

用光学多道分析器研究氢原子光谱

原子光谱的观测，成为了解原子内部结构，认识原子内部电子的运动的重要手段之一，为量子理论的建立提供了坚实的实验基础。1885 年，瑞士数学老师巴尔末(J. J. Balmer)根据人们的观测数据，总结出了氢光谱线的经验公式。1913 年，玻尔(N. Bohr)得知巴尔末公式后的一个月就寄出了氢原子理论的第一篇文章，他说“我一看到巴尔末公式，整个问题对我来说就清楚了。”1925 年，海森伯(W. Heisenberg)提出的量子力学理论，更是建筑在原子光谱的测量基础之上的。电子内禀运动——自旋的提出来自于对原子光谱的精密测量。

常用的光谱有吸收光谱、发射光谱和散射光谱，涉及的波长从 X 射线、紫外光、可见光、红外光到微波和射频波段。目前光谱分析成为是研究物质微观结构的重要途径之一，它广泛应用于化学分析、医药、生物、地质、冶金、考古等部门。

本实验利用光学多通道分析器测定氢原子在可见光波段的发射光谱，进一步了解光谱与微观结构(能级)间的联系和光谱测量的基本方法。

【实验目的】

1. 测定氢原子巴耳末系发射光谱的波长和氢的里德伯常数；
2. 了解氢原子能级与光谱的关系，画出氢原子能级图；
3. 了解光学多通道分析器的原理，并学会使用其测量光谱。

【仪器用具】

光学多通道分析器(Optical Multichannel Analyzer, OMA)、笔形汞灯、氢灯

【仪器介绍】

1. CCD 简介

CCD 是电荷耦合器件(Charge-Coupled Device)的简称，是一种以电荷量表示光强大小，用耦合方式传输电荷量的器件，它具有自扫描、光谱范围宽、动态范围大、体积小、功耗低、寿命长、可靠性高等优点。

CCD 的结构如图 5.21.1 所示，结合该图简单介绍下 CCD 的工作原理：

衬底是 P 型 Si，硅表面是一层二氧化硅薄膜，膜上有一层金属作为电极，这样硅和金属之间形成一个小电容。如果金属电极置于高电位，在金属界面积累了一层正电荷，P 型半导体中带正电荷的空穴被排斥，只剩下不能移动的带负电荷的受主杂质离子，形成一耗尽层，受主杂质离子因不能自由移动对导电作用没有任何贡献。在耗尽区内或附近，由于光子的作用产生电子-空穴对，电子被吸引到半导体与 SiO₂ 绝缘体的界面形成电荷包，这些电子是可以传导的。电荷包中电子的数目与入射光强和曝光时间成正比，很多排列整齐的 CCD 像元

组成一维或二维 CCD 阵列，曝光后一帧光强分布图将成为一帧电荷分布图。将 CCD 一维线阵放在光谱面上，一次曝光就可获得整个光谱。目前，二维面阵 CCD 已大量用于摄像机和数字照相机。

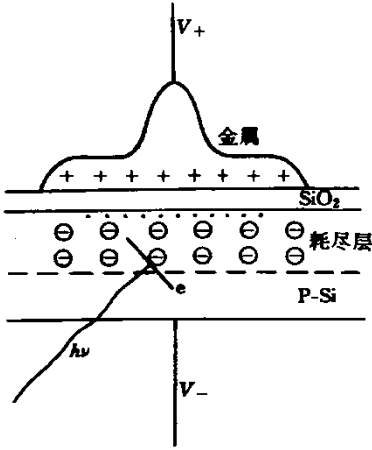


图 1 CCD 示意图

2. OMA 系统

OMA 是利用现代电子技术接收和处理某一波长范围($\lambda_1 \rightarrow \lambda_2$)内光谱信息的光学多通道检测系统，其基本框图如图 5.21.2 所示。入射光被多色仪色散后在其出射窗口形成 $\lambda_1 \rightarrow \lambda_2$ 的谱带。位于出射窗口处的多通道光电探测器 (CCD) 将谱带的强度分布转变为电荷强弱的分布，由信号处理系统扫描、读出、经 A/D 变换后存贮并显示在计算机上。



图 2 OMA 框图

多色仪及光源部分的光路见图 5.21.3。光源 S 经透镜 L 成像于多色仪的入射狭缝 S_1 ，入射光经平面反射镜 M_1 转向 90° ，经球面镜 M_2 反射后成为平行光射向光栅 G。衍射光经球面镜 M_3 和平面镜 M_4 成像于观察屏 P。由于各波长光的衍射角不同，在 P 处形成以某一波长 λ_0 为中心的一条光谱带，使用者可在 P 上直观地观察到光谱特征。转动光栅 G 可改变中心波长，整条谱带也随之移动。多色仪上有显示中心波长 λ_0 的波长计。转开平面镜 M_4 可使 M_3 直接成像于光电探测器 CCD 上，它测量的谱段与观察屏 P 上看到的完全一致。

OMA 的优点在于所有的 N 个像元同时曝光，可同时取得某波长范围内的光谱，比一般的单通道光谱系统检测同一段光谱的总时间快 N 倍。且在摄取一段光谱的过程中不需要光谱仪进行机械扫描，不存在由于机械系统引起的波长不重复的误差；减少了光源强度不稳定引起的谱线相对强度误差，还可测量光谱变化的动态过程。

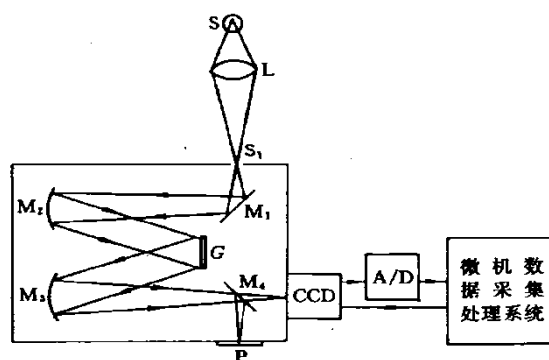


图 3

本实验所用 OMA 仪器采用的是具有 2048 个像元的 CCD 一维线阵, 每个像元称为一道”, 本实验的系统是 2048 道的 OMA。CCD 的光谱响应范围为 200~1000nm, 响应峰值在 550nm, 动态范围大于 2^{10} 。每个像元的尺寸为 $14\mu m \times 14\mu m$, 像元中心距为 $14\mu m$, 像敏区总长为 28.672mm。多色仪中 M_2 , M_3 的焦距为 302mm, 光栅常数为 $1/600\text{mm}$, 在可见光区的线色散 $\Delta\lambda/\Delta l$ (光谱面上单位宽度对应的波长范围) 约为 5.55 nm/mm , 由此可知 CCD 一次测量的光谱范围为 5.55×28.67 约为 159nm。光谱分辨率即两个像元之间波长相差约 0.077nm。

