

# 电子计算机在 高能实验物理 中的应用

戴 贵 亮

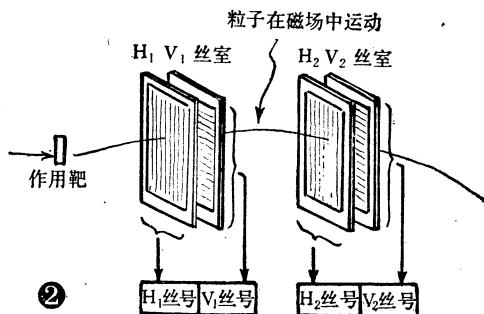
## 高能物理实验数据的采集与处理

近代高能物理实验的基本方法，是以极高能量的粒子束来轰击别的粒子，通过各种探测设备，把粒子互相碰撞这一瞬间发生的过程记录下来，并最终整理出人们所用的数据。

在目前，探测粒子碰撞过程的实验可分两类：

一类是所谓径迹型，另一类即所谓计数器型。径迹型实验是用气泡室、流光室等高能探测器来探测粒子的径迹。图 1 是粒子在气泡室中发生相互作用时运动的径迹，通过立体拍摄得到立体视照片，就可取得描述粒子飞行径迹的完备的位置数据。计数器

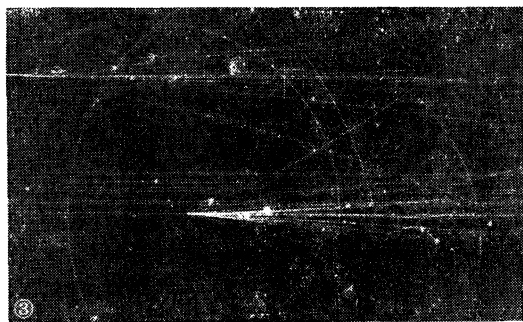
型实验是用多丝正比室、漂移室等高能计数器，以纵横排列的金属丝电极上的信号来监测粒子运动轨迹。图 2 给出一个用多丝室探测粒子运动轨迹的示意图。电子学设备记录下的垂直丝号与水平丝号，实际给出了粒子飞行径迹的某些特定点坐标的数据。



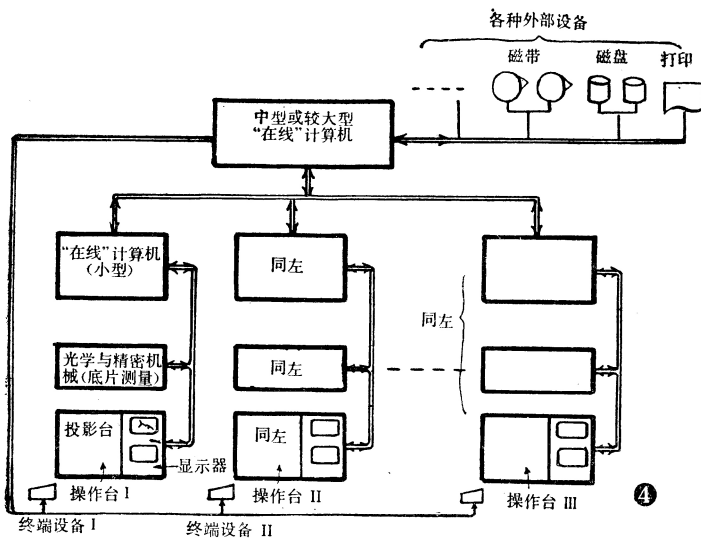
高能物理实验数据的采集与处理，依赖于电子计算机。由于实验方式不同，处理数据的具体方法当然有所区别。不过，笼统地可以把数据处理与分析过程划分为两个阶段：第一阶段是根据探测得到的原始数据，恢复粒子运动轨迹的完整的空间曲线，这个过程实际是一个几何学的处理过程，一般称作“几何重建”；第二阶段是在经过几何重建后的数据基础上的具体分析与计算，一般地讲，是运动学和统计学处理的过程。进行高能物理实验，希望尽可能提高数据获取效率。通常情况下，一个泡室在一年内能得到几百万甚至近千万张照片，计数器实验的数据获取量可能更要大得多。处理这些数据，工作量非常巨大，所以，高能物理实验中心都装备有庞大的计算机系统。

## 径迹底片数据的读出与处理

图 3 是一张泡室照片，可以看到，处理底片数据不是一个简单的过程。它要经过扫描底片、选出有用径迹、测量径迹、几何重建、鉴定事例及运动学计算等步骤。早期用人工进行径迹的扫描和测量，要求有经验



