

文件编号: WU-ISCMS-QM 2024A706

版本号: V1.0

受控状态:

分发号:

分子科学公共实验平台

质量管理文件

井型高纯锗伽玛能谱仪

ORTEC GWL-120-15-LB-AWT

标准操作规程

2024 年 9 月 10 日发布

年 月 日实施

分子科学公共实验平台 发布

修订页

修订日期	版本号	修订说明	修订	审核	批准
2024.06.24	V1.0	发布运行	杨中威	陈银娟	
2024.09.09	V1.0	修订安全，增加图片及操作细节	陈银娟	陈银娟	

目 录

1.	目的.....	1
2.	范围.....	1
3.	职责.....	1
4.	实验室安全管理规范.....	2
4.1.	进入或离开实验室规定	2
4.2.	实验操作规定	3
5.	质谱实验室仪器设备管理规范.....	4
5.1.	井型高纯锗伽玛能谱仪预约与使用	4
5.2.	预约制度	4
5.3.	培训考核制度	5
6.	实验内容.....	6
6.1.	仪器组成	6
6.2.	实验室前准备	7
6.2.1.	放射源的准备.....	7
6.2.2.	样品准备.....	8
6.2.3.	仪器预检查.....	9
6.3.	运行仪器	10
6.3.1.	基理系统登录.....	10
6.3.2.	开机.....	11
6.3.3.	打开软件.....	11
6.3.4.	查看仪器状态.....	13
6.3.5.	加高电压值.....	14
6.3.6.	样品测试与分析.....	14
6.3.7.	数据存储.....	16
6.4.	数据分析	16
6.4.1	效率刻度源的数据确定.....	16
6.4.2	样品数据分析.....	17

7. 相关/支撑性文件	19
8. 记录.....	19
附件一 能量刻度标定.....	20
附件二 效率源测试.....	26
附件三 液氮的充装.....	30
附表一 井型高纯锗伽玛能谱仪使用记录表.....	33
附表二 伽玛谱仪液氮回冷登记表.....	34

分子科学公共实验平台

1. 目的

建立井型高纯锗伽玛能谱仪 ORTEC GWL-120-15-LB-AWT 的使用操作规程, 使其被正确、规范地使用。

2. 范围

本规程适用于所有使用井型高纯锗伽玛能谱仪的用户。

3. 职责

3.1. 用户: 严格按本程序操作, 发现异常情况应及时汇报实验室技术员。

3.2. 实验室技术员: 确保操作人员经过相关培训, 并按本规程进行操作。

3.3. 文章致谢格式:

根据学校指导意见, 使用各校级平台仪器设备表征产生的科研成果必须致谢平台。如果您在文章成果中使用了光谱、色质谱、磁共振波谱以及其他属于分子科学平台的仪器设备, 请务必在文末致谢分子科学公共实验平台。

英文文章致谢:

①Acknowledgement: The author thanks (Dr. XXX from) Instrumentation and Service Center for Molecular Sciences at Westlake University for (the assistance/discussion/supporting in) ... measurement/data interpretation.

②Coauthorship on the resulting publications would be appreciated if our staff make technical contributions (including but not limited to critical sample preparation, novel experiment designation and comprehensive data analyzation).

Affiliation address: "Key Laboratory of Precise Synthesis of Functional Molecules of Zhejiang Province, School of Science, Instrumentation and Service Center for Molecular Sciences, Westlake University, 18 Shilongshan Road, Hangzhou 310024, Zhejiang Province, China."

中文文章致谢:

① 致谢: 感谢西湖大学分子科学公共实验室平台 XXX 博士(或者 XXX 老师)在.....表征或数据分析上提供的帮助。

② 共同作者：如果分子科学平台老师在您课题组样品表征或文章发表上有重要技术贡献（包括但不限于关键样品制备、新型实验设计和深度数据分析），我们感谢您将相关老师列为共同作者，作者单位地址如下：西湖大学，分子科学公共实验平台，功能分子与精准合成浙江省重点实验室，杭州，310030，浙江。

4. 实验室安全管理规范

4.1. 进入或离开实验室规定

- 4.1.1. 进入实验室之前必须通过学校、中心和平台的安全考试或考核，严格遵守本实验室的各项安全警示标识。
- 4.1.2. 进入质谱实验室，请仔细阅读本实验室的安全管理规定。
- 4.1.3. 进入实验室需穿戴实验服，严禁穿拖鞋、高跟鞋进入实验室，长发请束发。
- 4.1.4. 进入实验室应了解消防器具与紧急逃生通道位置，实验室通道及消防紧急通道必须保持畅通。
- 4.1.5. 严禁将自己授权的门卡转借他人，一旦发现将进行禁用处理。
- 4.1.6. 禁止将实验无关人员带入实验室。
- 4.1.7. 严禁在实验室饮食、吸烟或随意走动。
- 4.1.8. 夜间实验，需两人在场。
- 4.1.9. 为保持实验室内环境温度及湿度稳定，进入实验室后保持实验室门窗关闭。实验结束后，实验人员必须进行清场。最后离开实验室人员需检查水、电、门窗等。
- 4.1.10. 严禁戴手套接触门把手或电梯。禁止随意丢弃实验废弃物。
- 4.1.11. 实验室应保持整洁，严禁摆放与实验无关的个人物品。
- 4.1.12. 空压机及 UPS 所处房间应使用空调，要保持室内空气干燥，在潮湿的季节应该除湿。至少每周一次检查除湿机有无积水。

