

动必须尽可能小，我们采取了下列措施以避免或减小振动。

1. 车床电动机轴承更换成较高精度的轴承(我们用的是D级轴承)。
  2. 电动机底面及座架衬垫橡皮。
  3. 车床各传动部分尽可能采用皮带传动。
- 车床各运转部分最好进行动平衡校正，限于条件，我们没有做。

### 3. 床身导轨

床身导轨面的不平度，精密车床应比普通车床高，我们做到不大于0.01毫米/1000毫米，导轨磨后还用绿油膏研、机油拖。

### 4. 走刀机构

走刀机构要求走动轻快，必须消除拖板爬行现象，走刀时可用微米表接触拖板进行检查，表要运转均匀，无忽快忽慢现象。所以对走刀机构上的啮合齿轮必须用绿油膏进行研磨，以减少摩擦阻力，使走刀机构走动轻快。但啮合齿轮的精度，我们觉得不一定要很高，采用普通车床所用的齿轮精度也可以。我们这一台改装的车床的走刀机构除对机动走刀离合装置进行了改进外，其余机构基本不变，零件也没有全部更换，只更换了磨损不能使用的零件。

精密车床的走刀量 $s$ 比普通车床要小，一般要求 $s_{\min}=0.005$ 毫米/转。为了能达到此项指标和减少走刀机构的振动，我们把原车床传递走刀机构运动的高速齿轮传动改换成二级皮带轮减速传动。走刀机构的动力由图2所示的小皮带轮2来传递。

### 5. 金刚石车刀的调整

金刚石车刀在刀架上装得合适与否对车削零件的光洁度有显著的影响，一般可差二级左右。装刀时刀尖应和工件中心一样高或稍高几道，车刀的修光刃应与走刀方向平行，要耐心地对刀具进行调试。

## 用于固体径迹探测器的自动扫描器

闫辰 那相印 虞志康

在核探测工具中，固体径迹探测器是应用较为广泛的径迹探测器。在裂变碎片或其它粒子轰击后，经过化学蚀刻处理，在其表面会显现出清晰的径迹。图1是不同材料上的裂变碎片径迹照片。由于使用与处理方便，不少核物理测量都用到它。同原子核乳胶相似，要取得固体径迹探测器所记录的数据，一般得用光学显微镜扫描放大后的径迹影象。对于人工扫描，这是件十分疲劳的工作。人工扫描不仅速度慢(如测量1厘米<sup>2</sup>上具有一万条径迹的样品要两天时间)，而且在连续长周期测量中，人的主观判断因素与疲劳程度都影响取得数据的准确性。

不少实验室都试图用自动测量方法代替繁重的人工扫描。目前能实际使用的方法大致有两种：一种是火花计数器<sup>[1-2]</sup>，这种测量装置相当简单，但测量准确度差，约10—20%，



图 1 不同物质蚀刻后裂变碎片径迹的显微照片

而且可测径迹密度上限仅为  $10^3$  径迹/厘米<sup>2</sup>，在实际使用中受到一定局限。另一种是电视扫描方法，这种自动扫描装置性能优于火花计数器，已成功地应用到相对裂变率的测量中<sup>[3]</sup>。用它扫描单片样品约用 50 分钟的时间。根据物理测量的特殊要求，也有用单光点进行全面积扫描<sup>[4]</sup>，这是用计算机控制扫描台的机械扫描。这种装置能进行裂变碎片径迹的绝对测量与微分测量，但扫描速度相当慢，约 10 小时/厘米<sup>2</sup>。

从我们物理测量的实际需要出发，大量工作是关心相对裂变率的测量。我们采用电视扫描方法再加上数字控制的机械扫描台，构成一套较为简单、但基本上可完成预期测量功能的装置。图 2 是全部扫描器的照片。图 3 是扫描台部分实物的照片。

全套装置由工业电视系统(包括电视摄像机与电视图象监视器)，视频信号分析器，扫描台控制器，带有步进电机的扫描显微镜组成，其系统示意框图见图 4。下面就各部分结构与工作原理分述之。

