



中国人民大学化学与生命资源学院  
SCHOOL OF CHEMISTRY AND LIFE RESOURCES, RENMIN UNIVERSITY OF CHINA

理化分析测试中心  
INSTRUMENTAL ANALYSIS CENTER (IAC)

# [圆二色光谱仪 (CD) Chirascan Plus] 操作指南

制作团队：孙爱林, 陈明卿, 卜治衡

指导老师：杨旻, 王鹏

中国人民大学化学与生命资源学院

## 一、 仪器基本信息



1. 仪器型号：Chirascan Plus 圆二色光谱仪
2. 生产厂家：Applied Photophysics / 英国应用光物理公司
3. 核心功能：圆二色光谱通过测量生物大分子的圆二色性得到生物大分子的结构信息，是简便、快捷、灵敏的研究生物大分子、手性化合物等的结构、相互作用的手段之一，并可同时进行生物大分子热力学与动力学特性研究。广泛应用于蛋白质折叠、蛋白质构象、DNA/RNA 反应、酶动力学、天然有机化合物与立体有机化学、配位化合物、金属络合物、聚合物化学、超分子化学、手性化合物、手性药物等相关的科学研究。
4. 关键参数：单检测器：170~1200 nm；CD 分辨率：<0.00001 mdeg
5. 放置位置：理工楼 116 实验室
6. 责任人：杨旻 13811611012

## 二、 操作前准备

### 2.1 人员要求

- 操作人员需完成圆二色光谱仪专项培训并通过考核，持“仪器操作资格证”预约使用；
- 操作人员应熟悉待测样品的理化性质及潜在危害，并掌握必要的个人防护措施（如佩戴手套操作液体样品），确保实验过程的人身与设备安全；

- 操作者须在实验前明确测试目的和关键参数（如浓度、溶剂、所需光谱范围、温度等），并提前完成样品的纯化、溶解、浓度测定等所有准备工作，确保样品符合上机要求。

## 2.2 仪器检查

- 外观与基础连接检查：确认仪器主机及附属设备外壳无严重破损、变形或污染；检查所有电源线、数据线连接牢固无松动；查看电源开关、指示灯状态是否正常；
- 气体供应检查：检查气路管道无泄漏；
- 样品室检查：打开样品室，确认样品仓内洁净，无残留样品、灰尘或纤维；检查石英比色皿支架安装稳固，无松动；确保样品室门的安全联锁装置功能正常。

## 三、标准操作流程

### 3.1 开通氮气和仪器

#### 3.1.1 打开氮气压力阀

检查氮气钢瓶及氮气压力表是否正常，设定氮气的输出压力为约 **0.4 Mpa**；检查气路管道无泄漏，并开启吹扫至少 20~30 分钟，将光学系统内的水汽和氧气排除干净，以确保紫外波段数据的准确性。



### 3.1.2 开启仪器的电源

按 Lamp 开关（左侧黑色按钮），此时氙灯未被点亮；按 System 开关（右侧黑色按钮），仪器自检后 Status 指示灯渐渐变为稳定的绿色。



### 3.1.3 开启电脑

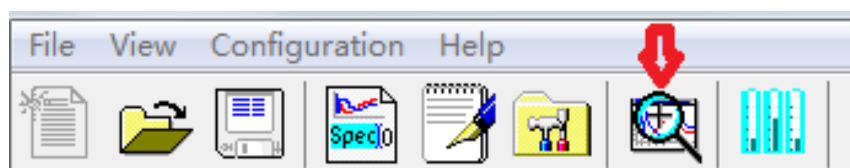
点击电脑桌面的 ANMSNitrogen 软件图标，弹出吹扫氮气软件。如果显示未连接，则选择左上角处的 COM3 连接。点击 N<sub>2</sub> On Only（仅氮气），目的是先吹扫氮气。**注意：通氮气至少约 20 分钟后，才能点亮氙灯光源，长时间（1 个月以上）未启用仪器，需使仪器通氮气的 1 小时以上。**然后可以点击 Lamp Immediate Start，点亮氙灯。





## 3.2 开启操作软件

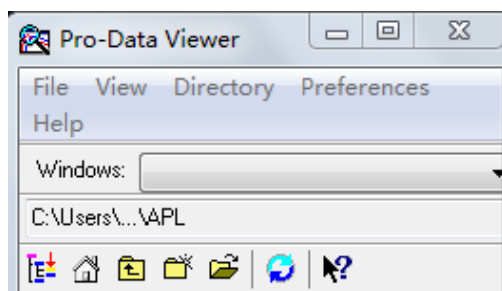
### 3.2.1 双击 Chirascan 图标

单击主界面上方快捷栏中的 Pro Data（放大镜）图标（不要点击电脑桌面上的 Pro Data，这时为离线状态，仅可用于查看已有文档，但不能用于扫描测试中）；



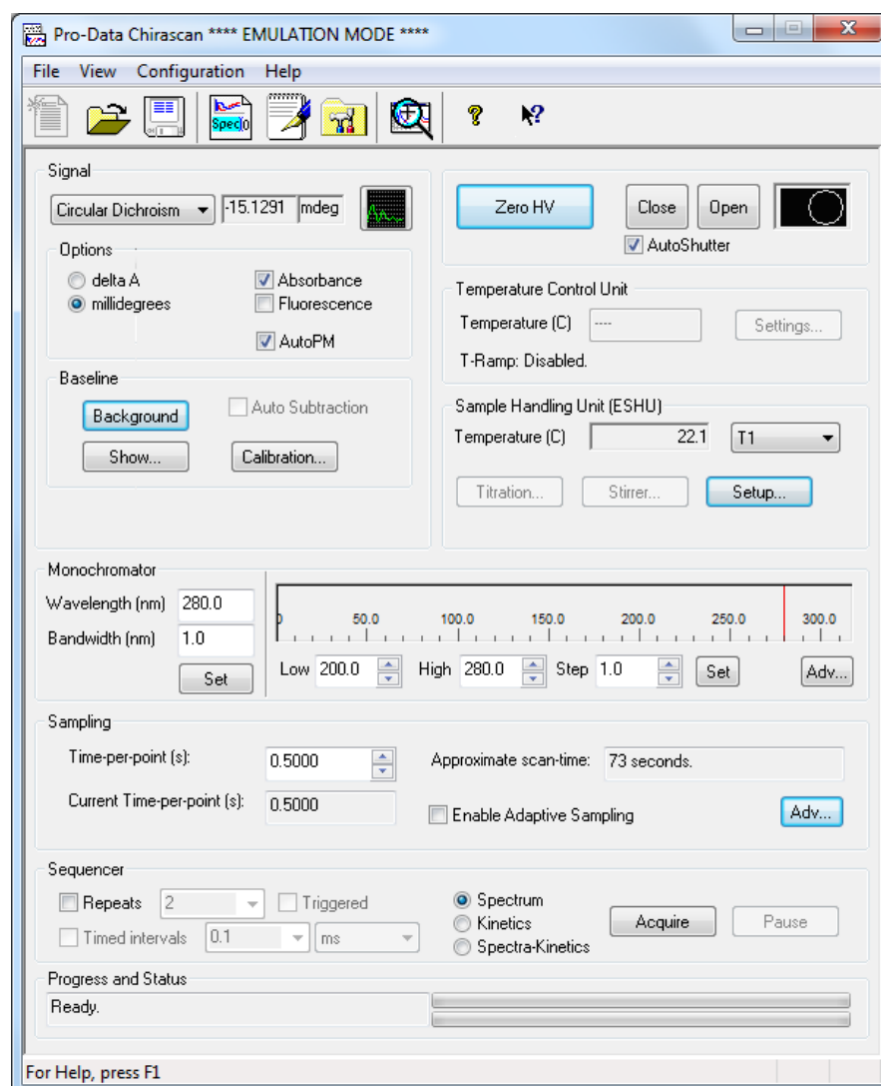
### 3.2.2 设定当前工作目录

单击 Pro Data 界面工具栏中的图标  新建文件夹，并将其设为当前工作目录（单击  ）。说明：文件夹和数据文件必须用英文或数字命名，不能用点和句号等特殊标点，否则无法打开数据；



