。整个实验过程中主机不断对各被控对象进行循环监测,实行PID控制。

3 · 研制工作的进展

· · 为保证我们所设计制作的硬件设备能正常工作,所编制的主机、从机应用软件满足实际要求,我们还特别制作了一个能模拟自动能量扫描系统所涉及到的加速器各被控参量的模拟装置。首先在模拟装置上进行软硬件的调试工作,然后再正式上加速器调试。

· · 我们利用模拟装置完成了FDAC01模板和Interface接口板的调试工作,主从机建立起正常的通讯联系,主机实时显示从机传来的各项数据(如仪表读数)以及按特定的控制算法来控制模拟装置的各个仪表的读数变化。其中具体实现了如下必需而且重要的特性:利用PC Window平台对仪器仪表读数的实时监测与控制:模拟装置相应电位器手动—机控之间状态的切换并能在PC Window平台上作该状态的监督和转换;仪表读数的逐步递增、递减及限幅变化等。随着控制范围的不断扩大,控制算法将有待不断完善,并利用VB在数据库功能上作扩充。这些结果结合加速器部分的接口改造将最终完成联机实验。

作者单位:(复旦大学现代物理研究所基于加速器的原子物理和原子核物理实验室·上海·200433)

参考文献

- 1 李华. MCS51系列单片机实用接口技术. 北京·北京航空航天大学出版社, 1993. 411
- 2 魏庆福. STD总线工业控制机的设计与应用. 北京·科学出版社, 1991. 48
- 3 MAXIM新产品数据手册. 第四卷, 1995. 1-17
- 4 MAXIM新产品数据手册. 第五卷, 1996. 7-93
- 5 武汉力源单片机技术研究所. MAXIM “热门”集成电路使用手册. 第二册, 1994. 115
- 6 Visual Basic 4.0在线帮助(Visual Basic 4.0's online Help)

收稿日期·1997-10-20,修回日期·1997-12-10