以下为强磁场安全事项

- 4.1.13. 严禁体内有铁磁性物质、心脏起搏器或装有其它铁磁性医疗辅助器械或义肢的人员进入实验室。

- 4.1.14. 手机、手表、银行卡或其他磁卡，硬盘或其他磁存储介质，都有可能受本套系统的磁场影响而遭到损坏，操作人员严禁携带上述物品靠近顺磁共振波谱仪。
- 4.1.15. 严格遵守磁共振实验室的各项安全管理规范，注意磁体警戒标识，仪器运行时地上 5 高斯警戒线区域尽量不靠近。请不要在实验室来回走动。
- 4.1.16. 严禁在实验室内使用金属做成的座椅或梯子。不要在磁体周围使用螺丝刀、螺钉等工具。严禁碰撞磁体。

4.2. 实验操作规定

- 4.2.1. 实验室内均为大型科研设备，有专人负责管理，未经培训人员，不得擅自上机使用。
- 4.2.2. 送样或自主上机的用户，均需使用大仪系统进行系统。
- 4.2.3. 请严格按送样要求进行制样。由于样品问题造成仪器配件更换，无论独立上机或是委托测试，费用将由用户所在课题组承担；
- 4.2.4. 请严格按仪器操作规程进行操作。实验过程中有任何不确定须联系技术员，自主上机因操作错误造成设备损坏的，该用户课题组也需承担相关费用。
- 4.2.5. 实验过程中如发现仪器设备发生异常状况、仪器报错、报警等，务必立即联系仪器负责人严禁擅自处理、调整仪器主要部件，凡自行拆卸者一经发现将给予严重处罚。
- 4.2.6. 仪器均为高压设备，使用仪器需严格遵守用电安全规定，严禁擅自更改电路或切断仪器电源等相关危险操作。
- 4.2.7. 实验室内的药品、试剂必须存放药品柜，并做好使用登记。
- 4.2.8. 使用化学试剂或药品前，必须了解其物理化学性质、毒性及防护方法，使用时必须配戴护目镜、手套等，做好个人防护。
- 4.2.9. 非常规实验测试须技术员同意并指导方可进行。实验数据须通过学校数据中心进行下载，禁止将个人 U 盘、移动硬盘等易带入病毒的存储设备与各色质谱仪器工作站连接拷贝数据。
- 4.2.10. 垃圾、废液必须严格按标识进行分类，禁止将锐器、玻璃丢弃在常规垃圾箱中。

4.2.11. 自主上机用户须在预约时间内须使用本人的账号登陆基理系统进行仪器使用；使用结束应做好仪器使用等级，如实记录仪器使用状态。

5. 色质谱实验室仪器设备管理规范

5.1. 井型高纯锗伽玛能谱仪预约与使用

该仪器遵从学校“科研设施与公共仪器中心”对大型仪器设备实行的管理办法和“集中投入、统一管理、开放公用、资源共享”的建设原则，面向校内所有教学、科研单位开放使用；根据使用机时适当收取费用；并在保障校内使用的同时，面向社会开放。

该仪器的使用实行预约制度，请使用者根据样品的测试要求在学校“大型仪器共享管理系统”（以下简称大仪网）进行预约，并按照规定登记预约信息。

1. 委托测试

- ① 送样前与仪器负责人沟通样品信息。
- ② 请在大仪网进行送样预约并将制备好的样品交给仪器负责人。
- ③ 测试结果请自行在数据中心进行下载。
- ④ 样品如需回收请在测试后尽快取回，一周未取回平台将作化学废弃物处理。

注：无特殊情况，校内用户一律自主上机。

2. 自主上机

- ① 本设备培训至少需要 1 小时，申请培训前先与仪器负责人联系。
- ② 请在大仪网预约培训机时，培训时请携带纸质版仪器培训申请表。
- ③ 技术员进行现场培训。
- ④ 培训后两周内，用户可在技术员指导下用实际样品进行上机测试，并按自主上机计费；根据自身掌握情况，用户需在两周内进行上机考核，考核通过的用户即获得自主上机权限，原则上一星期复考；未考核或考核不通过的用户，需重新接受培训。

5.2. 预约制度

为充分利用仪器效能、服务全校科研工作，根据测试内容与时间的不同，实验室仪器需进行网上预约制度。自主上机用户需根据预约制度登陆大仪共享网站最少提前 30 分钟预约机时，包括周末；寒暑假及法定节假日请关注实验室实时

通知。

请严格遵守预约时间使用仪器, 以免浪费机时。如需调换时间段, 在技术员同意下可与其他使用者协商。因故不能在预约时间内测试者, 请提前 30 分钟取消预约并通知技术员。恶意预约机时或有多次无故不遵预约时间的用户, 实验室将进行批评教育、通报批评或取消上机资格等处罚。

