

# JUHU 系统的结构与功能

焦敦庞 葛元秀 王彦瑜 余掬生

(中国科学院近代物理研究所)

JUHU 系统是西德重离子研究中心 (G-SI) Lynen 教授研制的用于中、低能重离子物理实验的在线数据获取系统。该系统运行已有十余年历史,并处于不断更新中。1985年10月 Lynen 教授来兰时作了安装,但由于种种原因系统安装尚未完成。

鉴于 JUHU 系统在软件结构上的一系列特点,有较强的可扩充性与可替换性,并且考虑到现实可行性,我们选用该系统作为我所 HIRFL 第一期数据获取系统的基本构型。一年来,我们对该系统作了认真的剖析,结合当前的具体条件对系统硬件作了更改,并作了全面调试,目前已可投入运行。

JUHU 系统是一个基于 PDP-11 系列计算机的 stand-Alone 系统,它借助 RSX-11M 操作系统引导,主控程序装入内存后即脱离操作系统而独立运行,全部覆盖块的调用,外设驱动,以及命令调度与执行均独立于操作系统。系统软件全部由汇编语言写成,从而提供了一个较为快速的运行环境。

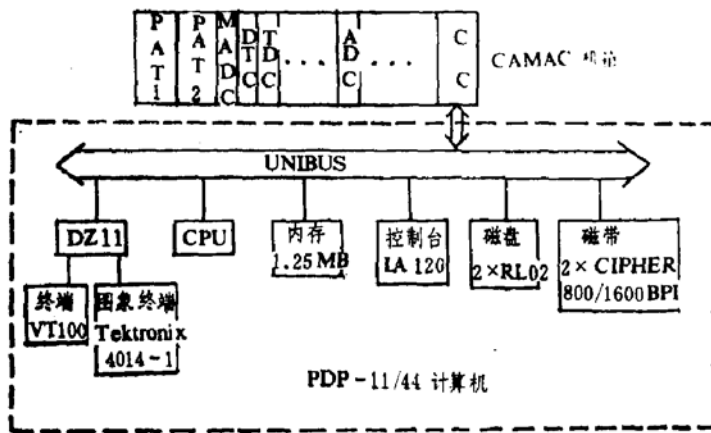


图1 JUHU系统硬件结构

## 一、JUHU系统结构

1. 目前JUHU系统的硬件结构如图1所示图中: PAT1; Pattern Unit1 用作Main pattern; PAT2; Pattern Unit2 用作Trigger Pattern; MADC; Monitor ADC 用作监视器输入; DTC; Dead Time Controller 用作数据获取期间的事件控制; CC; Kinetic 3912 CAMAC机箱控制器。

当然,在CAMAC机箱中还可以根据用户的需要插入定标器,用于高精度NIM ADC的 adaptor等CAMAC 插件。如果单个机箱空间不够,还可以引入分枝驱动器进行多机箱数据获取。

### 2. 数据获取控制逻辑

数据获取的系统控制由 CAMAC DTC 插件完成,其控制逻辑如图2所示。

图中: (i) 用户发送起始数据获取命令 KB, 将 DTC 由“关”转成“开”态, 等待事件导引讯号的到来。

(ii) 符合门由事件导引讯号触发, 后者由各子事件导引讯号逻辑或得到, 启动一个 $0.5 \sim 5\mu s$  间可调的符合门讯号的发送。在此期间, 如果DTC处于“开”态, 允许PAT1, PAT2, ADC, TDC 接受输入, 符合时间的长短取决于构成各子事件诸参数到达 PAT1, PAT2, ADC, TDC的时间差, 保证子事件的完整获取, 又必须尽量避免前后两个不同事件参数的重迭, 起到“事件隔离”的作用。PAT2 的各位可用作各