每次采样(曝光)后每个像元内的电荷在时钟脉冲的控制下顺序输出, 经放大、模数(A/D)转换, 将电荷量即光强顺序存入采集系统(微机)的寄存器, 经微机处理后, 在显示器上就可看到我们熟悉的光谱图。移动光谱图上的光标, 屏上即显示出光标所处的道数和相对光强值。

使用者可通过屏幕提示来操作采集系统, 一般操作界面主窗口下包括的菜单项有:

- (1)文件: 主要提供文件打开 / 关闭、结果打印和程序退出等功能。
- (2)运行: 主要包含一些数据采集子菜单项, 如实时采集、背景采集和改变起始波长等。
- (3)数据处理: 主要提供对采集到的光谱数据进行操作处理的功能, 如定标、平滑、扩展、数据读取和两谱图的加减等。定标就是用光标从光谱中找出各已知波长的谱峰所处的道数, 并输入相应的波长值, 计算机用最小二乘法拟合道与波长的关系, 拟合后横坐标由原来的道数标度变为波长标度。
- (4)设置: 用来修改 CCD 的工作参数和显示模式, 如曝光时间、平均次数、累加次数和显示范围等。增加曝光时间、平均次数和累加次数可增加信噪比和提高弱峰的计数, 但设置曝光时间时要考虑 CCD 动态范围的限制。
- (5)帮助: 提供在线帮助。其他详细说明见仪器说明书。

【实验原理】

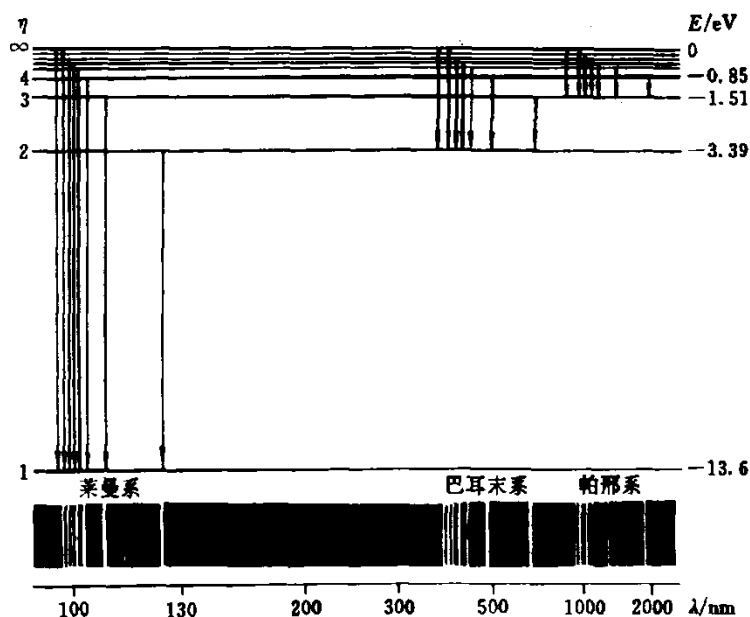


图 4 氢原子能级图

图 5.21.4 是氢原子的能级图。根据玻尔理论，氢原子的能级公式为：

$$E(n) = -\frac{\mu e^4}{8\epsilon_0^3 h^2} \cdot \frac{1}{n^2} \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (1)$$

式中 $\mu = m_e / (1 + m_e / M)$ 称为约化质量， m_e 为电子质量， M 为原子核质量。氢原子的 M/m_e 等于 1836.15。

电子从高能级跃迁到低能级时，发射的光子能量 $h\nu$ 为两能级间的能量差，

$$h\nu = E(m) - E(n) \quad (m > n) \quad (2)$$

如以波数 $k = 1/\lambda$ 表示，则上式为

$$k = \frac{E(m) - E(n)}{hc} = T(n) - T(m) = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad (3)$$

式中 R_H 称为氢原子的里德伯常数，单位是 m^{-1} ， $T(n)$ 称为光谱项，它与能级 $E(n)$ 是对应的。从 R_H 可得氢原子各能级的能量

$$E(n) = -R_H hc \cdot \frac{1}{n^2} \quad (4)$$

式中 $h = 4.13567 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$ (普朗克常数)， $c = 2.99792 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (真空中光速)。

从图 4 可知，从 $m \geq 3$ 至 $n=2$ 的跃迁，光子波长位于可见光区。其光谱符合规律

$$k = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad m = 3, 4, 5, \dots, \quad (5)$$

这就是 1885 年巴耳末发现并总结的经验规律，称为巴耳末系。氢原子的莱曼系位于紫外，其它线系均位于红外。

【实验内容与步骤】

由于 H_α 线的波长为 656.28nm, H_δ 线为 410.17nm. 波长间隔达 246nm, 超过本 OMA 仪器 CCD 一帧 159nm 的范围. 所以要分两次测量. 第一次测量 H_β 、 H_γ 、和 H_δ 三条线, 第二次单独测量 H_α 线. 第一次测量时用汞灯的 546.07nm(绿光)、435.84nm(蓝光)、404.66nm(紫光)等谱线作为标准谱线来定标; 第二次用汞灯的 546.07nm, 576.96nm(黄光), 579.07nm(黄光)来定标.

具体步骤如下:

1. 将多色仪起始波长调到 390nm(此时对应设置实验软件中的中心波长 470nm), 入射狭缝 S_1 的宽度为 0.1 mm.
2. 用笔形汞灯作光源, 调节 L, S 与多色仪共轴, 并令光源 S 成大像于入射狭缝处. 这时在多色仪的观察屏 P 上观察到清晰、明亮的水银谱线.
3. 转动 M_4 , 使光谱照到 CCD 上. 调节入射狭缝, 使谱线变锐, 选择适当的曝光时间以获得清晰、尖锐的光谱图. 由于谱线强度不同, 对不同的谱线可选用不同的曝光时间.
4. 用汞灯的 546.07nm(绿光)、435.84nm(蓝光)、404.66nm(紫光)等几条标准谱线定标, 使横坐标表示波长(nm).
5. 改用氢灯, 转动 M_4 , 使谱线成像在观察屏 P 上, 调节氢灯的位置, 使谱线强度为最强.
6. 转动 M_4 , 测量 H_β 、 H_γ 、和 H_δ 的波长.
7. 将多色仪的起始波长调至 540nm(此时对应设置实验软件中的中心波长 620nm), 用汞灯[546.07nm, 576.96nm(黄光), 579.07nm(黄光)]再次定标后, 测出 H_α 线的波长.