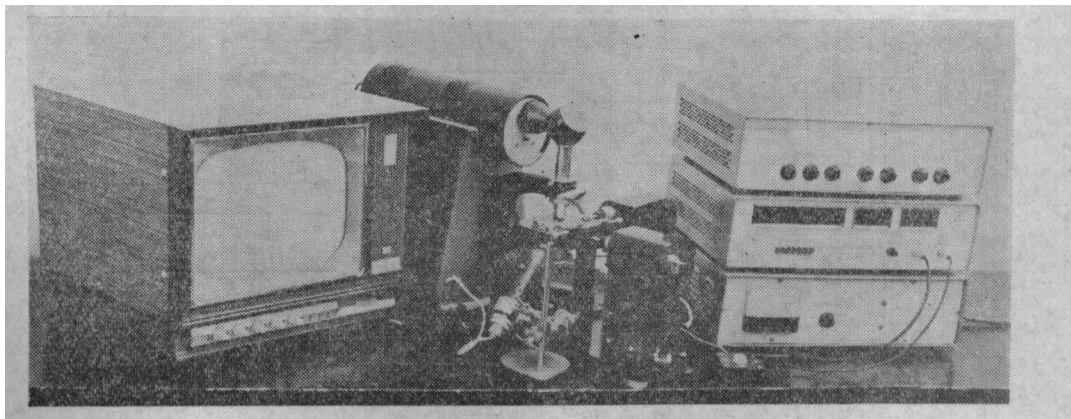


图 2 自动扫描器的全部装置实物照片



图 3 扫描显微镜实物照片

摄像机已除去，X,Y方向的方形防尘罩下是步进电机换向传动部分。步进电机转矩为500克厘米。镜身上方双筒已除去，代之是90°反光镜与遮光罩。因用外光源作为暗视野照明，故原聚光镜也折除了。

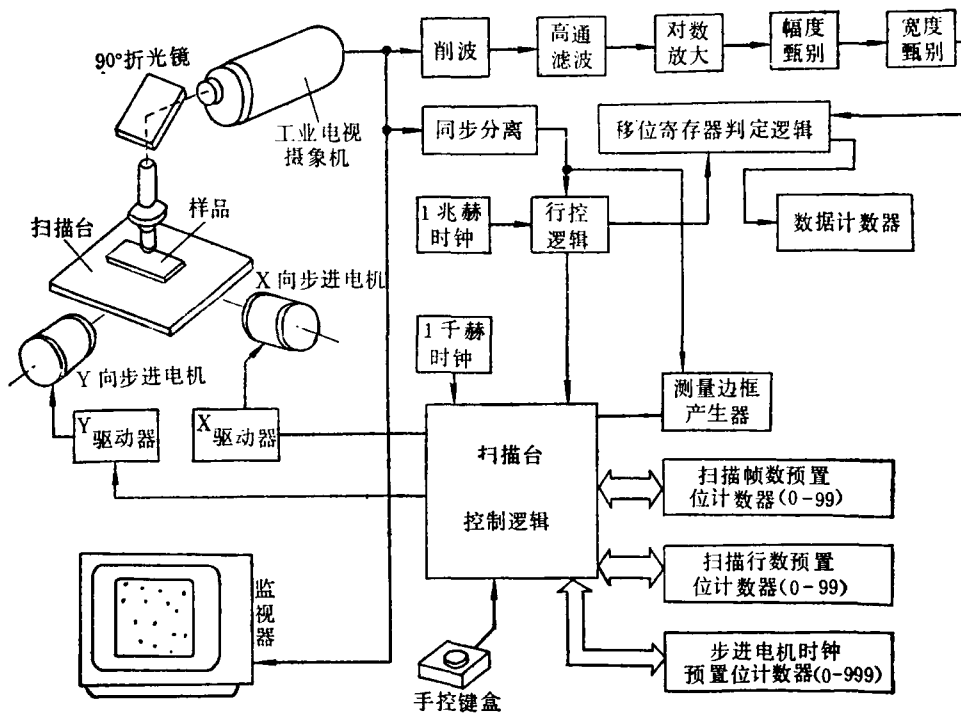


图 4 自动扫描器系统示意框图

## 扫描显微镜

显微镜镜身是用生物显微镜去掉双筒加上折光部分改制的。由物镜来的光束，经过 $90^\circ$ 折光镜，再由10倍目镜聚焦在电视摄像机的视象管靶面上。为屏蔽外界杂散光线干扰，折光器部分加有锥形遮光罩。