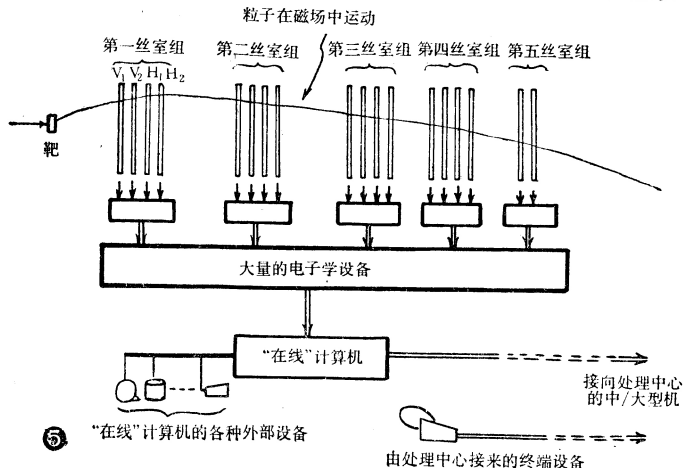
的实验工作者先从大堆底片中选出那些带有有用事例径迹的底片，并把有用事例径迹标志出来，然后一片一片地拿到人工读片机上，通过人工操纵，把有用事例的径迹逐点对准标尺，每对准一点，便按一下读数按钮，把这个点的平面坐标值穿孔在计算机纸带或记录到计算机磁带上。待一批径迹测量完后，把所得到的纸带或磁带再送上计算机，通过专门的应用程序，对数据进行处理。这个过程，不仅是人工的操作十分繁重，而且被测的每一组底片，都是同一次径迹在不同角度拍摄的反映粒子在三度空间内运动轨迹的投影图，测量时，必须把一组中每张底片上的相应点对应地读出，人工操作很容易发生错误。所以，目前多采用半自动或自动的计算机“在线”测量系统。图 4 是一个底片自动扫描与测量系统的示意图。由图上见到：每一台底片扫描与测量设备，都是由一套光学与机械设备和一个专门的在线计算机组成，若干台相同的测量设备连接到一个公共的中型或较大型的计算机上。测量时，操作员只需在大面积的底片投影上，对感兴趣事例的径迹



作一些相应的设置标志的操作,自动设备便在在线计算机软件(即计算机程序)控制下,自动完成寻找径迹、径迹扫描、几何重建和运动学处理。而且,通过扫描台上的显示器屏幕,把某些反映处理径迹的图形显示出来。一方面,操作人员可以通过显示的图形了解处理的情况;另一方面,也允许操作员根据情况通过键盘进行干预。这样的自动测量系统,每个测量台每小时可以自动测量几十个事例的数据。

### 计数器型实验中的“在线”计算机系统

计数器型实验中,所用的多丝室、漂移室等探测器,是由若干个室平面分散放置在粒子飞行的路径上。当前大的漂移室6米×6米,位置测量精度达到0.1毫米。在这样庞大的测量安排中,电子学设备也是相当庞大的,参见图5,由位置探测器给出的信号,被联接到电子学设备上,在电子学设备内形成位置码并转而接向在线计算机,每一个在线计算机,又通过通讯



线路与更大的计算机系统相连。在整个实验中,在线计算机作为系统的一个中心控制部件,在线系统的软件,管理着实验的整个过程。实验人员可以通过电传机与计算机对话,检查实验进行情况,抽查实验采集的数据,修改实验安排等等。

在线系统软件,支持着完整的在线数据采集过程。由探测器和电子学设备得到的每个有用的粒子位置数据,自动地进入在线计算机,并根据需要,被保存在在线计算机内或被记录到磁带里,当然也可能通过通讯线路转送到更大的计算机去。大量实验数据的最终处理,一般是离线的,但是,为了使实验人员能随时查看实验的进行情况,往往要根据实验人员提出的要求,把已采集的数据

抽样处理,并转换成统计图形送到显示器上显示出来。抽样处理虽然是少量的,但也是一个繁重的处理任务,为了在线地完成这些抽样计算,在线的小型计算机往往要求更大的计算机对它提供“在线”的支援。

### 数据处理中心与计算机网络

巨大的实验数据处理要求,决定了近代高能实验室总要配备有规模庞大的数据处理中心。在这里,一般要有两台每秒千万次运算速度的大型机作为中央机,围绕着它有若干台中型机专门用来处理输入/输出以及实验在线计算机连接。还有数以百计的在线小型计算机,分散在物理实验现场。

大、中、小型计算机相互连接,构成多机网络,这样可以发挥各机所长,增强处理能力。在线小型计算机的主要任务是采集数据,管理实验。比较复杂的抽样处理要求中型机在线工作,大量的离线处理则要在大型机(有时也在中型机)上进行。因为“在线”的工作直接受到实验活动和实验人员活动比较频繁的“干扰”,使计算机的工作效率降低,所以,为了发挥大型机的效能,不宜过多地令其直接投入物理实验在线工作。

当然,高能物理实验中心配置的庞大的计算机中心和计算机网络系统,并不是只为实验服务,高能加速器的研究与设计,计算机本身软件系统的研制,情报资料以及行政的某些管理等等,都可利用计算机系统。在高能物理实验这个领域,作为自动化基本工具的电子计算机的应用,具有极其广阔的天地。