【数据记录与处理】

1. 列出数据表

| | H_α | H_β | H_γ | H_δ |
|----------------------|------------|-----------|------------|------------|
| m | | | | |
| $\lambda(\text{nm})$ | | | | |
| $k(\text{m}^{-1})$ | | | | |
| $-1/m^2$ | | | | |

2. 根据式(5.21.3)用线性拟合求出 R_H .
3. 根据式(5.21.4)画出 $n=1, 2, 3, \dots, 6$ 及 n 为 ∞ 的能级图. 单位用 eV, 小数后取 2 位. 并标出 H_α 、 H_β 、 H_γ 、和 H_δ 各线是对应哪两个能级的跃迁.

【附件】 ----- 实验操作软件说明书

工作界面介绍

进入系统后，首先弹出如图 1-1 的友好界面，等待用户单击鼠标或键盘上的任意键；当接收到鼠标、键盘事件或等待五秒钟后，马上显示工作界面，同时弹出一个对话框如图 1-2，让用户确认是否重新初始化。如果选择“是”，则初始化波长位置回到 300nm 处；如果选择“否”，则确认当前的波长位置，步进行初始化。



图 1-1



图 1-2

完成上面几步，就可以在 LGP-6 软件平台上工作了(工作界面如图 1-3)

工作界面主要由菜单栏、主工具栏、辅工具栏、工作区、状态栏、参数设置区以及存储器信息提示区等组成。

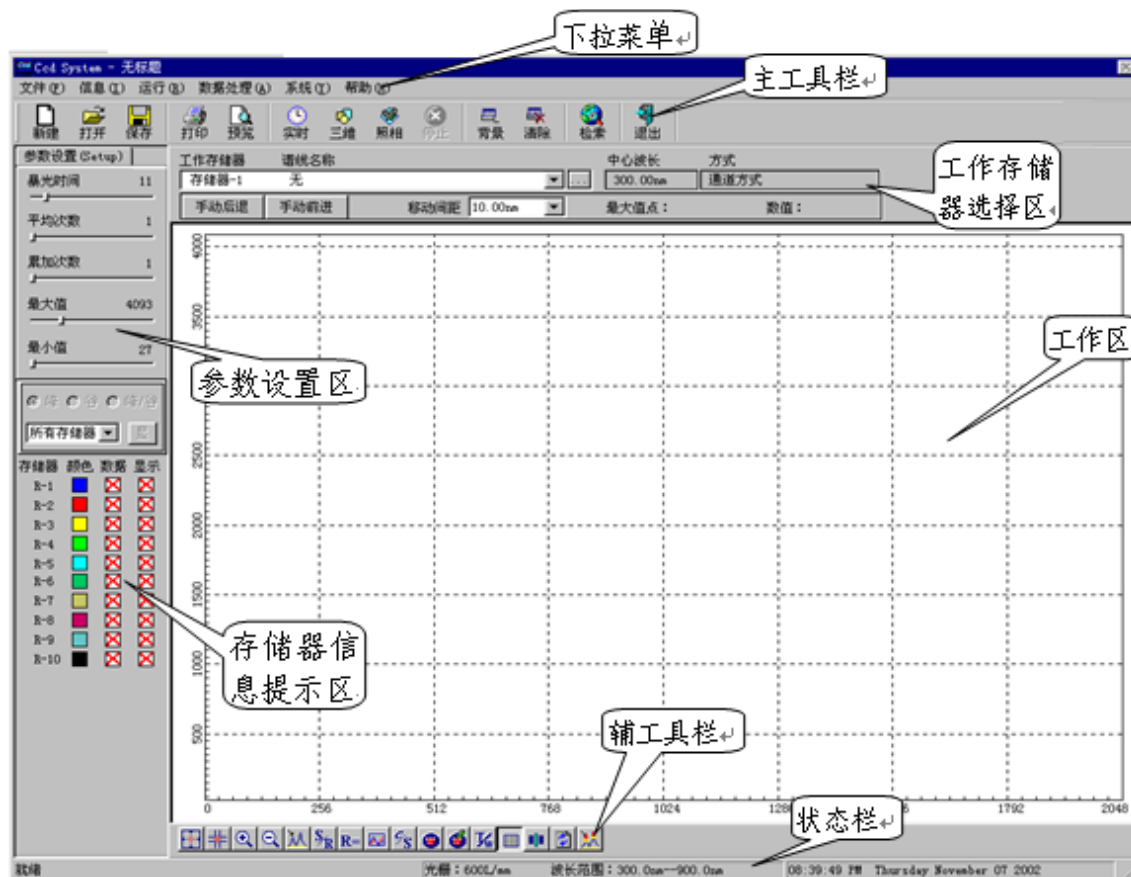


图 1-3

1.1.1 菜单栏

菜单栏中有“文件”、“信息/视图”、“工作”、“读取数据”、“数据图形处理”、“关于”等菜单项。单击这些菜单项可弹出下拉菜单，利用这些菜单即可执行软件的大部分命令。下面简单介绍菜单栏中各菜单的功能：

1. “文件” 菜单（如图 1-4）

- ◆ 新建 清除当前实验的所有数据
- ◆ 打开 打开一个已经存在的数据文件
- ◆ 保存 把所选择的存储器中的数据保存到文件中
- ◆ 打印设置 设置打印机的属性及打印参数
- ◆ 打印预览 显示打印时文件的外观
- ◆ 打印 打印当前的谱线及数据
- ◆ 退出 退出 LGP-6 控制处理系统



图 1-4

2. “信息” 菜单（如图 1-5）

- ◆ 信息输入 输入采集环境及其它信息
- ◆ 网格 显示网格坐标
- ◆ 显示中心波长位置 在显示的坐标系统上显示中心位置

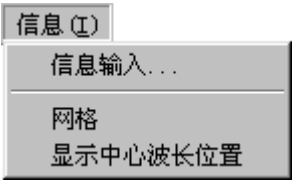


图 1-5

3. “运行” 菜单（如图 1-6）

- ◆ 实时采集 在当前位置循环采集数据并显示
- ◆ 三维显示 采集当前的谱线，并在三维坐标中显示
- ◆ 模拟照相 模拟摄谱仪，把底片效果显示在屏幕上
- ◆ 停止 停止实时采集
- ◆ 手动前进 波长向长波方向移动指定的间隔
- ◆ 手动后退 波长向短波方向移动指定的间隔
- ◆ 背景记忆 记录当前的暗环境，便于采集时扣除
- ◆ 清除背景记忆 清除记录的背景
- ◆ 检索 把中心处的波长移动到指定的波长位置
- ◆ 重新初始化 对波长进行重新定位，参数重新设置