固定在镜身上的扫描台是装有螺旋测微计的弹簧测量台。X、Y两方向的测微计通过换向传动机构分别与两只转矩为500克厘米的步进电机相连，台在X-Y平面上的移动完全由步进电机控制。扫描台在X和Y方向最大行程为10毫米，步进电机转一周120步，步距折合直线位移为4.17微米。由图3照片可以看出扫描台结构，两只防尘罩下面分别是X、Y方向的换向传动机构。

扫描显微镜在Z方向没有自动聚焦系统，这是因为一般测量使用20倍或24倍物镜，景深约5微米，只要所测样品表面平整，测量过程中不会产生过大聚焦偏差，测量中只需通过监视器手动调节Z方向聚焦细调螺旋得到最佳聚焦。

## 扫描台控制器

扫描台控制器指令X、Y两方向步进电机完成自动扫描的动作程序。扫描台移动规律示于图5。动作是通过X、Y方向扫描视场数( $N_x$ ,  $N_y$ )及视场间距(实际上是步进电机行程步数 $N_s$ )这三个参数的数字控制实现的。扫描台控制器主要由三组预置位计算器与帧扫描逻辑组成。它们与帧同步信号和步进电机时钟构成闭环系统，其逻辑框图见图4所示。测量开始时按下启动键，给出开始动作指令，此后步进电机便依照预置参数 $N_x$ ,  $N_y$ ,  $N_s$ 驱

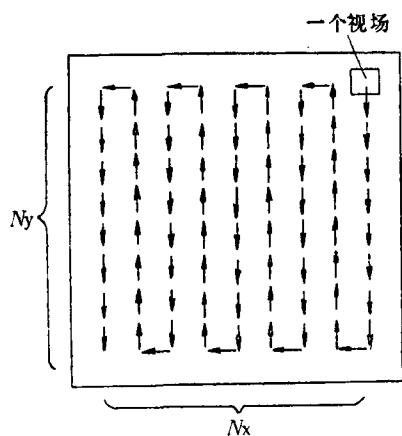


图5 扫描器移动规律示意图



图6 视频信号处理过程波形图

A——视频信号(一行扫描); B——削波后波形; C——经过高通滤波器波形; D——经过对数放大器波形。

动扫描台按指定途径完成自动扫描动作。扫描台除控制动作外，还协调地控制视频信号分析器的输出，把每视场扫描所得到的数据送往数据计数器累积。

有效测量范围由边框产生器产生的方框确定, 可根据测量需要调节方框边界大小, 此后再根据样品面积确定  $N_x, N_y, N_s$  参数, 把三个预置位计数器预置到相应状态。一次扫描过程结束,  $N_x, N_y$  分别由数字显示出来,  $N_x \times N_y$  就是扫描过的视场(指测量方框内面积)总数。

## 视频信号分析器

视频信号分析器有两个功能: 一是处理分析视频信号中的径迹信息, 二是对这些信息进行判定, 作为最终数据输出。视频信号分析器电路框图也示于图 4 上。

聚焦在视象管靶面上的光图象通过工业电视摄像机 SGB-5 变为标准工业电视信号输出。载在同步信号上的径迹信号是通过削波与高通滤波电路分解出来的。这两部分电路不仅滤去图象中高频噪声成分, 而且也把由于靶面不均匀造成的低频电平消去。此后信号再通过数放大器, 对视场范围内由于灵敏度不一致造成径迹信号幅度起伏给予一定补偿。补偿后的信号通过输出级给甄别器电路。视频信号处理过程的波形见图 6。

由于样品本身含有杂质与缺陷, 在处理过程中又可能受到表面损伤, 样品表面也会有灰尘沾污, 这些都会形成各种各样干扰测量的“本底”。分析这些干扰本底与真信号各自的特征, 采用脉冲幅度甄别与宽度甄别的二重甄别方法把本底的假信号消去。二重甄别的功能在图 7 中用波形示意说明, 这是辨别信号的一种简单方法。但应该说明, 事件和本底表征在脉冲幅度与宽度上有较明显差异的可以通过二重甄别方法较好地分开, 但对于面积与事件差不多而形状有差异的本底, 人工扫描中可根据测量者对形状的经验判断, 但电路则无法区分。

信号通过二重甄别器后, 又经过整形拉宽, 然后进入一串移位寄存器。整个系统没有使用计算机的存储单元, 故图象信号不能都记忆下来。为判读目的, 采用移位寄存器链实现实时暂存、判断、读出的复合作用。移位时钟信号与行同步脉冲是同步产生的, 把一行扫描时间间隔的视频信号分为 1 微秒单位的 48 等分。在一行扫描内出现的事件数据