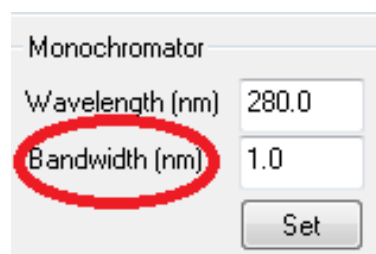
### 3.3 设置测量参数

整体设置测量参数条件表如下所示：



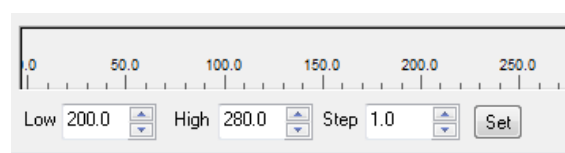
### 3.3.1 设定带宽 Bandwidth

开机默认设置为 1.0 nm。当测量波长大于 500 nm 时，需适当增加带宽，比如 1.5 nm 或 2 nm 等，单击 **set** 确认；



### 3.3.2 选择光谱的测量范围

蛋白样品如：180~260 nm 及步进（0.5 nm，1 nm 等），单击 **set** 确认；



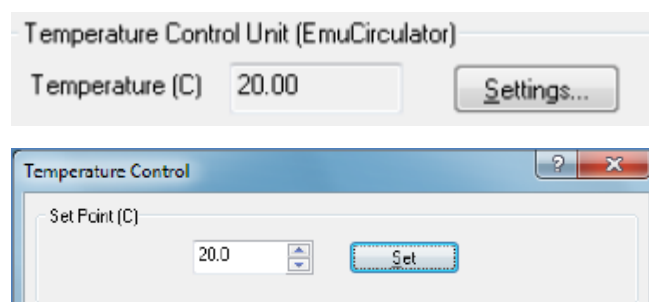
### 3.3.3 设置单个数据点的采样时间

默认 Time-per-point 为 0.25 s，说明：设置时间越长，数据信噪比越好，曲线越平滑，但是整个扫描时间会增加，从右侧显示的预估扫描测量时间可看出。0.1 s 是最小值；



### 3.3.4 温度控制

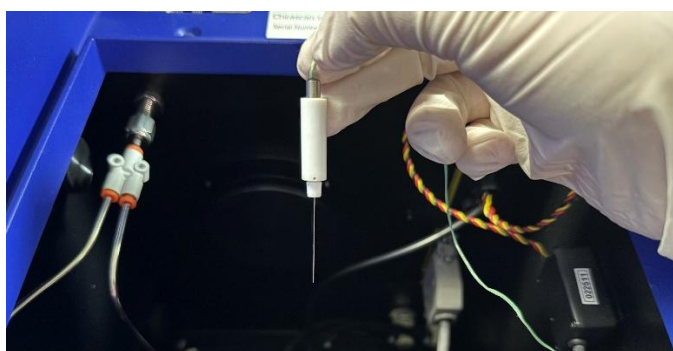
如需要使用控温，则在启动软件之前先开启**循环水浴和电子控温器**，点击操作界面右上方温度 **setting** 后出现选项界面，可以输入设置温度（0~100 °C）。



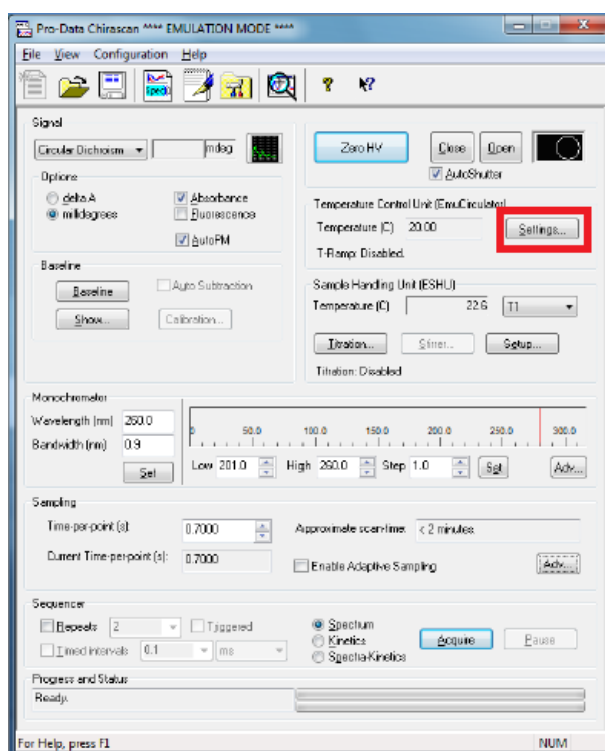
### 3.3.5 热变温操作

将样品加入比色皿（0.5 mm 或 1 mm 光程比色皿），并且插入针式温度计。样品量为能够接触到温度计的顶端即可，无需装满整个比色皿；当采用全图谱模式进行热变温时，主界面参数设置等同于静态图谱（波长范围、带宽、步进、每点时间）；

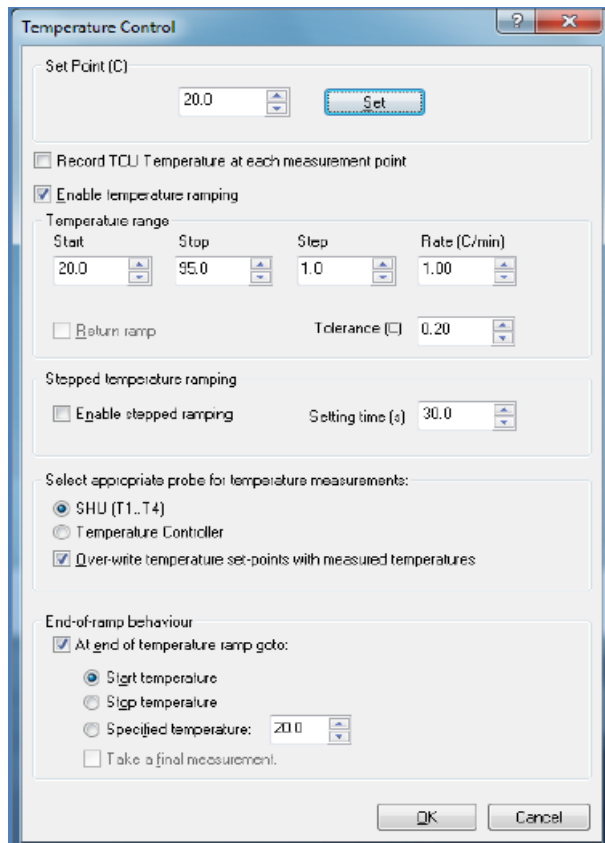
针式温度计如下图：



当采用单点模式进行热变温时，主界面参数需将波长范围 Low 和 High 设为同一个波长（例如，220 nm~220 nm），并且每点时间可以设为 5~10 s。



软件设置：点击上图中红框内的 Settings，显示温度设置选项界面，



首先 Enable temperature ramping 打钩

Start 起始温度

Stop 终止温度

Step 步进，即隔多少度采集一次，单点法时输入  $1^{\circ}\text{C}$ ，而全谱法时输入  $2^{\circ}\text{C}$ 。

Rate 升温速度，一般为  $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

Tolerance 默认为  $0.20^{\circ}\text{C}$ 。

Enable stepped ramping 打钩时为阶梯式升温模式，需同时设置稳定时间（即采集图谱过程中温度不变化）。

Setting time 稳定温度的时间。

SHU (T1-T4) 同时记录温控仪的温度和比色皿内温度计的温度

Over-write temperature 仅记录比色皿内温度计的温度

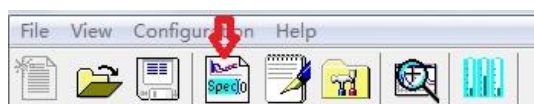
At end of temperature ramp go to 确定实验结束后的温度，一般恢复到室温。