图 1-6

4. “数据处理” 菜单（如图 1-7）

- ◆ 读取谱线数据 读取指定谱线上各点的数据
- ◆ 读取坐标点数据 读取坐标面上各位置的坐标
- ◆ 扩展 对谱线进行局部放大
- ◆ 取消所有扩展 取消本次实验的所有扩展
- ◆ 手动定标 使用标准谱标定波长
- ◆ 自动定标 使用定标公式进行定标
- ◆ 通道/波长转换 通道/波长两种显示方式中变换



- ◆ 寻峰 检索峰、谷的位置
- ◆ 显示峰谷 在谱线上标记峰谷的标志
- ◆ 显示峰谷数据 显示谱线上峰谷对应的信息
- ◆ 显示方式 选择显示峰谷信息的方式
- ◆ 平滑 平滑选定的谱线
- ◆ 计算 对设置的谱线进行计算
- ◆ 显示 根据设置显示谱线
- ◆ 清除数据 清除选定的数据
- ◆ 刷新 刷新屏幕

5. “数据图形处理” 菜单（如图 1-8）

- ◆ 波长修正 修正波长
- ◆ 光栅 根据所使用的光栅，选择相应的
光栅参数



图 1-8

6. “关于” 菜单

- ◆ 关于 CCD System 显示版本信息

1.1.2 工具栏

软件提供了两个工具栏，每个工具栏由一组工具按钮组成，分别对应某些菜单项或菜单命令的功能，用户只需用鼠标左键单击按钮，即可执行相应的操作或功能。

1.1.3 工作区

工作区是用户绘制、浏览、编辑谱线的区域。工作区可同时显示多条谱线。

1.1.4 状态栏

状态栏用于反映当前的工作状态。另外，当定点设备指向某一菜单项或按钮时，会在状态栏显示相应的功能说明。

1.1.5 参数设置区

设置工作方式、工作范围及工作状态等参数。

1.1.6 存储器信息提示区

显示各存储器的信息。

1.1.7 存储器选择及波长显示栏

选择当前存储器，显示当前中心波长位置。

1.2 功能介绍

1.2.1 基本设置

利用软件提供的参数设置区，用户可以方便的设置所使用的系统。



图 1-9

1.2.2 设置工作参数（Setup）图 1-9

- ◆ 曝光时间→设置采集谱线的积分时间。
- ◆ 平均次数→对谱线数据进行平均的次数。
- ◆ 累加次数→对谱线进行多次采集进行累加的次数。
- ◆ 最大值→坐标显示的最大数值。
- ◆ 最小值→坐标显示的最小数值。

1.2.2 存储器信息（如图 1-10）

在存储器信息显示区中显示了各存储器的主要信息：

存储器：下面的 R-1、R-2…分别代表 10 个不同的存储器。

颜色：点击颜色框可以改变相应存储器的画线颜色

数据：可以清楚相应存储器中的数据

| 存储器 | 颜色 | 数据 | 显示 |
|------|-----|-------------------------------------|-------------------------------------|
| R-1 | 蓝色 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| R-2 | 红色 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| R-3 | 黄色 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| R-4 | 绿色 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| R-5 | 青色 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| R-6 | 深绿色 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| R-7 | 浅绿色 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| R-8 | 紫色 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| R-9 | 浅蓝色 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| R-10 | 黑色 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

图 1-10

显示：“改变相应存储器中的谱线显示属性（显示或不显示）”

1.2.3 当前存储器（如图 1-11）

“当前存储器”下拉列表框可选择当前工作存储器。其右侧的按钮用来改变存储器的环境信息，请参见 4.2.6.1 的介绍。系统时刻监测波长位置的移动，并在“中心波长”提示框中显示当前中心波长位置。



图 1-11

1.2.4 文件管理

1.2.4.1 清除当前实验的所有数据

下拉菜单：文件→新建

工具栏：主工具栏→新建

执行该操作显示如下提示框（图 1-12），选择“是”在执行，“否”则返回。

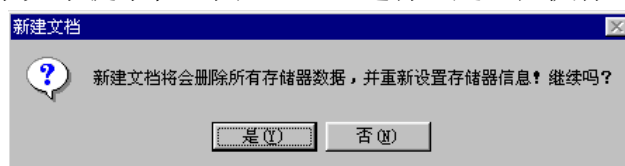


图 1-12

1.2.4.2 打开已有的数据文件

下拉菜单：文件→打开

工具栏：主工具栏→打开

利用软件的打开功能可以打开已有的数据文件，执行该命令后，“打开”对话框。

在对话框中，可通过“搜寻”下拉列表框确定数据文件所在的位置。在“文件类型”下拉列表框中可确定要打开的数据的类型。如果要打开某一数据文件，请在“文件名”编辑框中输入文件名或单击此文件，然后单击“打开”按钮。

单击“取消”按钮关闭对话框，不执行其它操作。（以下对话框中的“取消”

按钮功能与此相似，将不再介绍。)

1.2.4.3 保存当前的数据文件

下拉菜单：文件→保存

工具栏：主工具栏→保存

利用软件的保存功能可以把存储器中的数据保存到文件中。

在“另存为”对话框中，可通过“保存在”下拉列表框确定保存的位置。在“文件类型”下拉列表框中可确定保存的类型。在“文件名”编辑框中键入数据文件的名称后，击 Enter 键或单击“保存”按钮即可保存相应的数据文件。

1.2.5 打印输出

1.2.5.1 打印机属性及参数设置

下拉菜单：文件→打印设置

单击下拉菜单“文件→打印设置”，弹出图 1-13 所示的对话框。用户可利用该对话框进行配置打印机、设置当前打印参数等操作。

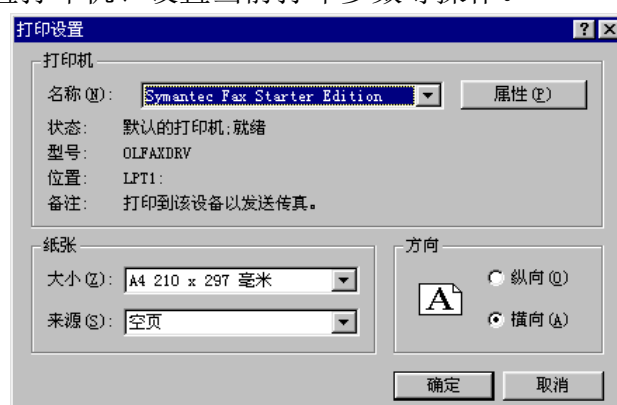


图 1-13

在“打印设置”对话框中，通过“打印机”区的“名称”下拉列表框可确定当前打印机。在“纸张”区可通过“大小”和“来源”两个下拉列表框确定打印纸张的大小及来源（自动供纸或手动供纸）。在“方向”区选择“横向”（必须使用横向）。