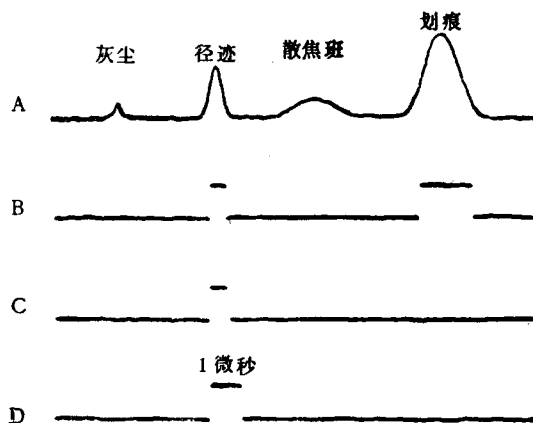


图 7 二重甄别器的作用

A——各种信号波形; B——幅度甄别后波形; C——宽度甄别后波形;  
D——单稳整形后波形。

依次以 1 微秒间隔在移位寄存器中依次移动。移位寄存器单元的数目是 50 个，比行扫描的 48 间隔多 2 个。如果某时刻第  $N$  行扫描间隔占满 3—50 单元时，则第 1, 2 单元是第  $N + 1$  行扫描的头两位。由 1, 2, 49, 50, 四个单元组成判定逻辑，把数条电视扫描线重扫过的事件判定为是一个事件。

移位寄存器链功能如图 8 所示。一帧图象的 300 个行扫描信号依次通过移位寄存器链，所以这种判定是连续进行，是实时的。判定后的输出数据信号由五位十进制计数器累计记录。