注意：如果变温试验的起始温度不是室温，比如从 4 °C 或 40 °C 起，那么必须首先将温控仪温度定温到该起始温度，等待比色皿内温度计也显示该温度或接近该温度后，再启动变温试验。温控仪使温度从 20 °C 上升到 40 °C 只需不到一分钟，而样品的实际温度（温度计温度）到达 40 °C 则需要数分钟。

### 3.4 实验测量

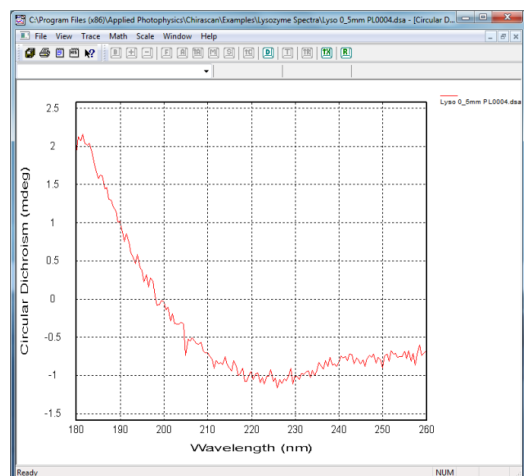
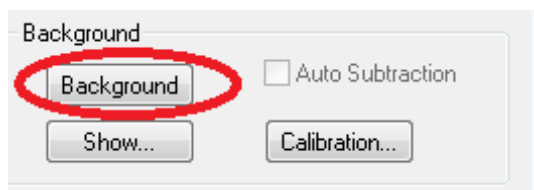
#### 3.4.1 命名

主界面上方快捷栏中的 Spec 图标是命名界面，如果是空气背景命名就在 Background 后填写文件名；如果是溶剂或样品命名就在 Spectrum 后填写文件名；



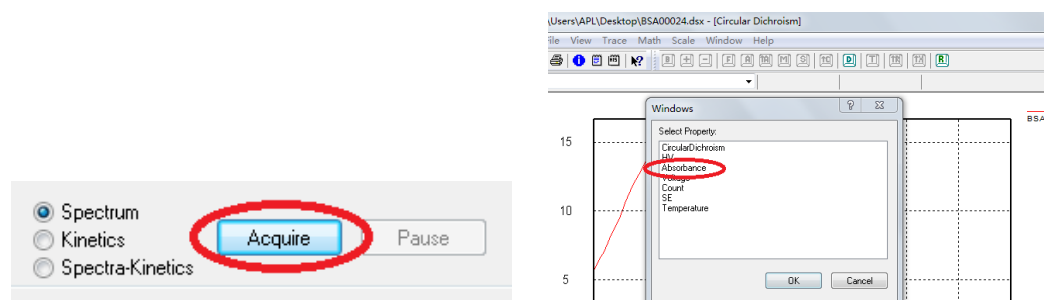
#### 3.4.2 测量仪器背景

测量仪器背景，记录吸收零值（因此后面我们所说的紫外吸收值都是相对于空气背景的吸收）样品仓空置，直接采集空气（氮气）的值，点击 **Background**;



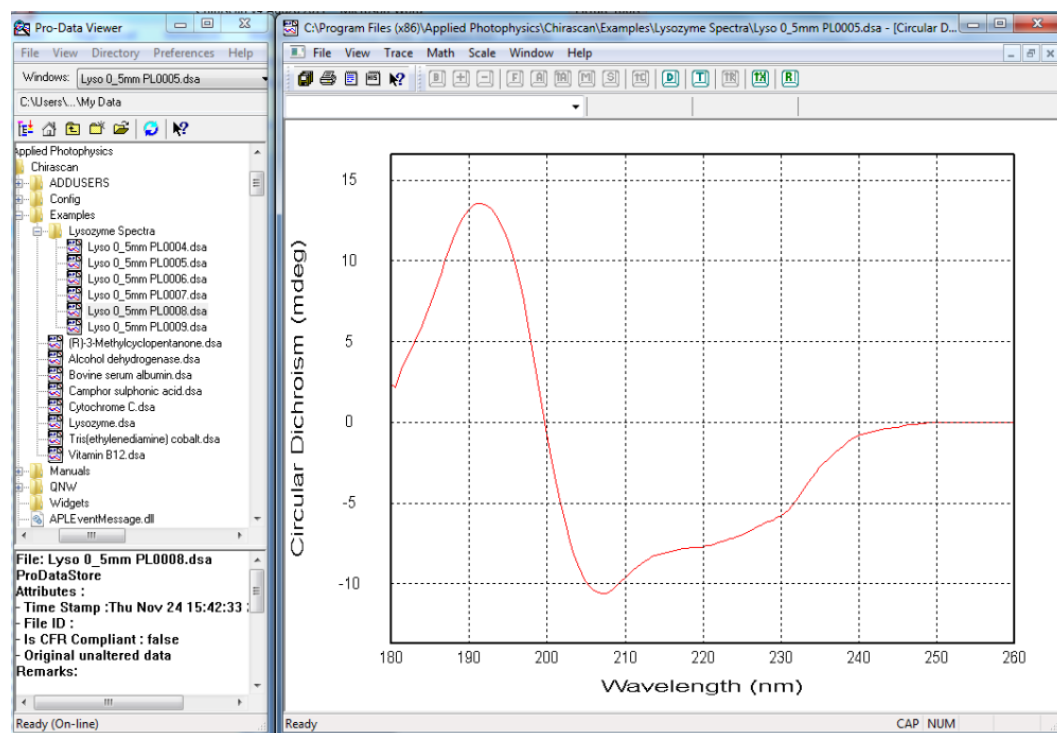
### 3.4.3 测量溶剂

选择合适的比色皿，装入 Buffer 或溶剂，单击 **Acquire** 后仪器自动开始扫描并采集数据。说明：放入比色皿时要记住比色皿朝向和样品槽中位置，在一个系列的实验中必须保持用同一个比色皿，同样朝向和同样放入位置；0.5 mm 和 1 mm 比色皿要用垫片牢固，两片式的比色皿要用夹具。点击正在扫描图谱上方 **Window** 选项，出现下拉菜单，new windows 里点击 **Absorbance**，可以显示吸收图谱；



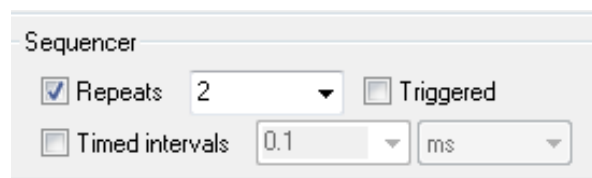
### 3.4.4 测量样品

操作同 3.4.2。必须使用上步中同一个比色皿，装入要测量的样品，放入样品槽中（注意比色皿左右朝向），单击 **Acquire**；



### 3.4.5 多次测量

通常建议对溶剂采集 2 次，对样品采集 3 次数据，可勾选主界面左下方的 Repeat 设置重复次数。

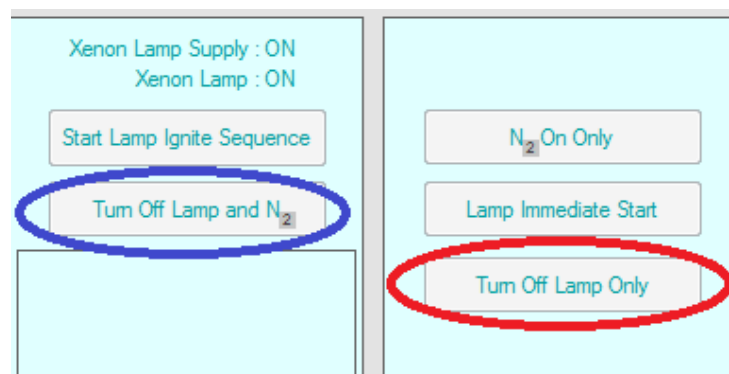


### 3.5 实验测量后处理

实验结束后应严格清洗比色皿，依据样品性质用 buffer，水，乙醇，甲醇以及稀酸（2 M 硝酸）或浓硝酸清洗，最好用专门的复合表面活性剂在 50~60 °C环境中浸泡清洗 10~15 min，如 Hellma NEXIII 或 Decon 90 等，最后要用水洗掉这些活性剂；说明：检查比色皿是否干净，可装入水后测量 180~260 nm 范围 CD 谱线，看看是否平整并接近零值。