完成以上操作后，单击“确定”按钮即可保留以上设置（当软件退出时，该设置自动回到缺省值）。

1.2.5.2 打印预览

下拉菜单：文件→打印预览

工具栏：主工具栏→预览

用来在屏幕上显示输出效果。操作方法与打印输出类似，请参见 4.2.5.3 的介绍。

1.2.5.3 打印输出

下拉菜单：文件→打印

工具栏：主工具栏→打印

执行该命令后，系统弹出如图 1-14 所示的“打印”对话框。



图 1-14

在“打印”对话框中，用户可通过“打印机”区的“名称”下拉列表框确定当前打印机；在“打印范围”区选择“全部”项进行全部打印。

完成以上操作后，单击“确定”按钮即可将文件从打印机输出（请提前连接打印机并连接打开打印机电源开关）。图 1-15 为打印预览结果。

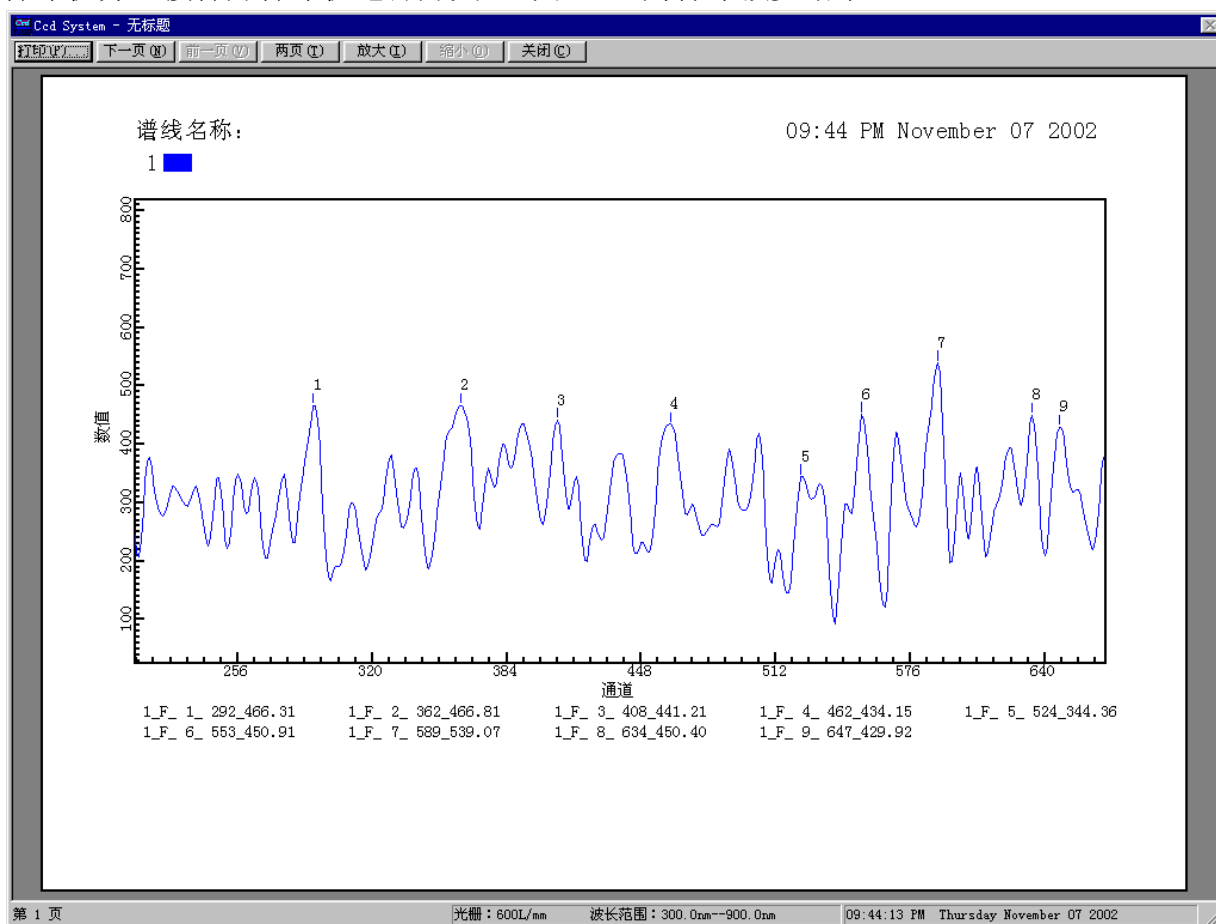


图 1-15

注：“1_F_1_292_466.32”表示第一个存储器 标的为峰 序号为 1 通道为 292 数值为 466.32

1.2.6 信息及视图管理

1.2.6.1 采集信息

下拉菜单：信息→信息输入

“工作存储器”列表框右侧的按钮“”

执行该命令后，系统弹出如图 4-16 所示的“环境信息”对话框。

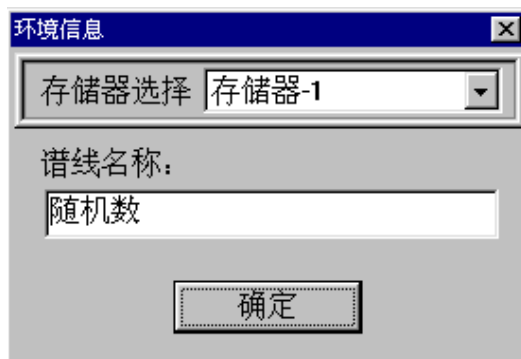



图 4-16

用户在“存储器”下拉列表框中选择某一存储器，向“谱线名称”编辑框中输入相应的信息。然后，单击“确定”按钮即可将信息保留。此时，工作区上方的“存储器”下拉列表框中将显示已输入的信息。单击该列表框右侧的按钮，可对已输入的信息进行修改。