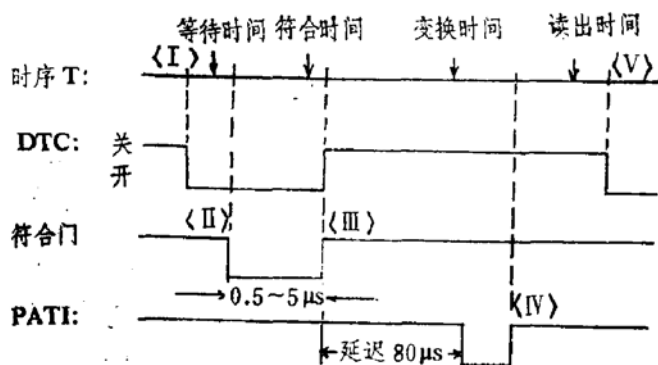


图2 系统控制逻辑

类符合事件的标志位，供数据离线分析时使用。

〈iii〉符合门讯号的后沿自动恢复DTC由“开”转成“关”态，使得在ADC，TDC作数字变换期间，即使再来事件导引讯号，PAT1，PAT2，ADC，TDC也拒绝脉冲输入。从此时刻开始，将待输入PAT1的选通讯号延迟80μs，送入PAT1的选通门，在此期间，ADC，TDC完成数字变换。

〈iv〉PAT1接受选通讯号后，即向计算机发出LAM请求，控制转入数据采集中断处理子程序。

〈v〉中断处理子程序读入PAT1，判断该pattern word，转向读出相应于该子事件诸参数的程序段，而相应于其他子事件的诸参数均未被读出，实现了自动跳零功能。数据读出后，清所有PAT1，PAT2，ADC，TDC，最后向DTC发送死时间恢复命令，置DTC于“开”态，等待下一个事件的到来。

监视器的数据采集不受DTC控制，直接

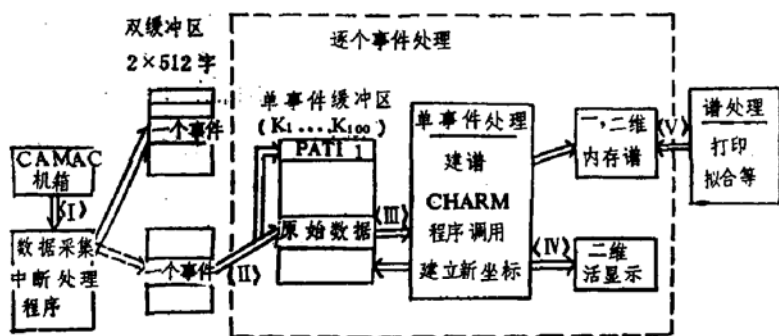


图3 系统数据流

响应MADC的LAM请求，而转入一个专用的中断处理程序，建立监视器标志，并读入相应的监视器数据。

### 3. 系统数据流如图3

图中：〈i〉通过数据采集中断处理程序将数据从CAMAC PAT1，PAT2，ADC，TDC读入双缓冲区，一个缓冲区填满即倒入磁带记录，“乒乓”翻转，数据读入另一个缓冲区。

〈ii〉将读出指针当前所指向的事件传送到单事件缓冲区，事件的第一个参数必定是PAT1相应的pattern word，总是送入K1，其余参数送入由该子事件定义所规定的连续坐标区。同时，将该区作为逐个事件在线处理的暂存缓冲区，从而使得在线处理程序设计规格化。

〈iii〉根据条件与谱定义的规定，将满足条件的原始数据，直接传送或经处理后送入单事件缓冲区，建立新坐标(伪参数)，并在内存中累积相应的一、二维谱。

〈iv〉按用户命令，将单事件缓冲区内的数据，作两维活显示。两维活显示谱借用Tektronix 4014存贮型示波管进行，不占用内存空间。当然也可按用户命令作一维内存谱的活显示。