视频信号处理过程如图 9 所示。图 9 是监视器屏幕图形照片，可以清楚地看出视频信号处理分析电路各个单元的作用。

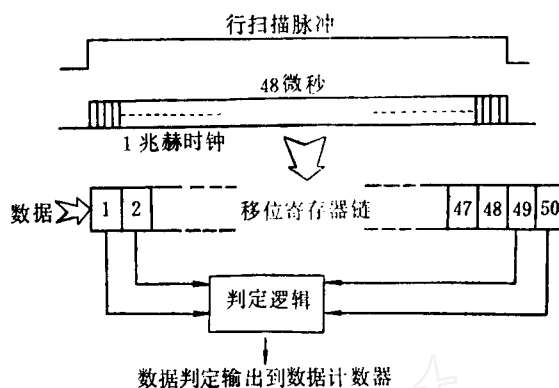


图 8 移位寄存器链的功能示意图

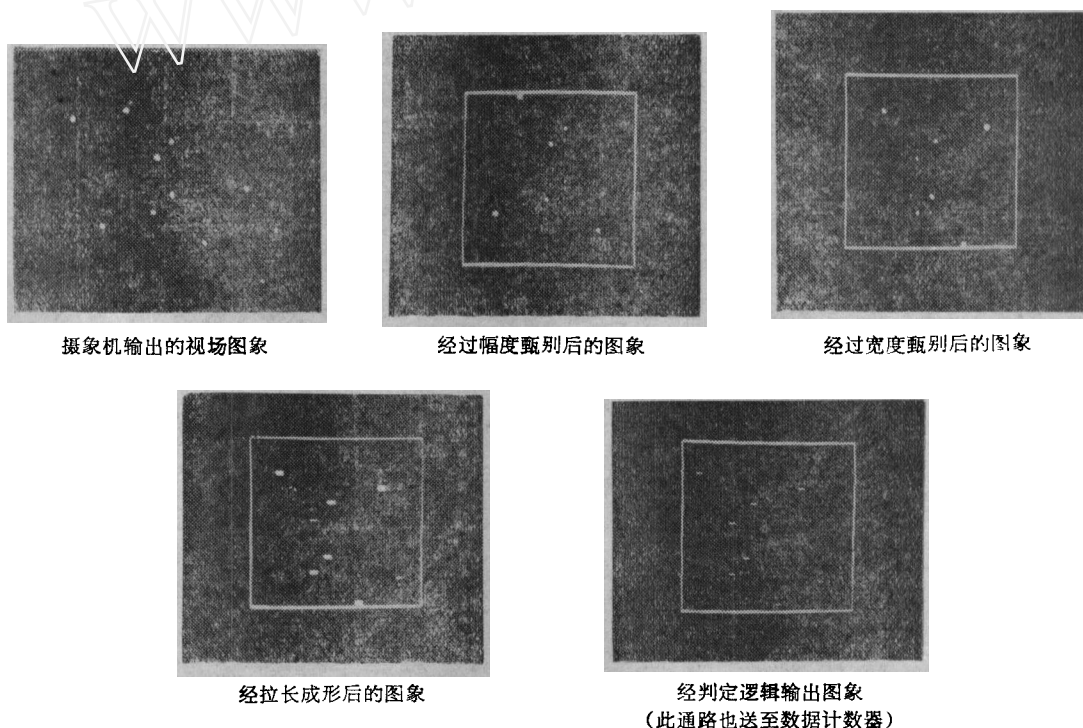


图 9 监视器屏幕显示视频信号处理过程照片

拍摄条件： $f=5.6$ ,  $T=\frac{1}{30}$ 秒, 27°DIN ILFORD 高速胶片。

## 照明与工业电视系统

使用 30 瓦的显微镜聚焦灯为照明光源。照明光线方向与样品平面成  $45^\circ$  角，构成暗视场照明，即背景是暗的，径迹是亮的。暗视场照明不仅有利于光电器件工作，使视象管

靶面不易“疲劳”，而且在电视监视器上得到的图象也利于观测。

闭路电视系统采用国产工业电视摄像机 SGB-5，摄像管采用 SF-25 D 视象管，其中心分辨率为 550 行，灵敏度在 20 勒克司照度下为 0.2 微安。系统中心分辨率为 300 行，以逐行扫描方式工作。

## 自动扫描器性能

### 1. 扫描速度

帧扫描频率为 50 赫，步进电机时钟采用 500 赫。每厘米<sup>2</sup>样品的平均扫描时间为 5 分钟。

### 2. 测量重复性

对于径迹密度为  $2.5 \times 10^4$  径迹/厘米<sup>2</sup> 的样品，扫描 1 厘米<sup>2</sup> 面积重复测量偏差为 4%。

### 3. 分辨力与测量效率

系统本身对一帧图象（视场面积）的分辨力是 576，即对均匀分布密度小于  $2.5 \times 10^5$  径迹/厘米<sup>2</sup> 的样品，测量结果是可靠的。但实际上由于径迹分布的统计性，由于源密度的不均匀性，都会造成径迹的“堆积”现象。仪器无法区分堆积的径迹信号，于是就丢失了部分真数据。所以，随着样品径迹密度增加，堆积几率亦增加，测量效率下降。

对密度分别为  $1.46 \times 10^4$  径迹/厘米<sup>2</sup> 与  $4.97 \times 10^3$  径迹/厘米<sup>2</sup> 的硅玻璃样品上的裂变碎片径迹进行自动扫描测量，与人工扫描的绝对测量计数比率进行比较，相对偏差为 2%。

### 4. 灵敏度

这是指能被记录下来的径迹最小尺寸，约为 3 微米。这个限制是由光学照明系统取得最佳信号的光学放大倍率、摄像机的视频放大电路与扫描器的视频信号分析器的性能综合决定的。更小一些的径迹由于测量中相当大的近阈不确定性与严重的丢失现象，测量结果是不可靠的。所以对一般的蚀刻处理方法，用这套装置进行裂变碎片径迹计数的相对测量是适用的，而欲测量轻粒子（如薄膜上的  $\alpha$  粒子，质子）径迹，还需进一步提高测量系统的灵敏度。

马觉愚、周长良同志参加了方案的制订与修改工作，范培国、崔云峰、孙玉华同志参加了调研与部分预实验工作，牛树杰、姚锦章同志负责了部分电路的调试，刘光汉同志设计了扫描台的机械部分并负责完成加工工作。

## 参 考 文 献

- [1] N. L. Lark, *Nucl. Instrum. Methods*, **67**, 137 (1969).
- [2] F. J. Congel et al., *idib*, **100**, 247 (1972).
- [3] D. Jowitz, *idib*, **92**, 37 (1971).
- [4] C. E. Cohn et al., *Rev. Sci. Instrum.*, **43**, 12 (1972).