

无铁双聚焦 β 磁谱仪的控制

沈 激 王宏华 韩荣典 叶云秀 翁惠民 施国顺
(中国科学技术大学)

修复了一台拆散多年的无铁双聚焦 β 磁谱仪,并对谱仪进行了许多重要的改进,提高了谱仪的综合性能。其中利用单板微机进行控制和数据获取就是重要的一项。

关键词: β -磁谱仪 控制

一、无铁双聚焦 β 磁谱仪的原理

无铁双聚焦 β 磁谱仪利用一组同轴配置的通电线圈产生强度沿径向作特定分布的旋转磁场。当电子沿中心轨道以一小立体角发射后,受磁场在纵向和径向两方面的会聚作用,经过 $\sqrt{2}\pi$ 的偏转角后得到聚焦(见图1)。聚焦于焦平面上一点的电子动量正比于中心轨道磁场强度。由于无铁,磁场强度严格正比于线圈电流。因此焦平面上一点的电子动量可以通过精确测量线圈电流强度来测得。目前,它仍是测量电子能量最为精密的手段^[1]。

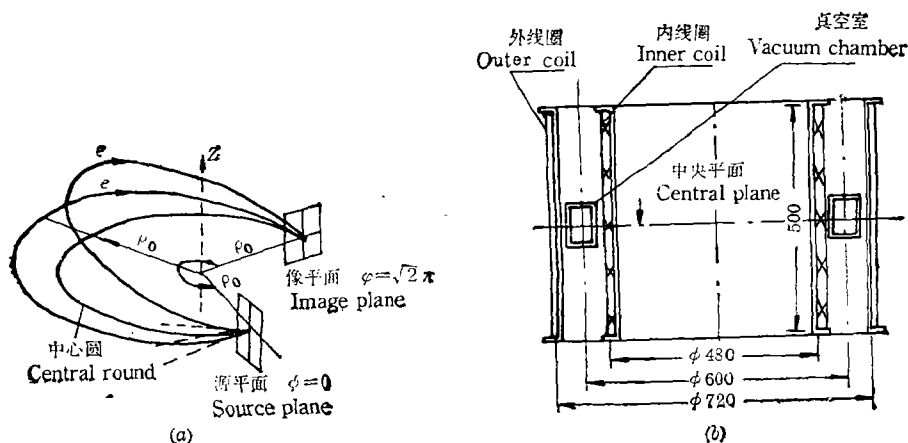


图1 无铁双聚焦 β 磁谱仪原理及中央构造

(a) 双聚焦原理 (b) 磁场线圈和真空室

Fig.1 The central structure of the iron-free double focusing β -spectrometer
(a) Principle of double focusing (b) Coils and vacuum chamber

二、单板计算机应用于谱仪控制

我们的无铁双聚焦 β 磁谱仪的磁场是由两个半径分别为240mm和360mm、高为500mm的同轴线圈串联构成。真空室位于两线圈壁之间。线圈总电阻为0.29 Ω 。采用一台YJ35型恒流源供电。探测器用正比计数管。从整个系统的配置看,很适合用计算机控制,且仅用一台单板微机便可胜任。

我们采用一台DBJ-Z80单板微机(内含有8位D/A转换电路),再配一台微型打印机、一台自制的接口电路构成一个十分简洁易于操作的控制系统,对谱仪进行控制(见图2)。