〈v〉按用户命令，对内存中的一、二维谱作进一步处理，如谱内容的运算、谱显示与打印、二维谱等高图显示、拟合等等。

### 4. 系统内存空间分配与复盖结构如图4

JUHU系统是一个独立于操作系统的Stand-Alone系统，避免了大量操作系统调度所必需的开销，同时也充分地使用了计算机物理内存空间。

图4中：〈i〉中断矢、数据区、JUHU主控程序等常驻内存，通过RSX-11M操作系统装入，它们的虚地址空间与物理地址空间之间的地址映射固定。其中数

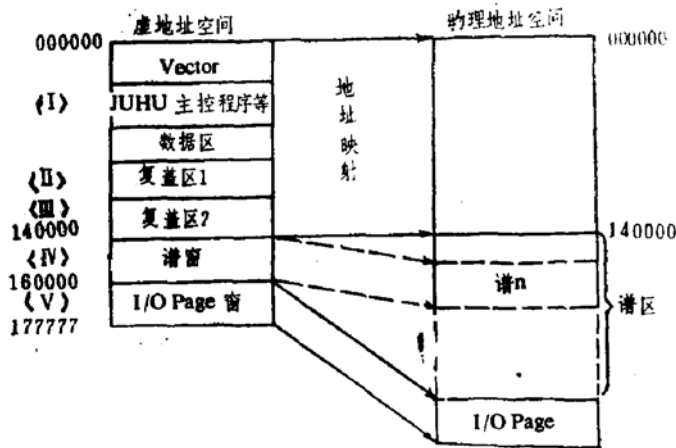


图4 系统内存空间分配与复盖结构

据区用作各复盖块之间，以及它们与主控程序之间的通讯。

<ii> 复盖区1包括：VOROV—实验构型定义程序文件，WOROV—条件与谱定义程序文件，与DIALN1—数据获取控制程序文件间的复盖。各复盖文件驻留在磁盘上，在 主控程序提示符下，用户使用命令 CTRL/V，CTRL/W，或 CTRL/N 调入相应的复盖文件。

<iii> 复盖区2 包括各命令解释与执行程序文件 nCOMM 之间的复盖，其中 n = C、D、E、F、G、J、K、L、M、P、Q、S、T、U、V、W、X、Y、Z。每个命令文件都包含一组以该字母开头的双字母功能命令。ACOMM 包含一组最常用的功能命令常驻内存，其余各命令文件驻留在磁盘上。在 主控程序提示符下，JUHU 主控程序通过识别用户打入的双字符命令的第一个字符，将相应的命令文件调入该复盖区。两个复盖区虚地址空间与物理地址空间的地址映射也是固定的。

<iv> 虚地址空间中的谱窗，与物理地址空间中的谱区间的地址映射由程序控制动态分配，谱区的大小根据计算机的实际物理内存容量动态测试确定，从而保证了计算机实际内存空间的充分使用。

<v> 由于本系统是一个 Stand-Alone 系统，对外设寄存器的访问均通过虚地址空间

I/O page 窗与物理地址空间 I/O page 之间的固定地址映射实现。

## 二、JUHU系统功能

JUHU系统提供的主要功能如下：

1. 在 VOROV 实验构型定义程序控制下，用户可通过人—机对话方式，根据他的实验构型规定多达15个子事件组合（其中4个独立子事件，11个这些独立子事件间的符合事件），每个子事件的参数量几乎无限。用户在 VOROV 会话间可规定各子事件相应的 pattern 位格式，组成该子事件的头坐标号，该子事件的字数（即参数量），以及对应于各子事件数据获取时的软件分除因子。同时，用户可规定各参数与 CAMAC 杆件站号和子地址号的对应关系，以实现各子事件的独立获取，排除了其他子事件参数的采集 (Zero-Skipping)。此外，用户还可以给各参数（包括伪参数）定义坐标名，用户可通过坐标名访问相应的参数，以实现在线数据处理。

2. 在 WOROV 条件与谱定义程序控制下，用户可根据其数据在线处理的要求，以相当于“条件语句”的方式规定各种条件，和条件组合，并规定条件满足时，对获取到的原始数据作处理的表达式运算，建立伪参数，以对逐个事件分门别类地进行在线处理。条件组合包括：“与”、“或”、“非”，“条件语句”可以嵌套，从而提供了相当完整的数据在线处理功能。用户可以规定在条件满足的情况下，系统按当前事件的参数值或加工处理后的伪参数值在内存空间中去累积位谱、一维或二维谱，谱容量可以是字节、单字、或双字长形式，同时还可以规定谱的压缩因子（并道）。通过 VOROV，WOROV 定义的参数可以文件形式存贮在磁盘上，供需要时调用。

3. 用户可以在启动数据获取前，或在

数据获取期间,通过命令动态定义二维谱作为活显示(一个屏幕上可同时显示四个谱图),以监视实验的进行。在规定这些二维谱时,可同时规定累积二维谱必需满足的条件和条件组合。系统利用 Tektronix 4014 存贮型示波管的特点,将数据直接存贮在荧光屏上,而不占用物理内存空间,从而极大地提高了二维谱活显示选择的灵活性。用户也可以对保存在内存空间中的一维谱,在谱累积的同时作活显示,以监视实验的进行。