预约时段		预约时间	测试内容
周一至周日	09:00 至 22:00	不限制	伽玛能谱测试

- (1) 校内使用者须经过技术员的实验操作培训, 考核合格后方可上机使用;
- (2) 实验开始时务必在实验记录本上登记, 结束后如实记录仪器状态;
- (3) 严禁擅自处理、拆卸、调整仪器主要部件。使用期间如仪器出现故障, 使用者须及时通知技术员, 以便尽快维修或报修, 隐瞒不报者将被追究责任, 加重处理;
- (4) 因人为原因造成仪器故障的(如硬件损坏), 用户课题组须承担维修费用;
- (5) 本实验室所有原始数据不允许在仪器工作站上删改, 尤其不允许用 U 盘与移动硬盘直接拷贝。用户应根据要求通过科研仪器网/数据服务器传送下载原始数据至本地电脑, 以保存并做数据处理; 实验数据在本实验室电脑中保留 2 年。
- (6) 用户应保持实验区域的卫生清洁, 测试完毕请及时带走样品, 技术员不负责保管。

使用者若违犯以上条例, 将酌情给予警告、通报批评、罚款及取消使用资格等惩罚措施。

5.3. 培训考核制度

校内教师、研究生均可提出预约申请, 由技术员安排时间进行培训, 培训内容包括仪器使用规章制度、送样须知及安全规范、基本硬件知识、标准操作规程(自主测试)及相应数据处理。

培训结束后, 两周内培训者需管理人员监督下进行 5 次左右操作, 培训者

根据自己的掌握程度,联系技术员进行上机考核。初级考核合格后,可在管理人员监督下上机操作,一周后复考。

实验室技术员认为培训者达到独立操作水平后,给予培训者授权在所允许的可操作实验范围内独立使用仪器。如果因为人为操作错误导致仪器故障者,除按要求承担维修费用之外,给予重考惩罚、培训费翻倍。

对接受培训人员的核心要求:

- (1) 了解井型高纯锗伽玛能谱仪的基本原理及其应用的多学科背景知识;
- (2) 熟练掌握 Maestro-PRO 软件系统,严格按照标准操作规程操作,防止因人为操作不当造成仪器故障,认真做好仪器的使用及故障记录。

6. 实验内容

6.1. 仪器组成

如图,伽玛谱仪主要的仪器组成包括:液氮回凝制冷器、低本底铅室、探头、数字化多道分析器、电脑。其中,探头安装在铅室内。各部分作用如下:

液氮回凝制冷器: 液氮制冷,降低热噪音;

低本底铅室: 辐射屏蔽;

探头: 探测信号;

数字化多道分析器: 给探头提供工作电压,信号后处理,区分不同伽玛射线能量;