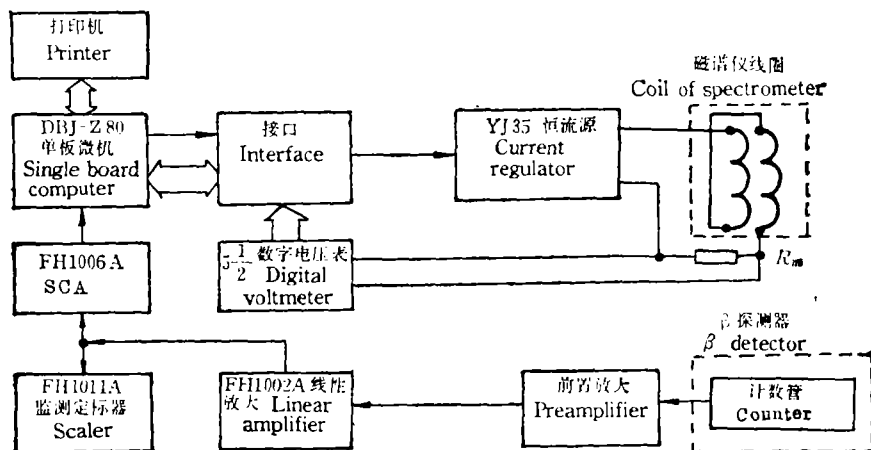
图2 计算机控制无铁双聚焦 β 磁谱仪框图

Fig. 2 Principle of the controlling system

对磁场电流的测量通过一台 $5\frac{1}{2}$ 位数字电压表测量串联在电路中的一块锰铜电阻 R_m 两端的电压来实现。为了尽可能减少环境温度的变化对测量的影响, 锰铜电阻浸没于变压器油中。电压表机箱后部有 $5\frac{1}{2}$ 位BCD码输出插座。插座中包含一根输出有效信号线。计算机在读取电压值时, 首先通过接口反复查询此信号, 直至此信号为高电平时读取电压。接口中与

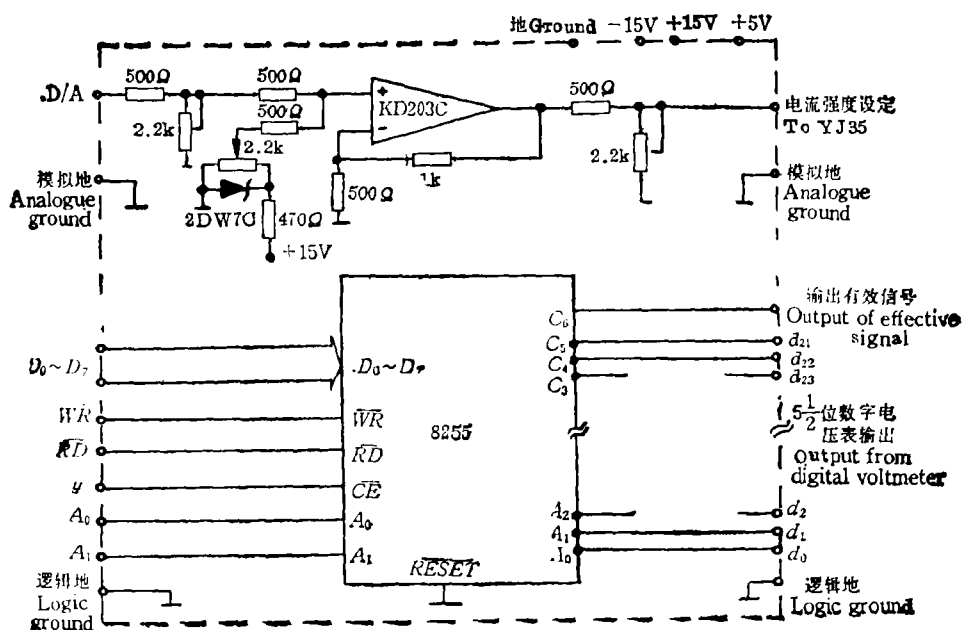


图3 接口图

Fig. 3 Interface

此有关的部分实际上是一片 8255 接口芯片, 8255 与 Z80CPU 的连接极为方便^[2]。我们把它接成存储器方式, 对它的读写就象是对存储区的读写一样。8255 有三个 8 位 I/O 口, 共 24 根 I/O 线, 其中电压表 5 1/2 位 BCD 码输出占用 22 根, 输出有效信号占用一根, 另一根空余。电压表输出电平为 TTL 标准, 因此和 8255 的连接可以是直接的(见图 3)。

在接口线路中还有精密运放 KD203C 构成的加法器。它把来自计算机 D/A 电路的模拟电压 V_d 经过衰减比可调的衰减器后和手工设定电压 V_m 相加, 作为恒流源 YJ35 的电流设定。由于 YJ35 没有外部设定的输入, 我们对它的设定电路进行了局部改造。在机箱上安装一个外部设定插座及一个内部/外部设定选择开关。利用这个接口, 可以让计算机在 β 谱的感兴趣段细致扫描。

DBJ-Z80 中含有一片 Z80CTC 定时/计数电路。有三个口可供使用。当用作计数器时, 最高计数率为 2MHz。这对于本谱仪已足够。计数脉冲要求为 TTL 电平。我们采用正比计