1.2.6.2 网格

下拉菜单：信息/视图→显示网格


工具栏：辅工具栏→

执行该命令后，工作区将显示网格坐标，网格的宽度和高度将随横、纵坐标范围的变化而自动调整（网格线总是落在相应的整值点上）。

再次操作将取消网格坐标。

1.2.6.3 显示中心波长位置

下拉菜单：信息→显示中心波长

工具栏：辅工具栏→

当选择该项时，在谱线上数据点处，画出一个圆作为标志。

再次操作将取消加强显示。

1.2.7 运行

1.2.7.1 实时采集

下拉菜单：工作→实时采集

工具栏：主工具栏→实时

执行该命令后，系统将循环采集数据并显示，把数据存到工作存储器中。如果该存储器中已经有数据，系统会提示是否覆盖该数据。

1.2.7.2 三维显示

下拉菜单：工作→三维显示

工具栏：主工具栏→三维

执行该命令后，系统弹出如图 1-17 所示的对话框。通过设置参数后，点击“开始”按钮进行三维采集。在采集的过程中，点击“停止”按钮，将终止三维采集。

点击“关闭”按钮，关闭三维显示窗口。

时间间隔：设置采集两次之间的时间间隔；

采集次数：设置采集多少次数据组成三维图。

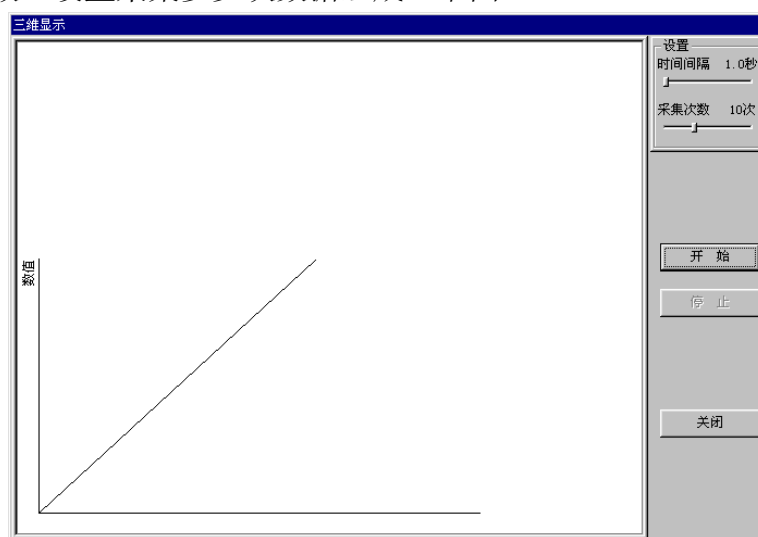


图 1-17

1.2.7.3 模拟照相

下拉菜单：工作→模拟照相

工具栏：主工具栏→照相

执行该命令后，弹出如图 1-18 “输入”对话框。点击“摄像”按钮进行模拟摄像，点击“关闭”按钮关闭该窗口。

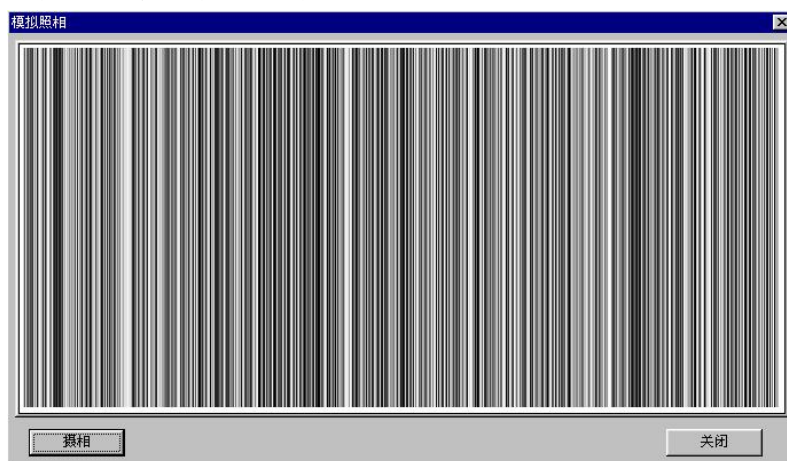


图 1-18

1.2.7.4 停止

下拉菜单：工作→停止

工具栏：主工具栏→停止

系统在扫描过程中，执行该命令，则中止扫描。

1.2.7.5 手动前进

下拉菜单：工作→手动前进

工作寄存器区：“手动前进”按钮

执行该命令后，系统把当前的中心波长向长波方向移动设置的间隔。

1.2.7.6 手动后退

下拉菜单：工作→手动后退

工作寄存器区：“手动后退”按钮

执行该命令后，系统把当前的中心波长向短波方向移动设置的间隔。

1.2.7.7 背景记忆

下拉菜单：工作→背景记忆

工具栏：主工具栏→背景

执行该命令后，系统显示如图 1-19 所示的提示框。

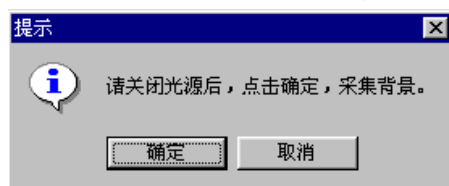


图 1-19

点击“确定”按钮，则测量背景并记忆（当软件关闭后将自动清除）。

1.2.7.8 清除背景记忆

下拉菜单：工作→清除背景记忆

工具栏：主工具栏→清除

执行该命令后，系统将清除存在的背景数据。

1.2.7.9 检索

下拉菜单：工作→检索

工具栏：主工具栏→检索

执行该命令后，弹出如图 1-20 输入框。在编辑框中输入数值后，单击“确定”按钮，系统将显示“正在检索”提示框。当提示框自动消失时，中心波长移至用户所输入的位置。

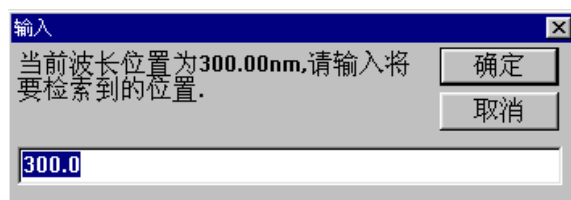


图 1-20

1.2.7.10 重新初始化

下拉菜单：工作→重新初始化


重新检测零级谱，把光栅精确定位到 300.0nm 处；重新初始化参数。

1.2.8 数据的读取

1.2.8.1 读取谱线的数据



1. 读取谱线的数据



下拉菜单：数据处理→读取谱线数据

工具栏：辅工具栏→

执行该命令后，当光标落在工作区中时，形状变为“”。

当在工作区中点击鼠标左键时，系统将光标定位在与该点横坐标最接近的谱线数据点上，并在数值框中显示该数据点的信息。

用鼠标左键在不同位置点击，可以读取不同的数据点，也可使用、二键移动光标读取数据点信息。单击鼠标右键，退出读取。






* 用、二键只能使光标移到相邻的数据点上。

● 当显示多条谱线时，将显示横、纵坐标与该点最接近的数据点。

2. 读取任意点的数据

下拉菜单：数据处理→读取坐标点数据


工具栏：辅工具栏→

执行该命令后，当光标落在工作区中时，形状变为“”。当用户用鼠标左键点击工作区任意点时，数值框中将显示该点的相应信息。使用、、、键也可移动光标读取信息。单击鼠标右键，退出读取。