电脑: 采集处理信号。

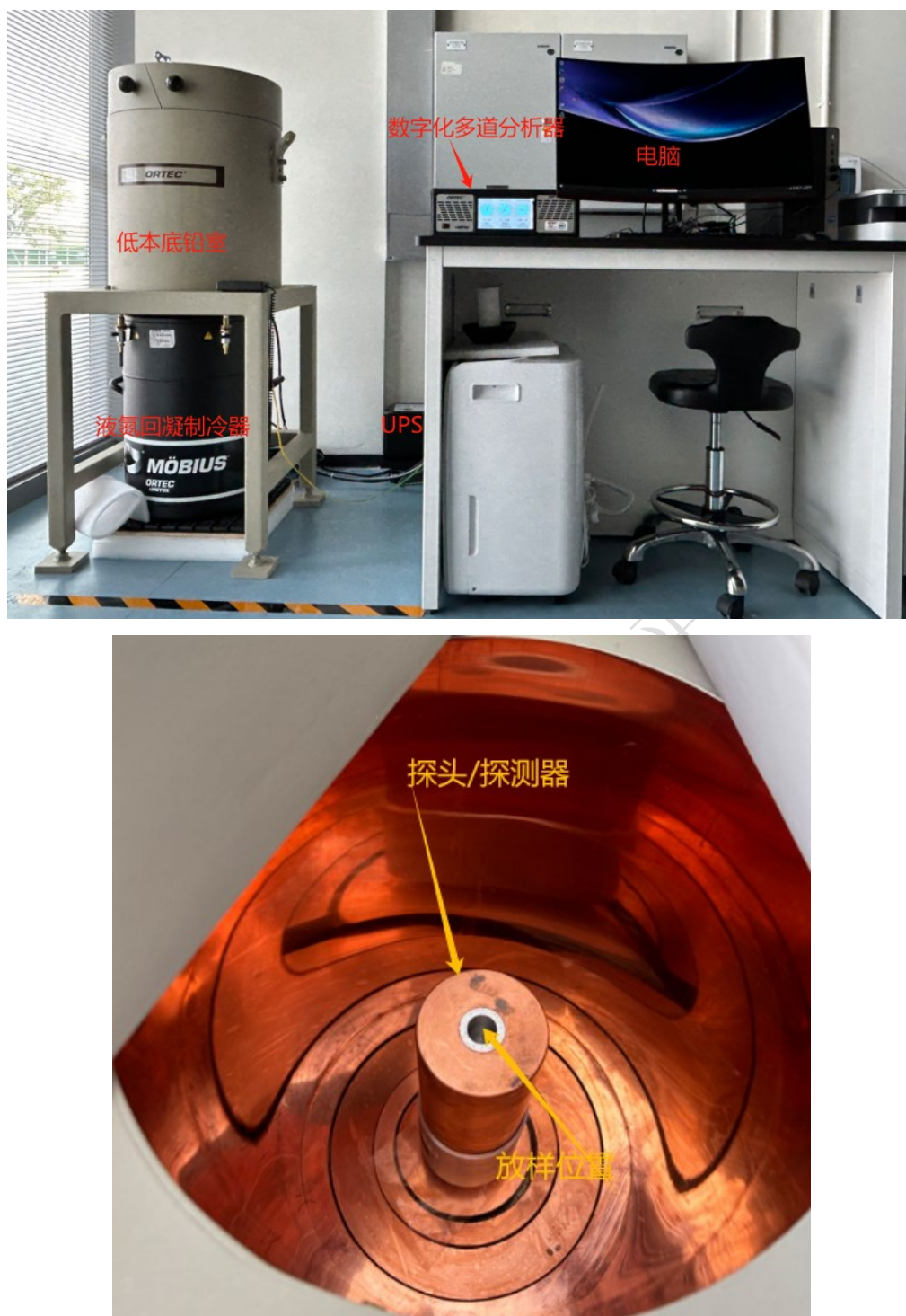


图 6-1 仪器组成

6.2. 实验室前准备

6.2.1. 放射源的准备

高纯锗谱仪都需要配置两种以上类型的放射源,即**能量刻度源**(一般为点源)和**效率刻度源**(根据实际工作中待测样品的类型决定,如测土壤等固体粉末则需要固体粉末源;测液体样品则需要液体源),实验室根据具体测试的核素选择对

应的放射源进行效率刻度。目前平台配备的发射源如下:

实验室放射源		用途
能量源	Co-60 点源	用于仪器校正: 能量标定, 用于校正, 一般半年校正一次
效率源	Cs-137 固体粉末源	用于样品测试: 用于效率刻度, 与样品基质有关
	Pb-210 固体粉末源	
	Th-232 固体粉末源	
	Ra-226 固体粉末源	

6.2.2. 样品准备

本设备主要用于地学、环境科学、环境放射性污染等放射性核素分析。

- (1) 容器: 4 ml 离心管 (应尽可能与效率源容器相同);
- (2) 沉积物、土壤样品: 样品研磨、过筛、烘干、称重, 并在离心管中压实, 盖紧盖子。准备样品应及时做好样品信息记录, **计算比活度 (Bq/g), 务必记录样品质量。**

注意: 海底地下水排放研究, 镭长半衰期同位素 Ra-226 的测量, 样品需经过 BaSO₄ 共沉积富集或者锰纤维马弗炉灰化处理。

补充说明: 样品溶液须过滤澄清, 严禁含有不可溶性颗粒或含有蛋白质、核酸、多糖等大分子; 样品溶液 pH 在 2-8 范围内, 生物样品、微生物培养液等样品, 必须经过去除蛋白质、脂类和多糖的操作, 然后用流动相溶解; 不得含有表面活性剂; 不得含有机或无机强酸强碱、三氟乙酸等。送样需说明样品保存条件、稳定性、溶解性、毒性、余样是否需要取回等信息。

重要提醒:

- 1) 送样人员必须对测试样品的合法性负责, 未注明合法性和物理化学性质的样品不予测试。如测试过程中发现样品含毒品类非法样品, 送样人将负法律责任。
- 2) 因送样溶液不符合要求而导致管道堵塞或对仪器造成损坏的, 根据情节严重程度进行通报批评、禁用或赔偿等处罚。

由于用户的样品问题导致仪器异常或配件更换, 所有责任将由用户及所在课题组或单位承担。

6.2.3. 仪器预检查

- 检查液氮回凝制冷器：检查液氮回凝制冷器工作情况是否正常：仪器可测试状态，PSIG 在 0.5-1 之间，回冷器液氮体积 (LN2) 应高于 70%，并如实将检查结果记录在附表一中。如任何一项不符合要求，需联系技术员；