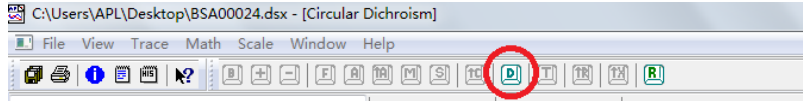
### 3.6 关机

关机顺序：水浴，电子控温器，等电源可以独立关闭。但是仪器主机关机前，必须先通过 Nitrogen 软件，点击 turn off lamp only，关灯后继续吹扫氮气约 5 分钟，等灯冷却后，再点击 turn off lamp and N<sub>2</sub>，然后关闭氮气总阀门。Nitrogen 软件永远不要点击右上角的 X 关闭，直接关电脑主机即可。最后关闭灯的电(Lamp)和电子控制系统（System）。



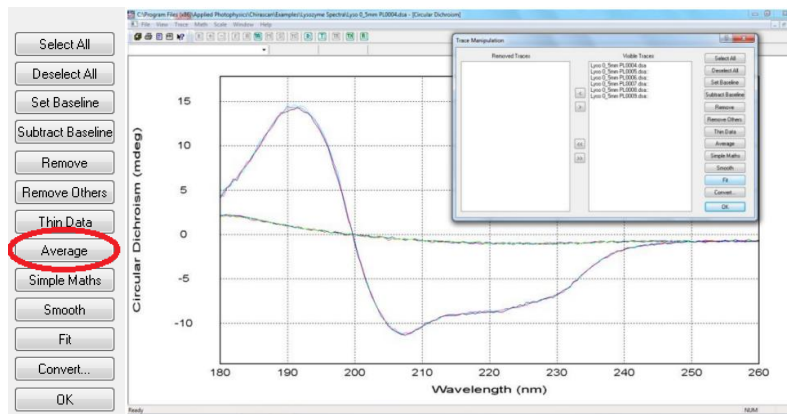
## 四、数据处理

将所有要处理的数据都拖入同一数据界面，图谱上方点击绿色的 **D** 按钮可弹出处理界面。



### 4.1 多次重复数据的求平均 Average

首先平均溶剂数据，Buffer 的 2 次测量数据，全部选中后点 **Average**，得到 Average:0 文件；再平均样品数据，Sample 的 3 次测量图谱，全部选中点 **Average**，得到 Average:1 文件；



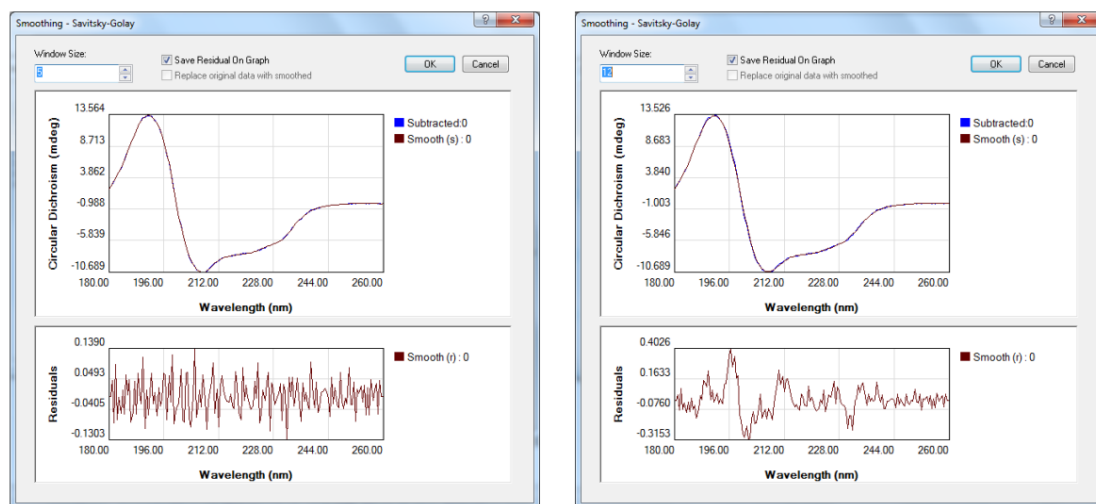
### 4.2 扣除体系背景

选中溶剂文件，如上步平均后的溶剂数据 Average:0，点击 **Set Baseline**；再选中样品数据，Average:1，点 **Subtract Baseline** 得到 Subtracted:0 文件；解除背景单击 **Unset Baseline**，选中扣除溶剂后的样品文件 Subtracted:0 文件，点击 **Remove Others**；

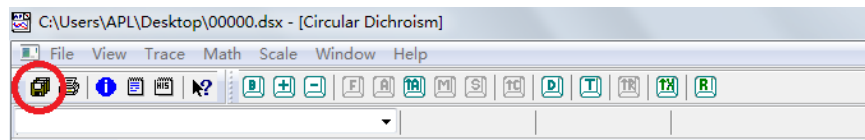


### 4.3 平滑处理 Smooth

选中要平滑处理的文件，如 Subtracted:0，点击 **Smooth**，进入 Smooth 界面，左上角的 Window 选择平滑次数，如 4：要满足数据曲线不失真，噪音水平在零值附近上下平衡，点 **OK**，得到平滑后的文件 **Smooth(s):0**（需保留）和平滑噪音信号 **Smooth(r):0**（需去除）；

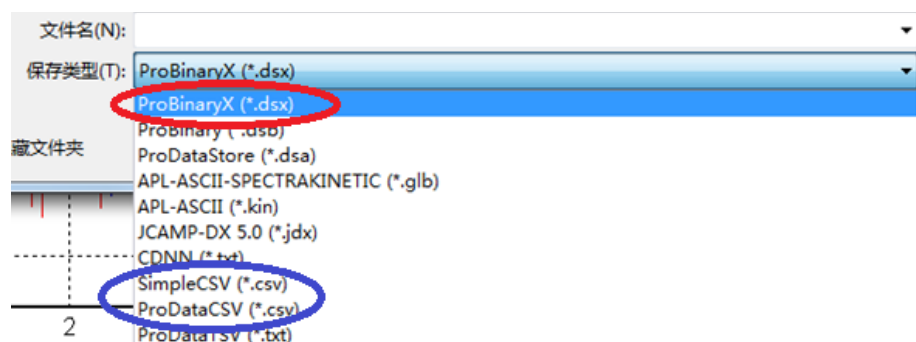


4.4 点击图谱左上方的保存图标。



### 4.5 数据文件输出

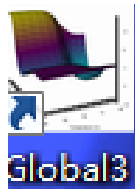
测量得到的原始数据文件会自动保存，但是处理后的数据需要再次保存。测量数据可以输出为各种格式，如 ASCII，CSV，TXT 等。CSV 的文档可用 Excel 软件打开。如果图谱中只有一条曲线，那么另存为 **simple CSV**；如果多条图线，必须另存为 **prodata CSV**。