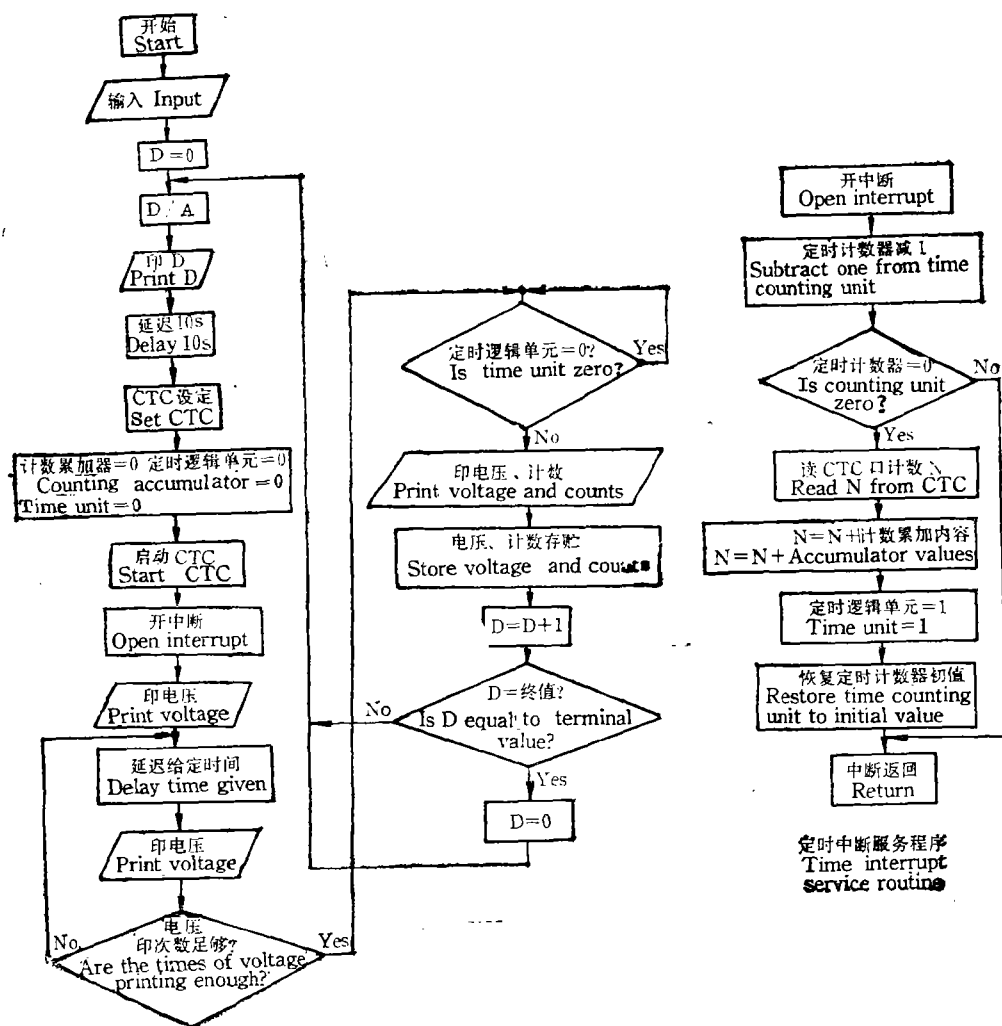


图 4 控制程序流程
Fig.4 Control program flowchart

数管对电子进行计数。计数脉冲经过前置放大后进入单道分析器 FH1006A。利用 FH1006A 的积分档功能卡掉电子学噪声,并把脉冲统一为 TTL 电平,再送到计算机 CTC 的 0 口进行计数。

三、系统的运行

整个系统的运行可以通过图 4 软件流程来说明。

在运行程序之前,首先规划一下是测全谱还是测局部谱。据此调好接口电路中衰减电位器和起始电位器的值。然后,向指定存贮单元输入测量的点数 N 、每点测量时间 τ 和 τ 内每相邻两次电压打印的时间间隔 τ' (在 τ 内计算机可以印出几个时间的电压值)。然后启动程序。计算机每隔 τ 时间给 D/A 转换器加一。同时,在 τ 内每隔 τ' 读一次电压并打印。在 τ 结束时打印 β 计数。这一过程一直进行到满 N 个点后重复循环下去直到人工终止操作。