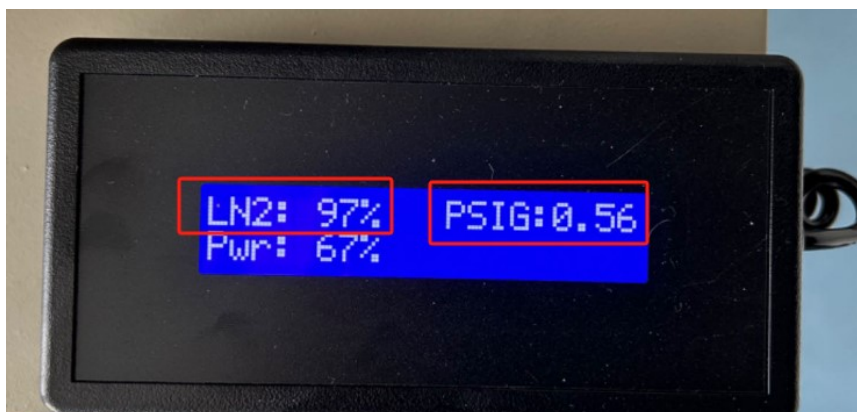


图 6-2 液氮回凝制冷器显示面板

- 缓慢开铅室门：如图 6-3,6-4，逆时针旋转铅室门顶部的金属锁扣，双手/单手将铅室门如图方向轻轻打开，然后握住黑色手柄向左右缓慢移动，放开打开铅室门；

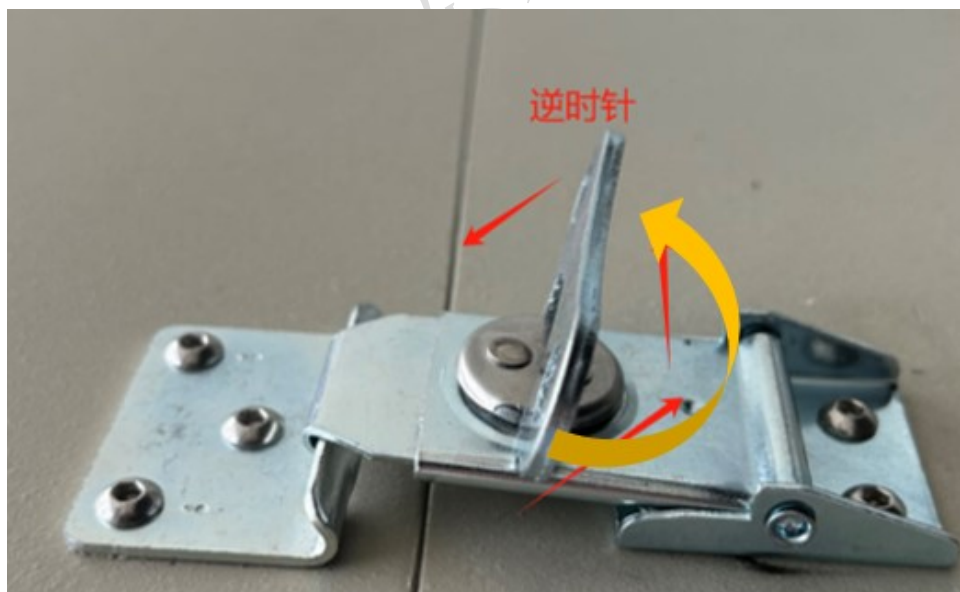


图 6-3 铅室门顶部的金属锁扣



图 6-4 铅室门开启操作图

- 检查高纯锗探测器：检查高纯锗探测器上是否存在液滴或结冰。若存在液滴或结冰现象则表明冷指的密封性存在问题，请及时联系技术员。如没有，可按以下操作测试样品。

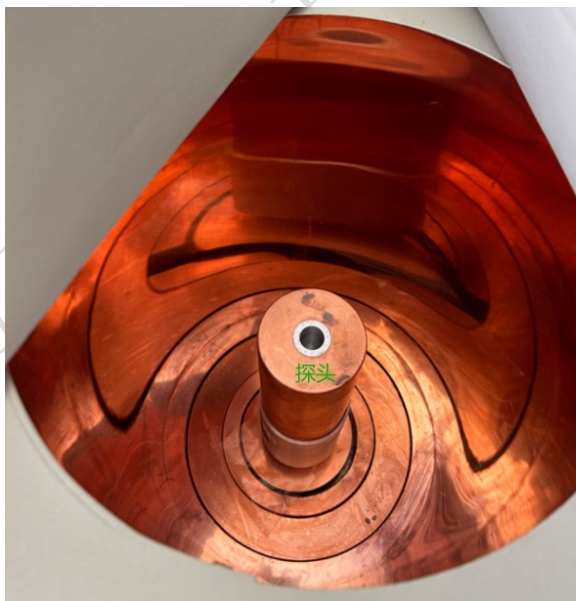


图 6-6 高纯锗探测器

6.3. 运行仪器

6.3.1. 基理系统登录

接入大仪网的仪器操作电脑均需要登录基理锁屏界面。

- (1) 如图 (a)，如界面显示“一卡通用户”，请在 Account 输入预约者的一卡通账

户, Password 栏输入相应的账户密码, 点击 Submit;

注意: 如账号或密码输入错误, 请按键盘 Delete 键进行删除, 再重新输入; 禁止点击 Cancel, 否则仪器会自行关闭。

(2) 如图 (b), 如界面显示“LIMS User”, Account 显示 Administrator, 请与相关老师联系。



图 6-7 基理登录窗口

6.3.2. 开机

在检查完液氮回凝制冷工作情况和确保仪器安装连接正常后, 打开数字化多道检测器:

注: 设备通常为待机状态, 不用打开。待机状态下, CRM 应小于 200。

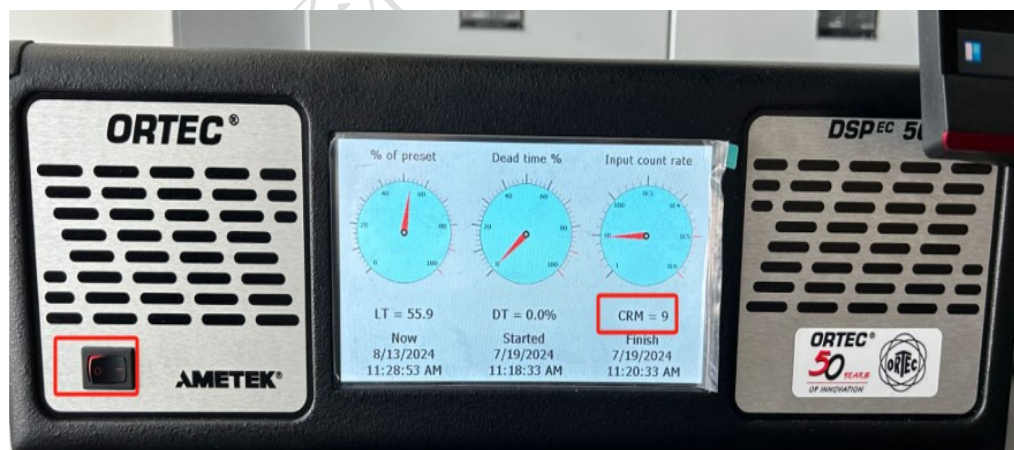


图 6-8 数字化多道分析器

6.3.3. 打开软件

点击电脑桌面 Maestro-PRO 图标, 双击打开 Maestro-PRO 软件, 等待软件初始化完成, 显示菜单栏和状态栏:



图 6-9 操作软件 Maestro-PRO

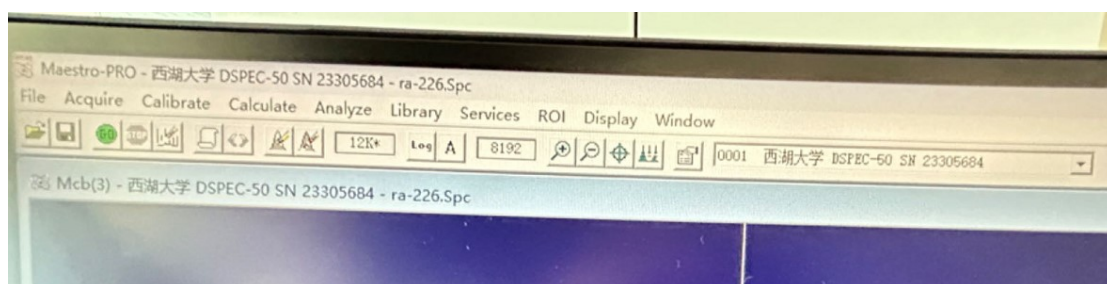


图 6-10 软件菜单显示

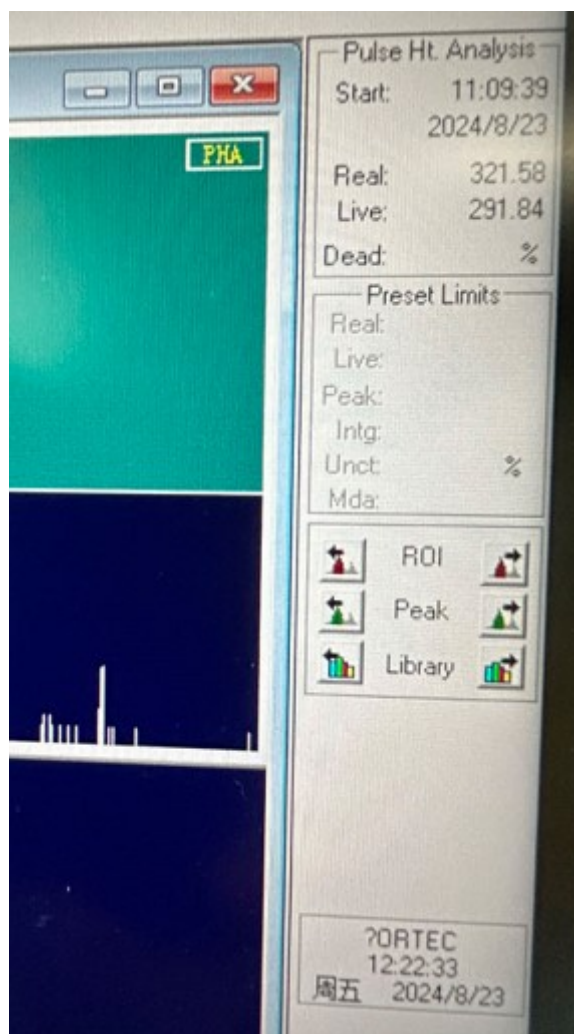
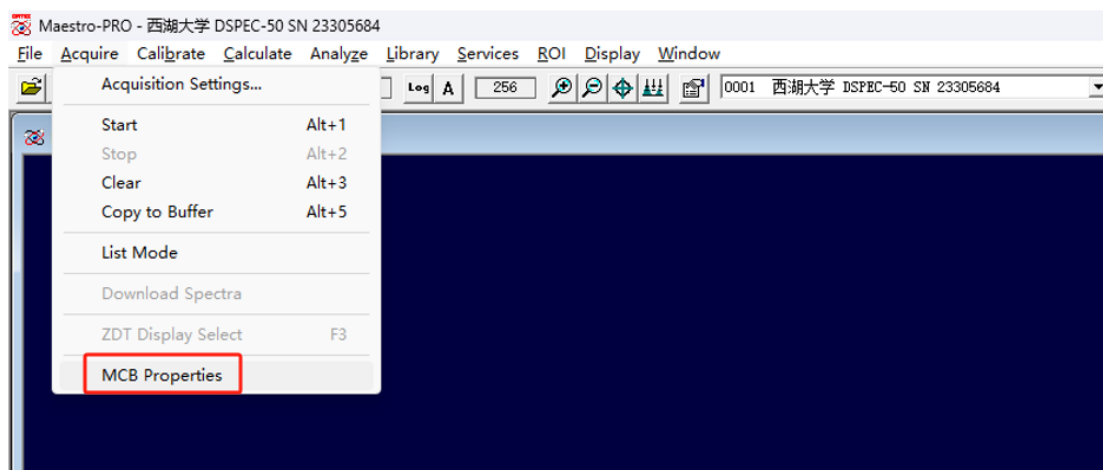