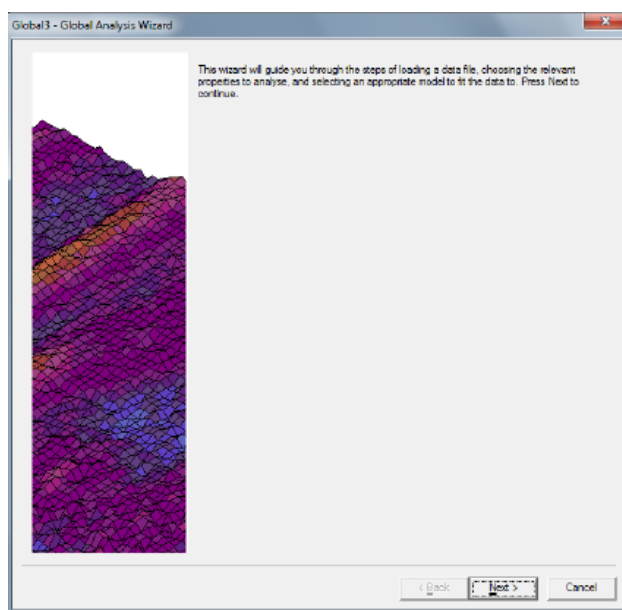
## 4.6 变温实验数据分析

### 4.6.1 全谱采集模式 $T_m$ 分析步骤

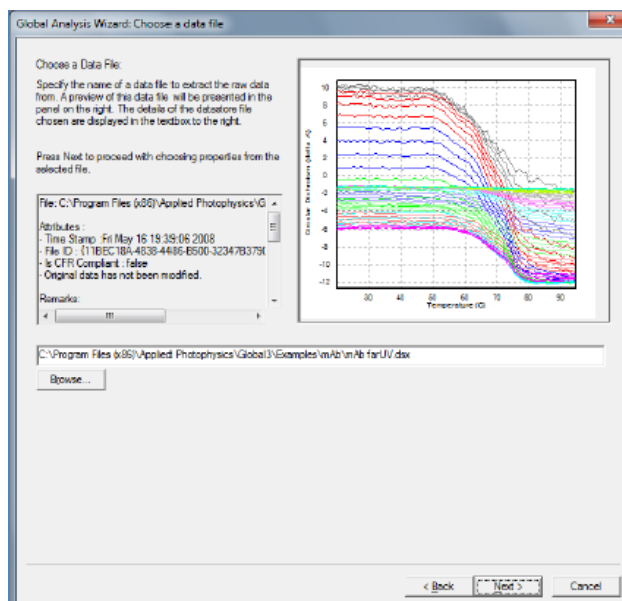
1. 点击桌面 Global3 软件图标（如下）



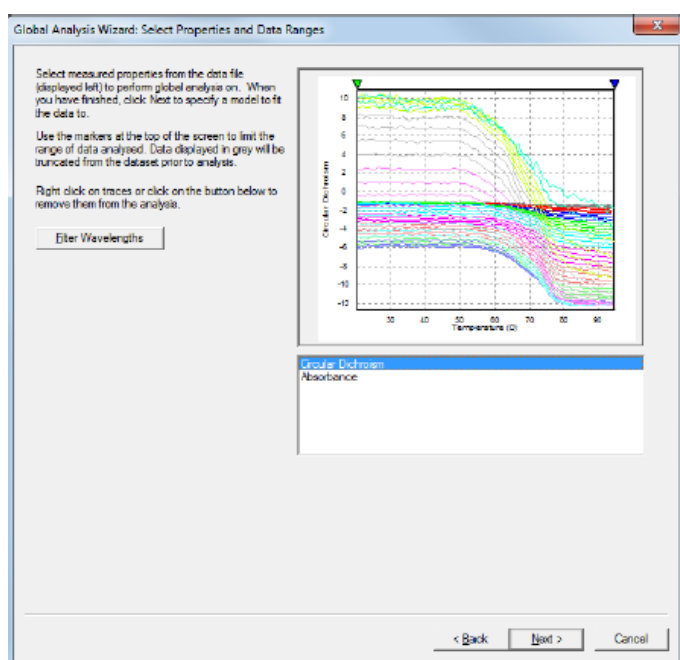
2. 显示下图。



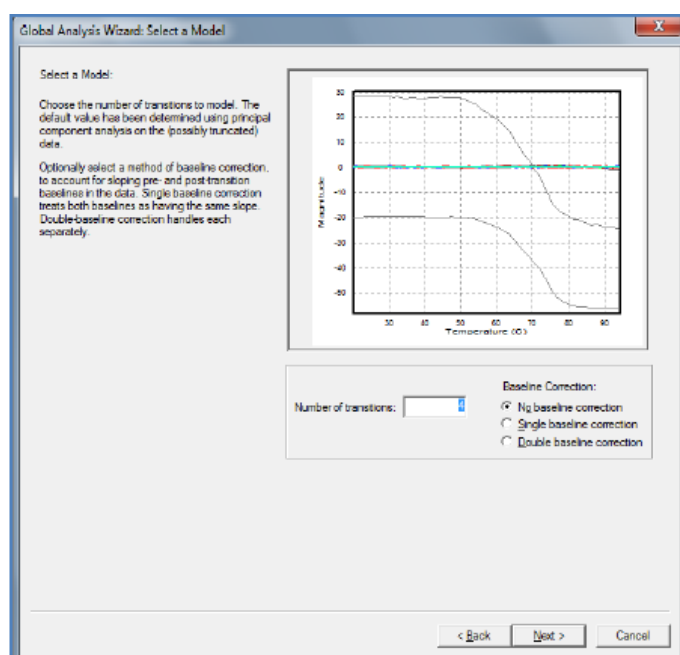
3. 点击 Next 后，显示下图。



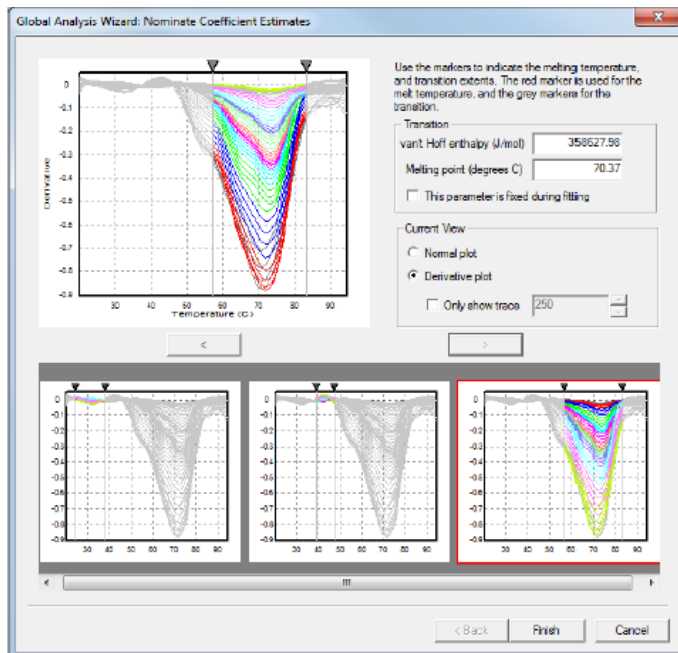
4. 点击 **Browse**，选择需要分析的图谱。再点击 **Next** 后，显示下图。