1.2.8.2 扩展

下拉菜单：数据处理→扩展

工具栏：辅工具栏→

执行该命令后，光标自动移到工作区中心，并变为“”形。以光标的“+”为中心画出一个贯穿工作区的红色十叉，该中心点的信息显示在数值框中。

移动光标，红色十叉也随之移动。点击左键，则确定扩展区域的顶点，再移动鼠标，工作区中除显示十叉线外，同时有一个示意扩展区域的矩形。此时点击左键，则确定扩展区域的另一个顶点（操作中点击右键，则退出扩展）。系统把所选择的区域扩展显示。

1.2.8.3 取消扩展

下拉菜单：读取数据→取消所有扩展


工具栏：辅工具栏→

执行该操作，回取消本次实验的所有扩展操作，以所有显示存储器的区域的并集为起始、终止点进行显示。

1.2.8.4 手动定标

下拉菜单：数据处理→手动定标

工具栏：辅工具栏→

执行该操作，将进行如读取谱线数据相似的操作，当选择好标准谱后，点击回车键（键），弹出如图 1-21 的手动定标窗口。

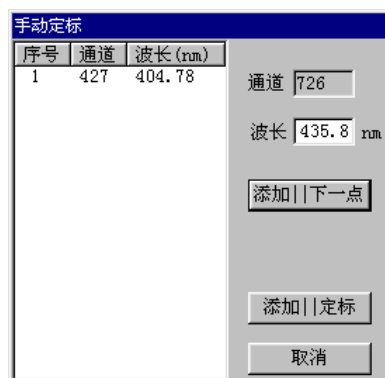


图 1-21

在手动定标窗口的波长编辑框中输入该标准谱的波长。如果选择下一个点，点击“添加||下一点”按钮，添加其他的标准谱。如果开始定标，则点击“添加||定标”按钮，系统将添加该数据并弹出如图 1-22 所示的最小二乘法定标窗口。

在“最小二乘法定标”窗口中的“定标设置”中选择定标方式，点击“定标”按钮，系统自动的使用最小二乘法进行定标计算，计算结果显示在“计算结果”栏中。点击“关闭”按钮，关闭该窗口。

注：定标数据不能少于两个。

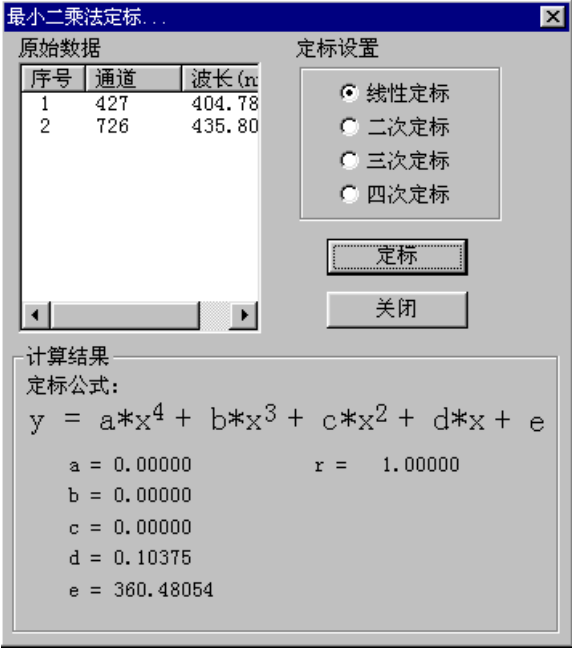


图 1-22

1.2.8.5 自动定标

下拉菜单：数据处理→自动定标

工具栏：辅工具栏→

执行该操作，系统将根据经验公式进行定标。（误差较大）

1.2.8.6 寻峰

下拉菜单：数据处理→寻峰

工具栏：辅工具栏→

执行该命令后，弹出如图 1-23 的对话框。用户可对以下各项进行设置。

- ♦ “模式”区：选择检峰、检谷。
- ♦ “存储器”下拉列表框：选择处理的数据来自那个存储器。
- ♦ “最大值”、“最小值”编辑框：把峰/谷的数值确定在一个范围内，即在此范围内的峰/谷才被检测出。
- ♦ “最小峰高”编辑框：峰或谷的极值及两侧数据点的距离差的最小值，距离差小于该值则不认