图 6-11 软件右侧谱图信息显示

6.3.4. 查看仪器状态

如图 6-12, 点击 Acquire (测量) ...MCB Properties...Status 查看仪器状态及相关电压是否正常。要求: 检测器状态 OK, Counter A 和 Counter B 均为 0, 其他三个电压的实际值与设定值一致。



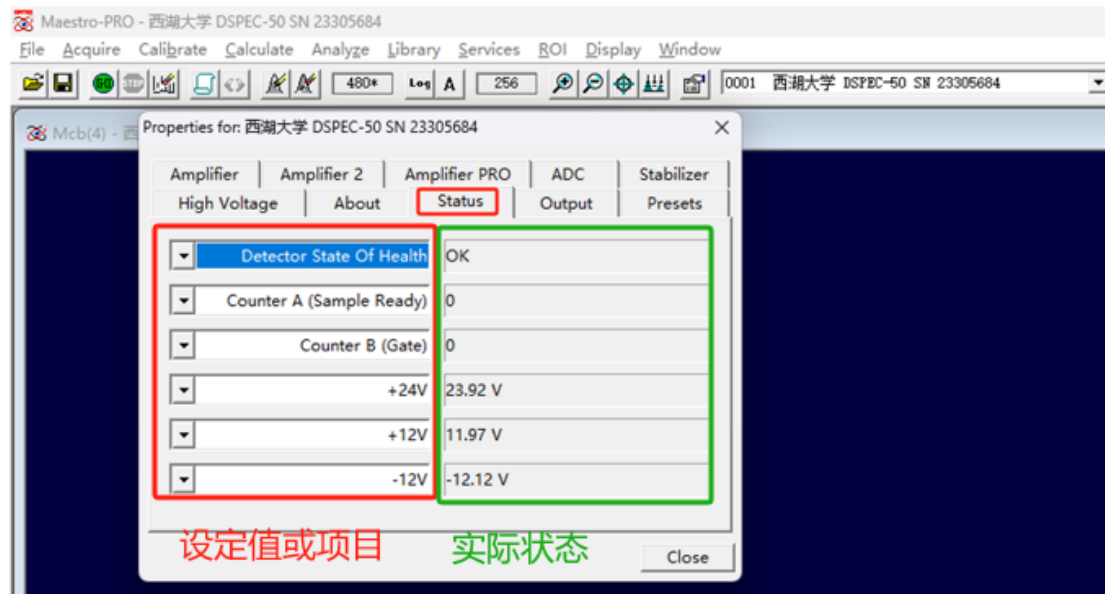


图 6-12 查看仪器状态

6.3.5. 加高电压值

点击 Acquire (测量) ...MCB Properties...High Voltage。按顺序进行以下操作

备注：按默认显示如下，常规用户使用通常可以不用处理。

- **第一次施加** Target 高压目标值：输入 500 V，点击 On，等 Actual 与 Target 数值一致，再增加 500V，点击 On。按 500 V/次分 5 次加到最高 2500 V，注意，数字每增加 500 V 后，按一次 On，应等待至实际值与设定值一致，才可继续增加，直至最大 2500 V 止。完成后，单击 Close，关闭窗口。