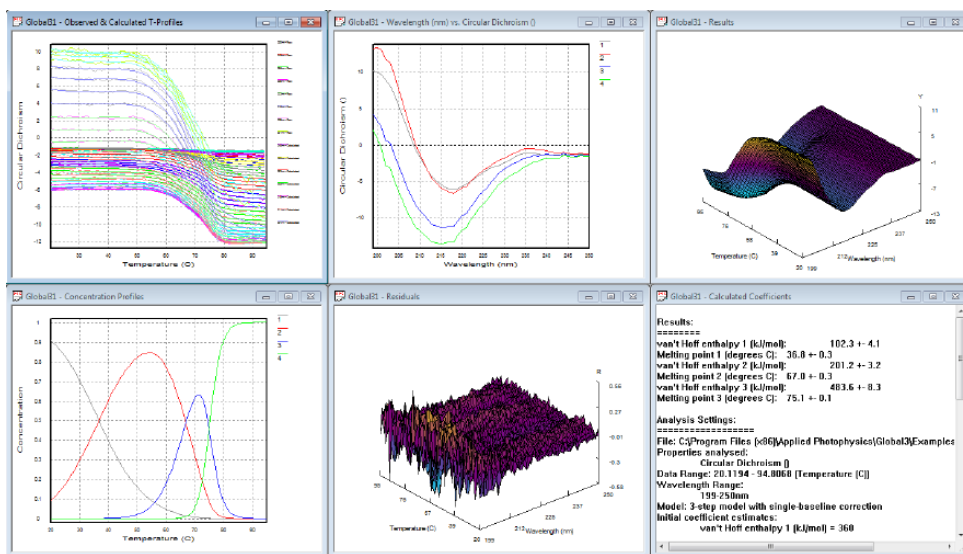
5. 选择 **Circular Dichroism**，再点击 **Next** 后，显示下图。



6. 一般情况下，输入转折点数 为 1 和 No baseline correction。（如果认为有 2 个变温点，可以输入 2。）再点击 **Next** 后，显示下图。



7. 如果前一页中输入 1 个转折点，那么用鼠标将两个黑色 ▼ 分别拖到最左侧和最右侧。如上图示，当有 3 个转折点时，则依次在下方的三个小图中用黑色 ▼ 确定每个范围。最后点击 Next 后，显示下图。

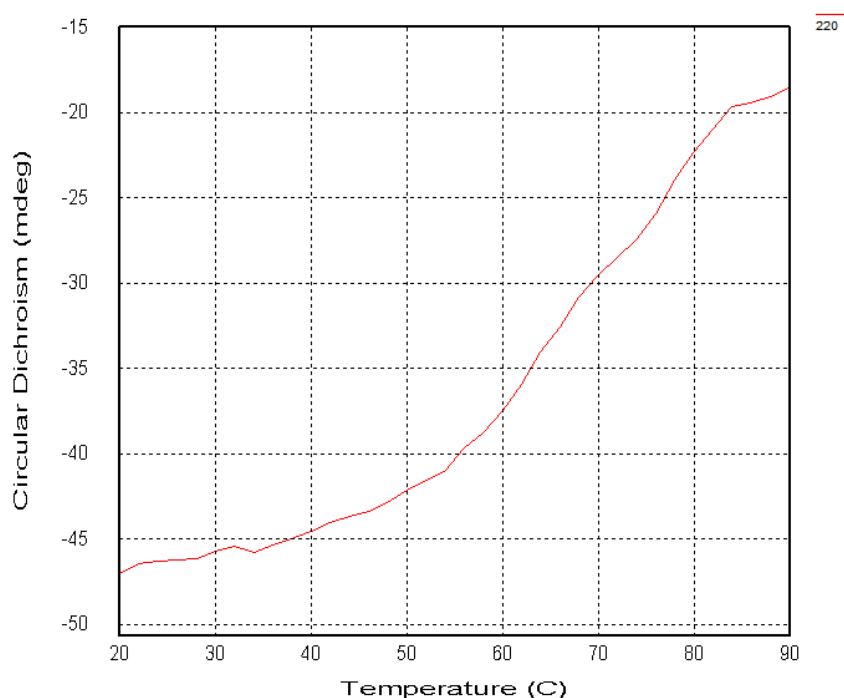


8. 得到 6 个小窗口。从左上方到右下方，依次为：

计算出和所观察的每个波长的温度曲线计算出的独立的、有意义的光谱（如起始图谱、变温点后的图谱）；计算出的温度-波长 CD 三维图；计算出的贡献物种的浓度分布作为温度的函数；噪音三维图；计算出的热力学参数（最重要的是 Melting point，即变温点 Tm 值）。

#### 4.6.2 单点采集模式 $T_m$ 分析步骤

1. 以下是单点采集获得的图谱（220 nm，20 °C ~ 90 °C）



2. 点击图谱上方的功能选项图标D，进入处理界面。

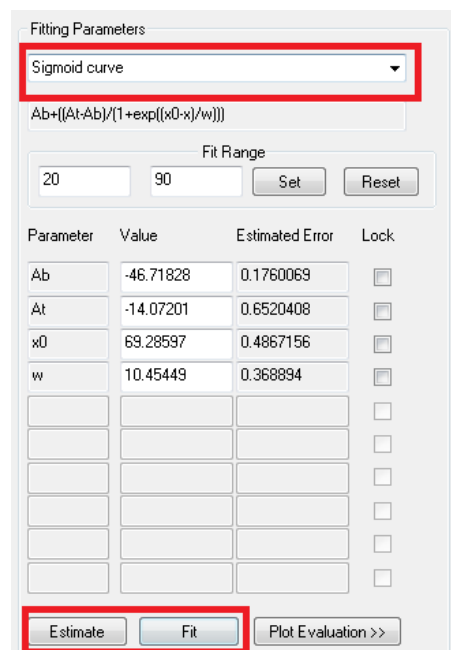


3. 用鼠标选中要处理的曲线名字，然后点击右侧的 Fit

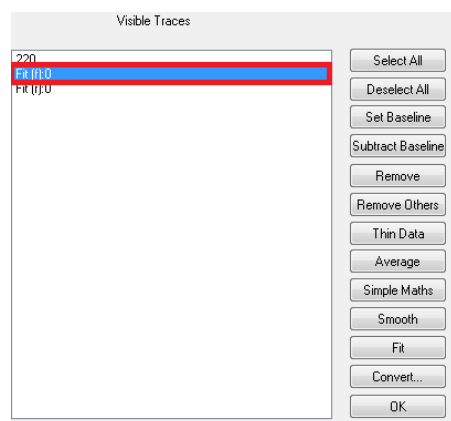


4. 如下图所示，首先选择拟合的方程模型 Sigmoid curve，点击一次

Estimate，再点击2~3次Fit。参数  $X_0$  即为  $T_m$  值，Error 为正负误差。当 Error 大于5%时，表示该方程模型不适合。需从下拉菜单中选择其它方程。



5. 拟合结束后，点击界面右侧上方的OK。保留Fit(f)为拟合后曲线。其余移除。



#### 4.7 CDNN 软件使用指南

CDNN 是一款用于预测蛋白质二级结构的生物学信息工具，其可定量的计算蛋白质的  $\alpha$ -螺旋、 $\beta$ -折叠、 $\beta$  转角和无规则卷曲，具有高准确性和高速度性。

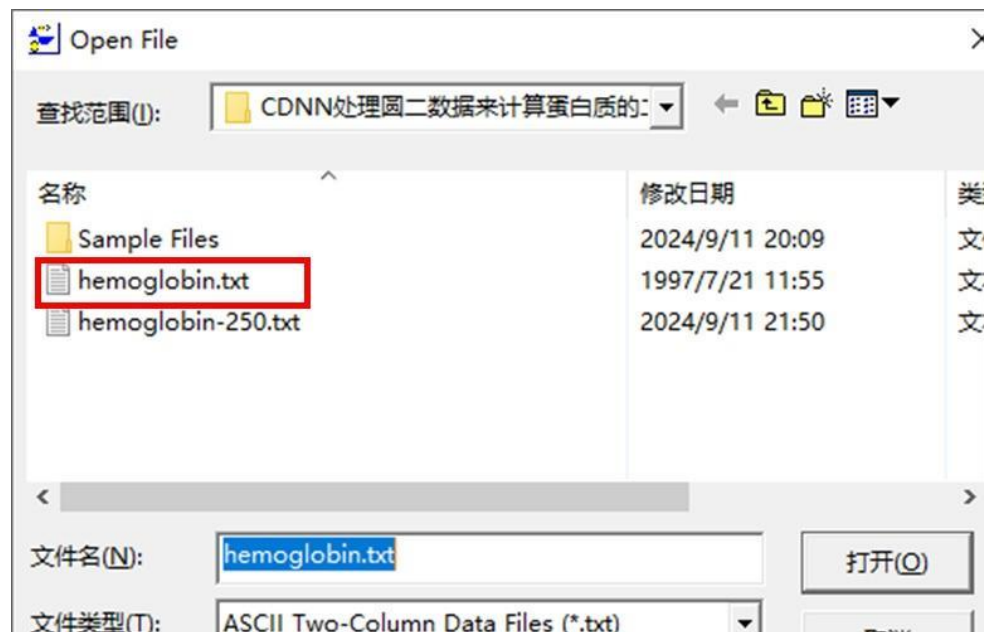
1. 先下载相关的压缩包，解压，并打开 CDNN.exe 文件。



## 2. 点击 File—Open—



## 3. 选择要打开的数据，数据文件格式必须为 txt 格式。



## 4. 在跳出的对话框选择 Milli-Degrees, 在不同的对话框下输入相应值;

**CD Signal Type**

Please indicate type of data (units). Be careful!  
Wrong assignment will result in incorrect data renormalization.