四、实 验

对供电系统的稳定性进行了测量。电流的稳定性受恒流源稳定性和 D/A 转换电子学稳定性两方面的共同影响。实验结果见图 5、图 6。根据实验得出:电流稳定度 $\Delta V/V \leq 7.5 \times 10^{-5}$; 1h 电流漂移 $\Delta V/V = -0.6 \times 10^{-3}$; 3h 电流漂移 $\Delta V/V = -0.7 \times 10^{-3}$ 。

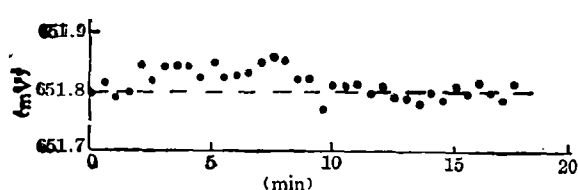


图5 磁场电流稳定性
Fig.5 Stability of current

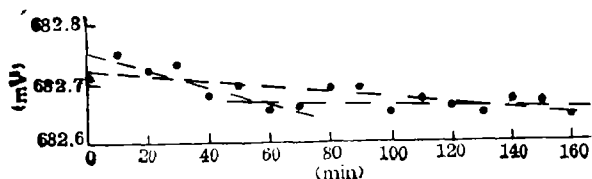


图 6 磁场电流漂移
Fig.6 Drift of current

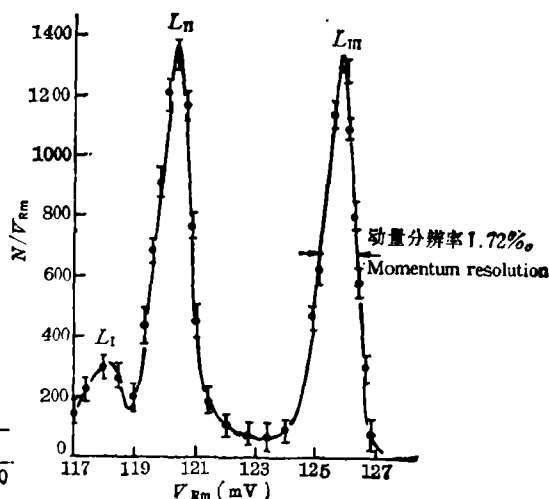


图 7 实验测得 ^{170}Tm L 内转换 β 谱
Fig.7 The β -spectrum of ^{170}Tm measured by the microcomputer controlled β -spectrometer

从 3h 和 1h 漂移相比较看,电流在初始 1h 内有较大漂移,1h 后趋于稳定。

我们测量了 ^{170}Tm L 壳层内转换电子的动量谱。 ^{170}Tm 源宽 0.8mm、高 20mm,铝箔衬底;光栏 $3 \times 1.2\text{cm}^2$,计数管窗缝宽 1.0mm。实验从晚上 10 时到次日早上 8 时连续获取数据,系统运行正常。从给出的动量谱知,在单板微机控制下谱仪动量分辨率为 1.72% (见图 7)。

采用 $5 \times 1.2\text{cm}^2$ 光栏,其余实验条件不变,测得动量分辨率为 1.9×10^{-3} [3]。采用计算机

控制前进行过 $5 \times 1.2 \text{ cm}^3$ 光栏实验, 其余实验条件不变, 测得动量分辨率为 $1.9 \times 10^{-31.4}$ 。由此可知, 本谱仪采用计算机控制后, 由 D/A 转换带入的不稳定影响事实上可以忽略。

参 考 文 献

- [1] K. Siegbahn, α, β and γ -ray spectroscopy, chap. II, North Holland Publ. Comp. Amsterdam, 1956.
- [2] 周明德, 微型计算机硬件软件及其应用。
- [3] 叶云秀等, 中国科技大学学报, 14 (1984), 3:337.
- [4] 郑宏伟等, 核仪器与方法, 3 (1983), 4.

Microcomputer controlled system for an iron-free double focusing β -spectrometer

Shen Ji Wang Honghua Han Rongdian
Ye Yunxiu Weng Huimin Shi Guoshun

(University of Science and Technology of China)

Abstract

A iron-free double focusing β -spectrometer was repaired. Some important improvements were made, including adding a single-board microcomputer system to control the spectrometer. The inner conversion electron spectrum of ^{170}Tm was measured to check its performance.

Keywords: β -spectrometer Control

(1989年1月3日收到)