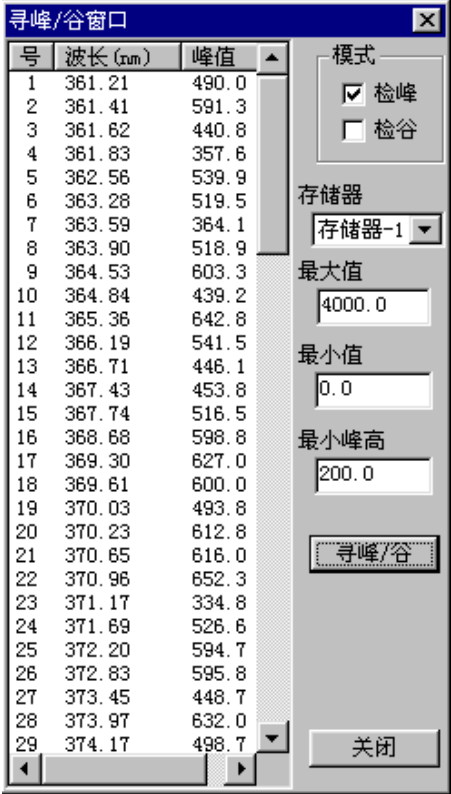


图 1-23

为是峰或谷。

点击“寻峰/谷”按钮，系统根据设置自动检测峰/谷。把峰/谷信息放在对话框左侧的列表框中，同时把峰/谷在谱线上对应的位置标出。

点击“关闭”按钮，则关闭检峰对话框，返回主界面。


1.2.8.7 显示峰谷

下拉菜单：数据处理→显示峰谷

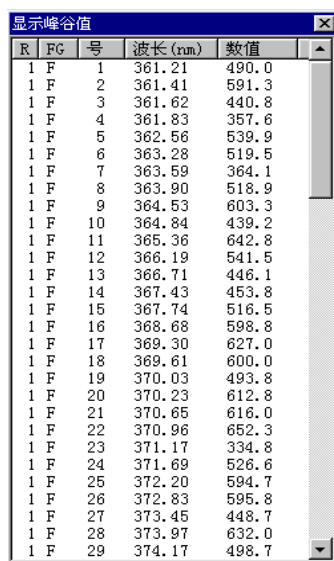
执行该操作，系统将在显示谱线的同时显示“寻峰”的位置并标记。

1.2.8.8 显示峰谷数据

下拉菜单：数据处理→显示峰谷数据

参数设置区：按钮

执行该操作，系统将弹出峰谷数据窗（如图 1-24）。



| R | FG | 号 | 波长 (nm) | 数值 |
|---|----|----|---------|-------|
| 1 | F | 1 | 361.21 | 490.0 |
| 1 | F | 2 | 361.41 | 591.3 |
| 1 | F | 3 | 361.62 | 440.8 |
| 1 | F | 4 | 361.83 | 357.6 |
| 1 | F | 5 | 362.56 | 539.9 |
| 1 | F | 6 | 363.28 | 519.5 |
| 1 | F | 7 | 363.59 | 364.1 |
| 1 | F | 8 | 363.90 | 518.9 |
| 1 | F | 9 | 364.53 | 603.3 |
| 1 | F | 10 | 364.84 | 439.2 |
| 1 | F | 11 | 365.36 | 642.8 |
| 1 | F | 12 | 366.19 | 541.5 |
| 1 | F | 13 | 366.71 | 446.1 |
| 1 | F | 14 | 367.43 | 453.8 |
| 1 | F | 15 | 367.74 | 516.5 |
| 1 | F | 16 | 368.68 | 598.8 |
| 1 | F | 17 | 369.30 | 627.0 |
| 1 | F | 18 | 369.61 | 600.0 |
| 1 | F | 19 | 370.03 | 493.8 |
| 1 | F | 20 | 370.23 | 612.8 |
| 1 | F | 21 | 370.65 | 616.0 |
| 1 | F | 22 | 370.96 | 652.3 |
| 1 | F | 23 | 371.17 | 334.8 |
| 1 | F | 24 | 371.69 | 526.6 |
| 1 | F | 25 | 372.20 | 594.7 |
| 1 | F | 26 | 372.83 | 595.8 |
| 1 | F | 27 | 373.45 | 448.7 |
| 1 | F | 28 | 373.97 | 632.0 |
| 1 | F | 29 | 374.17 | 498.7 |

图 1-24

1.2.8.9 显示方式


下拉菜单：数据处理→显示方式

参数设置区：峰、谷、峰谷单选按钮

执行该操作，选择峰谷的显示内容。

1.2.8.10 平滑

下拉菜单：数据处理→平滑...

工具栏：辅工具栏→

执行该命令后，弹出如图 1-25 的“选择处理存储器”对话框。

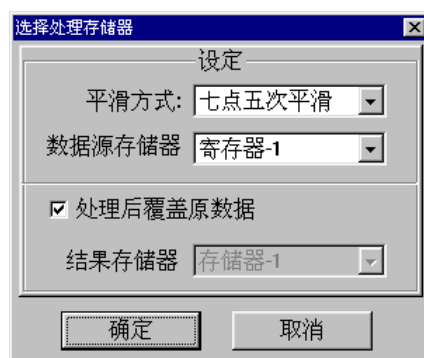


图 1-25

“平滑”下拉列表框可供用户选择平滑方式。若选择“处理后覆盖原数据”则把平滑后的数据放入数据源存储器中；反之，则把源数据平滑后放入选择的结果存储器中。

1. 2. 8. 11 计算

下拉菜单：数据处理→计算

工具栏：辅工具栏→

执行该命令后，弹出如图 1-26 的“计算”对话框。



图 1-26

“操作数 A”、“操作数 B”下拉列表框中让用户选择两个用来计算的数据源存储器。“算法”下拉列表框用来选择两个操作数之间的计算方法。“结果”下拉列表框中可选择存放结果的结果存储器。

在操作数、算法和结果存储器均选定后，点击“确定”按钮，则系统按用户的设置进行计算，并把结果存放到结果存储器中。同时，结果存储器中的谱线将显示在工作区中。

1. 2. 8. 12 显示

下拉菜单：数据处理→显示

工具栏：辅工具栏→

执行该命令后，弹出如图 1-27 的对话框。



图 1-27



图 1-28

在选择存储器栏中，只有有数据的存储器才能被选择。

选定存储器后点击“显示”按钮，则该存储器中所存的谱线将显示在工作区中。点击“取消”按钮，则关闭该对话框，对当前显示的存储器设置不做任何修改。

1.2.8.13 刷新

下拉菜单：读取数据→刷新

工具栏：辅工具栏→

执行该命令后，系统将刷新屏幕并把显示的谱线重画。

1.2.8.14 清除数据

下拉菜单：数据图形处理→清除数据→所有存储器

工具栏：辅工具栏→

选择该项后，弹出如图 1-28 的“清除”对话框。

在“清除存储器”列表框中选定要清除数据的存储器后，单击“清除”按钮，系统自动清除数据，并刷新工作区中的视图。

1.2.9 数据的修正

1.2.9.1 波长修正

下拉菜单：系统→波长修正

执行该命令后，弹出如图 1-29 的“输入”对话框。

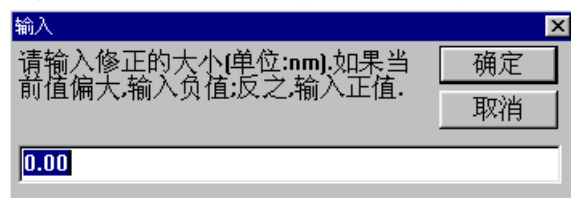


图 1-29

在输入编辑框中输入修正值，单击“确定”按钮，系统会自动记忆修正值并自动调整硬件系统。

- * 当标准峰波长偏长时，输入的修正值为负值，反之为正值。
- * 为了使修正准确，一般采用修正后关闭软件，重新启动，对仪器进行重新初始化，在测峰、修正的方法。
- * 总修正值不得超过 $\pm 50\text{nm}$ 。
- * 仪器掉电或先启动软件再给仪器加电均可能造成波长混乱。此时应关闭软件，在保证连线准确、仪器加电的情况下，对仪器重新进行初始化。

1.2.9.2 选择光栅参数

下拉菜单：系统→光栅，根据仪器实际所使用的光栅，选择合适的光栅参数。

1.2.10 修改存储器颜色

下拉菜单：信息区→存储器颜色框，执行该命令后，弹出如图 1-30 的“改变颜色”对话框。



图 1-30

在每个存储器后面均有一个彩块，表示该存储器的画线颜色。点击彩色块右侧的“改变”按钮，弹出如图 1-30 所示的“颜色”选择对话框。在基本颜色中选择一种，单击“确定”按钮，相应存储器的画线颜色将改为所选颜色。若该存储器中的谱线出于可视状态（显示在工作区中），则会以新的颜色重画。