**CD Signal Type**

Delta Epsilon

Molar Ellipticity

Milli-Degrees

**Essential Parameter**

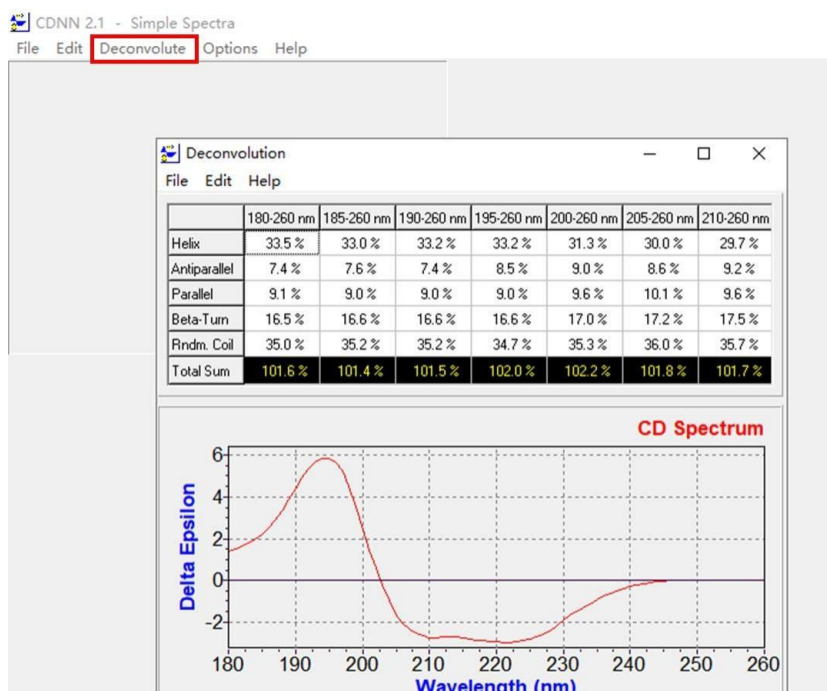
Molec. mass (Da): 15998.0

Concentr. (mg/ml): 1.000

No. amino acids: 147

Pathlength (cm): 0.100

5. 点击 Deconvolute, 即可出来蛋白质二级结构的结果, 其中Helix为 $\alpha$ -螺旋, Antiparallel为反平行, Parallel为平行,  $\beta$ 折叠为两者数值相加, Beta-Turn为 $\beta$ 转角, Rndm. Coil为无规则卷曲。



注: 分子质量和氨基酸残基可在Uniport里获取;

(1) 在Uniport官网 (<https://www.uniprot.org/uniprot>) 搜索相关蛋白, 找到实验蛋白, 点击查看详细信息;

UniProtKB 77,745 results

Entry	Entry Name	Protein Names	Gene Names	Organism	Length
P68871	HBB_HUMAN	Hemoglobin subunit beta[...]	HBB	Homo sapiens (Human)	147 AA
P02100	HBE_HUMAN	Hemoglobin subunit epsilon[...]	HBE1, HBE	Homo sapiens (Human)	147 AA
P02042	HBD_HUMAN	Hemoglobin subunit delta[...]	HBD	Homo sapiens (Human)	147 AA
P02008	HBAZ_HUMAN	Hemoglobin subunit zeta[...]	HBZ, HBZ2	Homo sapiens (Human)	142 AA
P69892	HBG2_HUMAN	Hemoglobin subunit gamma-2[...]	HBG2	Homo sapiens (Human)	147 AA
P09105	HBAT_HUMAN	Hemoglobin subunit theta-1[...]	HBQ1	Homo sapiens (Human)	142 AA
P69891	HBG1_HUMAN	Hemoglobin subunit gamma-1[...]	HBG1, PRO2979	Homo sapiens (Human)	147 AA
P11517	HBB2_RAT	Hemoglobin subunit beta-2[...]		Rattus norvegicus (Rat)	147 AA
P69905	HBA_HUMAN	Hemoglobin subunit alpha[...]	HBA1, HBA2	Homo sapiens (Human)	142 AA

(2) 红色矩形框 Amino acids 即为氨基酸残基;

**P68871 • HBB\_HUMAN**

Protein: Hemoglobin subunit beta  
 Gene: HBB  
 Status: UniProtKB reviewed (Swiss-Prot)  
 Organism: Homo sapiens (Human)

Amino acids: 147 (go to sequence)

Protein existence: Evidence at protein level  
 Annotation score: 100%

Function: Involved in oxygen transport from the lung to the various peripheral tissues. LVV-hemorphin-7 potentiates the activity of bradykinin, causing a decrease in blood pressure.

Spinorphin: Functions as an endogenous inhibitor of enkephalin-degrading enzymes such as DPP3, and as a selective antagonist of the P2RX3 receptor which is involved in pain signaling, these properties implicate it as a regulator of pain and inflammation.

Miscellaneous: One molecule of 2,3-bisphosphoglycerate can bind to two beta chains per hemoglobin tetramer.

(3) 点击 Sequence, Mass (Da) 即为分子质量。

**P68871 • HBB\_HUMAN**

Protein: Hemoglobin subunit beta  
 Gene: HBB  
 Status: UniProtKB reviewed (Swiss-Prot)  
 Organism: Homo sapiens (Human)

Amino acids: 147 (go to sequence)

Protein existence: Evidence at protein level  
 Annotation score: 100%

Function: Involved in oxygen transport from the lung to the various peripheral tissues. LVV-hemorphin-7 potentiates the activity of bradykinin, causing a decrease in blood pressure.

Spinorphin: Functions as an endogenous inhibitor of enkephalin-degrading enzymes such as DPP3, and as a selective antagonist of the P2RX3 receptor which is involved in pain signaling, these properties implicate it as a regulator of pain and inflammation.

Miscellaneous: One molecule of 2,3-bisphosphoglycerate can bind to two beta chains per hemoglobin tetramer.