4. 系统提供了数百个命令,用作系统参数的显示与修改;多种形式的谱图处理与显示,例如:谱之间的加、减,对某段谱区域赋以常数值,整谱显示或部分谱显示,一维谱 Y 坐标的自动刻度与刻度的放大和缩小,选择谱图的大小、形状,以及在屏幕上的位置(一个屏幕上最多可同时显示16个谱图),谱的直方图显示或多种符号的散点显示,二维谱的等高图显示,谱内容或缓冲区内容的打印等等;选择数据获取期间是否作磁带记录,数据磁带记录文件名的指定,用户注释字符串的磁带记录;恒值参数定义,这些参数可作为项出现在在线数据处理表达式中等等。

5. 系统具有一定的离线处理功能。例如:带与盘间的数据文件拷贝,通过带或盘数据文件作假获取(即离线处理),核反应动力学计算,能量刻度,以及二维谱 X、Y 方向投影和线性化处理等。

6. 用户可方便地将已有的命令组合成命令串,建立自己的命令,或以 CHARM 程序的形式建立自己的离线处理程序,加入到系统中,因而具有较灵活的扩充功能。

### 三、系统的改进

JUHU 系统是在早期的 PDP-11/34 机上开发的,十余年来在硬件、软件两个方面均不断地作了更新与扩充,资料奇缺,软件与现有的硬件不符,为我们的移植工作带来了

极大的困难。

1. 目前运行的 JUHU 系统与 GSI 的 JUHU 原型有如下差别:

<i>支持磁盘由 RK05 改为 RL02,改变了磁盘驱动程序。

<ii>通讯接口由 DL11 改为 DZ11,改变了终端驱动程序。

<iii>CAMAC 机箱控制器由 Schlumberg 公司的产品改为 Kinetic 公司 3912-Z1E 型控制器,改变了 CAMAC 控制程序。

<iv>抛弃了随系统带来的数据获取控制杆件(因无足够的资料,无法使用),替换以自行研制的 DTC CAMAC 杆件,改变了数据获取程序的控制逻辑。

2. 在调试过程中,我们对 JUHU 原型作了如下改进:

<i>原系统支持的最大内存容量为 256 KB,严重限制了内存谱的个数与精度,现扩充到运行该系计算机的实际内存容量,由系统运行时自动地动态测试确定,最大为 4 MB。

<ii>原系统在应用于某一具体物理实验时,除了必须通过 VOROV 与 WOROV 程序,以人一机对话方式作实验构型,条件与谱定义外,还必须修改数据获取控制程序 DIALN1。该程序的修改有一定的复杂性,用户难以普遍掌握。实际上在 VOROV 会话期,用户已提供了全部实验构型与过程控制必要的参数。我们对系统作了修改,避免了用户对 DIALN1 程序的修改,使普遍适用于不同的实验构型。

3. 我们认为该系统还存在一些根本性的缺点:

<i>数据获取控制硬件(DTC)过于简单,3912-1E型机箱控制器无DMA功能,使得子事件类型判断、数据的跳零采集全部在程序控制下以中断方式完成的,显然增大了死时间。这正是下一步系统改进时,必须考虑的问题。

<ii>PDP-11 系列机 16 位字长的限制使

得谱累积与内存谱访问必须通过改变虚、实地址空间的地址映射来实现，减缓了谱处理的速度；最大4MB物理内存容量也最终限制了内存谱的数量与精度。作为系统的进一步发展，拟采用 Micro VAX II 作前端数据获取机。

〈iii〉系统仅提供了命令方式作过程控制，尽管在 WORO V 会话期用户可规定数据在线处理表达式，但较之基于算法语言，以 Macro 形式提供过程控制的系统有较小的灵活性，为在线数据处理带来了一定的困难。

〈iv〉系统的离线数据处理功能是薄弱

的。

目前GSI的GOOSY系统运行在VAX系列机上，由PL/1语言写成，包含了在线数据获取系统GOLDA和离线数据处理系统SATAN的全部功能，并有所扩充，从根本上克服了上述问题，这是我们正计划引进的项目。

尽管存在上述诸多缺点，JUHU系统还是为我们提供了一个现实的、功能较齐全的系统框架，为HIRFL数据获取系统的建立与发展提供了一个较好的基础。有关JUHU系统的数据离线处理功能正在进一步开发中，系统的有关指标将在今后实验中测试。