Caution

## 五、常见故障处理

### 5.1 基线噪声过大或信噪比 (S/N) 差

可能原因 1: 光学系统氮气吹扫不充分或气路泄漏, 导致光路中有水汽和氧气吸收。处理措施: 检查气瓶压力、气路密封性, 确保吹扫时间充足 (通常需 30 分钟以上)。

可能原因 2: 样品或比色皿本身过脏或有残留物。处理措施: 彻底清洁比色皿, 确保样品澄清透明、无悬浮颗粒或气泡。

可能原因 3: 光源(氘灯)老化, 能量不足。处理措施: 检查光源使用时长, 如接近或超过额定寿命, 请更换新灯。

可能原因 4: 仪器参数设置不当(如时间常数过小、带宽过大或扫描速度过快)。处理措施: 优化测量参数, 适当增大时间常数、减小带宽或降低扫描速度。

## 5.2 基线漂移严重或形状异常

可能原因 1: 样品室内有冷凝水或污染物。处理措施: 确保样品室干燥洁净, 检查恒温控制系统是否正常工作。

可能原因 2: 溶剂空白吸收过强, 超出了仪器的动态范围。处理措施: 检查溶剂在测量波段是否有强吸收, 尝试使用更高纯度的溶剂或更短光程的比色皿。

可能原因 3: 比色皿不匹配或窗口有划痕。处理措施: 使用经过匹配的比色皿, 检查并更换有缺陷的比色皿。

## 5.3 信号强度异常低(CD 信号弱)

可能原因 1: 样品浓度过低或光程太短。处理措施: 适当提高样品浓度或更换更长光程的比色皿(需确保样品吸光度在线性范围内)。

可能原因 2: 比色皿放置方向错误或窗口不洁净。处理措施: 正确放置比色皿(标记面朝向正确方向), 并彻底清洁。

可能原因 3: 光路未正确对准或光学元件有污染。处理措施: 联系工程师进行检查和校准, 用户切勿自行调整光路。

## 5.4 测得的光谱形状异常或出现非特征峰

可能原因 1: 样品浓度过高, 导致吸光度超出仪器线性范围。处理措施: 稀释样品后重新测量。

可能原因 2：样品发生聚集、变性或与溶剂发生反应。处理措施：检查样品溶液状态，确保其在测量条件下稳定且分散均匀。

可能原因 3：存在人为干扰因素，如气泡、指纹或样品池内有异物。处理措施：上机前离心样品去除气泡，手持比色皿时只接触毛面，确保样品室清洁。

## 5.5 软件无法连接仪器或通讯中断

可能原因 1：计算机与主机之间的数据线松动或损坏。处理措施：检查所有数据线连接，必要时重启计算机和仪器主机。

可能原因 2：软件或驱动程序出现错误。处理措施：重启软件，必要时重新安装软件或驱动（需在工程师指导下进行）。

## 六、注意事项

操作圆二色光谱仪时，严格遵守以下注意事项是确保人员安全、保护仪器设备、并获得准确可靠数据的根本前提。

### 6.1 安全注意事项

**高压危险：**仪器内部光源电源和探测器存在高压电路，**严禁**在开机状态下触摸内部元件或自行拆卸仪器外壳，所有维修必须由专业工程师进行。

**紫外辐射：**仪器光源发射强紫外光，切勿在仪器运行时用肉眼直视光源出口或光束，以免对眼睛造成永久性损伤。确保样品室门完全关闭后再开始测量。

**样品安全：**操作具有**腐蚀性、毒性或生物危害性**的样品时，必须佩戴 appropriate 的个人防护装备（如手套、护目镜、实验服），并确保样品池完全密封，防止泄漏污染仪器内部。详细了解样品的 Material Safety Data Sheet (MSDS)。

**气瓶安全：**使用氮气吹扫系统时，确保气瓶固定稳妥，远离热源，管路连接牢固无泄漏。

## 6.2 样品与比色皿注意事项

**样品澄清度：**样品溶液必须**清澈透明**，无悬浮颗粒或气泡。测量前对样品进行离心或过滤处理是必需步骤，否则会导致光散射，严重干扰数据甚至损坏检测器。

**吸光度限制：**样品在测量波长范围内的吸光度 (Abs) 必须低于 **2.0**，理想情况下应保持在 1.0 以下。过高的吸光度将使光无法到达检测器，导致数据失真（平头峰），并可能缩短探测器寿命。

**比色皿匹配与清洁：**必须使用专用于 CD 测量的、经过匹配的**石英比色皿**。手持比色皿时仅可接触毛面，严禁接触光学窗口。清洗后务必用洗耳球吹干，不可用布料擦拭光学面，以免产生划痕。

**溶剂吸收：**所选溶剂的紫外吸收截止波长必须远低于测量起始波长。确保溶剂在测量波段是“透明”的，否则溶剂的高吸收背景会掩盖样品的 CD 信号。

## 6.3 操作与数据处理注意事项

**充分吹扫：**进行紫外波段（尤其低于 250 nm）测量前，必须用高纯氮气对光学系统进行**充分吹扫**（至少 20 ~ 30 分钟），以去除氧气和水汽的吸收干扰。这是获得低波长可靠数据的关键。

**参数合理设置：**根据样品浓度和信号强度合理设置参数（如时间常数、扫描速度、带宽）。不要为了追求快速扫描而使用不合理的参数，这会牺牲信噪比和数据质量。

**基线校正：**必须使用与溶解样品完全相同的溶剂在完全相同的光程比色皿中采集基线，并在数据处理中从样品光谱中扣除。这是 CD 测量的标准流程。

**数据不可过度平滑：**数据处理时，平滑程度应适度，以不扭曲光谱线形和峰值为原则。**原始数据应始终保留。**

## 6.4 仪器保护注意事项

**防尘防潮：**保持仪器所在环境清洁干燥，定期对样品仓进行吹扫清洁。长期不用时应盖好防尘罩。

**稳定电源：**建议为仪器配备稳压电源或不间断电源（UPS），以防止电压波动或突然断电对仪器造成损害。

**轻拿轻放：**操作过程中动作轻柔，特别是开关样品室门、放置和取出比色皿时，避免对机械部件造成冲击。

## 七、维护与保养

定期的维护与保养是确保圆二色光谱仪性能稳定、延长其使用寿命、并获得准确可靠数据的关键。以下维护计划需严格遵守。

### 7.1 每日维护

**光学系统吹扫：**若仪器配备氮气吹扫系统，每日开机后应首先开启**高纯氮气**（纯度 > 99.999 %），对单色器及样品室进行吹扫至少**30**分钟，以去除光路中的水分和氧气，然后方可进行紫外波段测量。测量结束后，建议保持低流速吹扫直至仪器完全关闭。

**实验室环境：**记录实验室的温湿度状况，确保环境符合仪器要求（通常温度：20 ~ 25 °C，湿度：< 70 %）。

**清洁工作：**使用后，务必用洗耳球吹扫样品仓，清除可能散落的样品粉末或晶体。使用无尘布蘸取少量无水乙醇轻轻擦拭样品仓口外的金属表面，保持清洁。

### 7.2 每周/每月维护

**外部清洁:** 在断电情况下, 使用柔软、不起毛的超细纤维布轻轻擦拭仪器外部, 去除灰尘。对于顽固污渍, 可用布蘸取少量中性清洁剂擦拭, 而后再用干布擦净。

**比色皿保养:** 检查常用石英比色皿是否有划痕、裂纹或污染。使用后立即用合适溶剂彻底清洗(如超纯水、乙醇), 并用洗耳球吹干。妥善存放在干燥洁净的盒子中。

**数据备份:** 定期备份仪器方法、性能验证数据和用户数据, 防止数据丢失。

### 7.3 定期专业维护

**光源更换:** 氙灯为消耗品, 有额定使用寿命(通常为 1000 ~ 2000 小时)。监控软件中的灯使用时间, 当发现能量显著下降、信噪比变差或报错时, 应及时联系工程师更换。**注意: 更换光源后必须进行光路校准。**

**性能验证:** 使用标准物质(最常用的是 0.06 mg/mL 的樟脑磺酸(CSA)的 1 mm 光程比色皿)定期进行仪器性能校准, 验证其波长准确性和椭圆率(CD signal)的准确性, 并形成记录。

**专业检查:** 预约工程师进行定期全面检查, 包括光路校准、机械部件检查、软件升级等, 并出具维护报告。

### 7.4 长期停用维护

如果仪器需要长期闲置, 应严格按照说明书要求执行停机操作。建议关闭主机电源和计算机电源, 并拔下电源插头。彻底清洁样品室, 取出所有比色皿妥善保存。断开氮气气路, 释放气瓶内残余压力。用原厂防尘罩将仪器完全遮盖, 并放置在干燥、无尘、无腐蚀性气体的环境中。