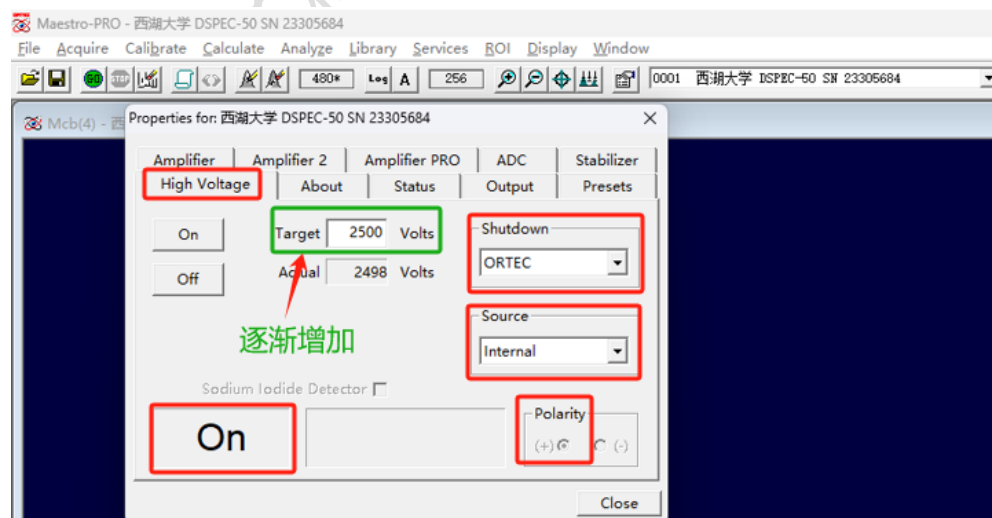


图 6-13 加高电压值

6.3.6. 样品测试与分析

- (1) 放置准备好的样品：打开铅室，将准备好的样品空白或者样品放置在

探头的放样位置，并轻轻关好样品室门并锁好。

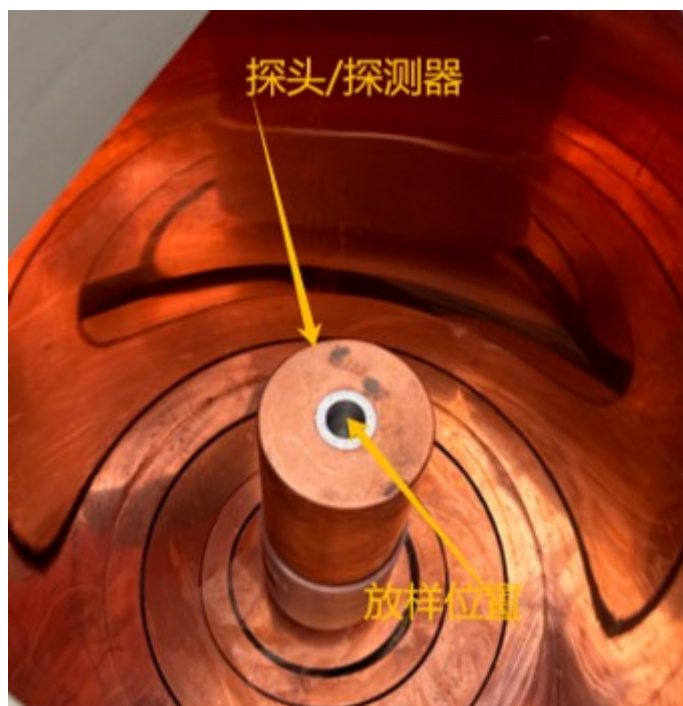
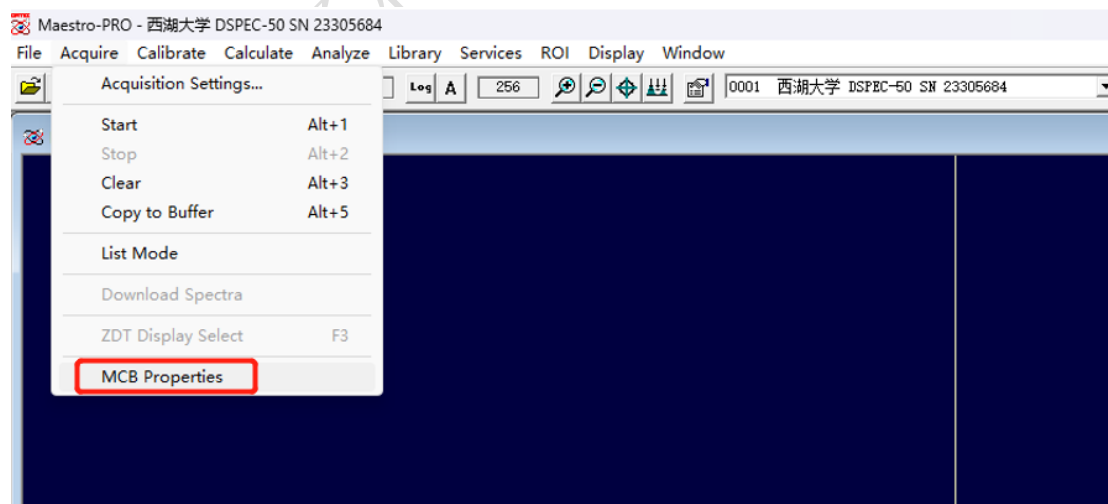


图 6-14 探头放样位置显示

(2) 设置采集时间并开始检测：如果需要设置采集时间，请点击 Acquire...MCB Properties...Presets 模块中 Live time 选项中设定合适的检测时间，单位是秒，如果要采集 1 天，即 86400 s，设定完成后点击 Close。点击 Acquire...Start，开始检测。



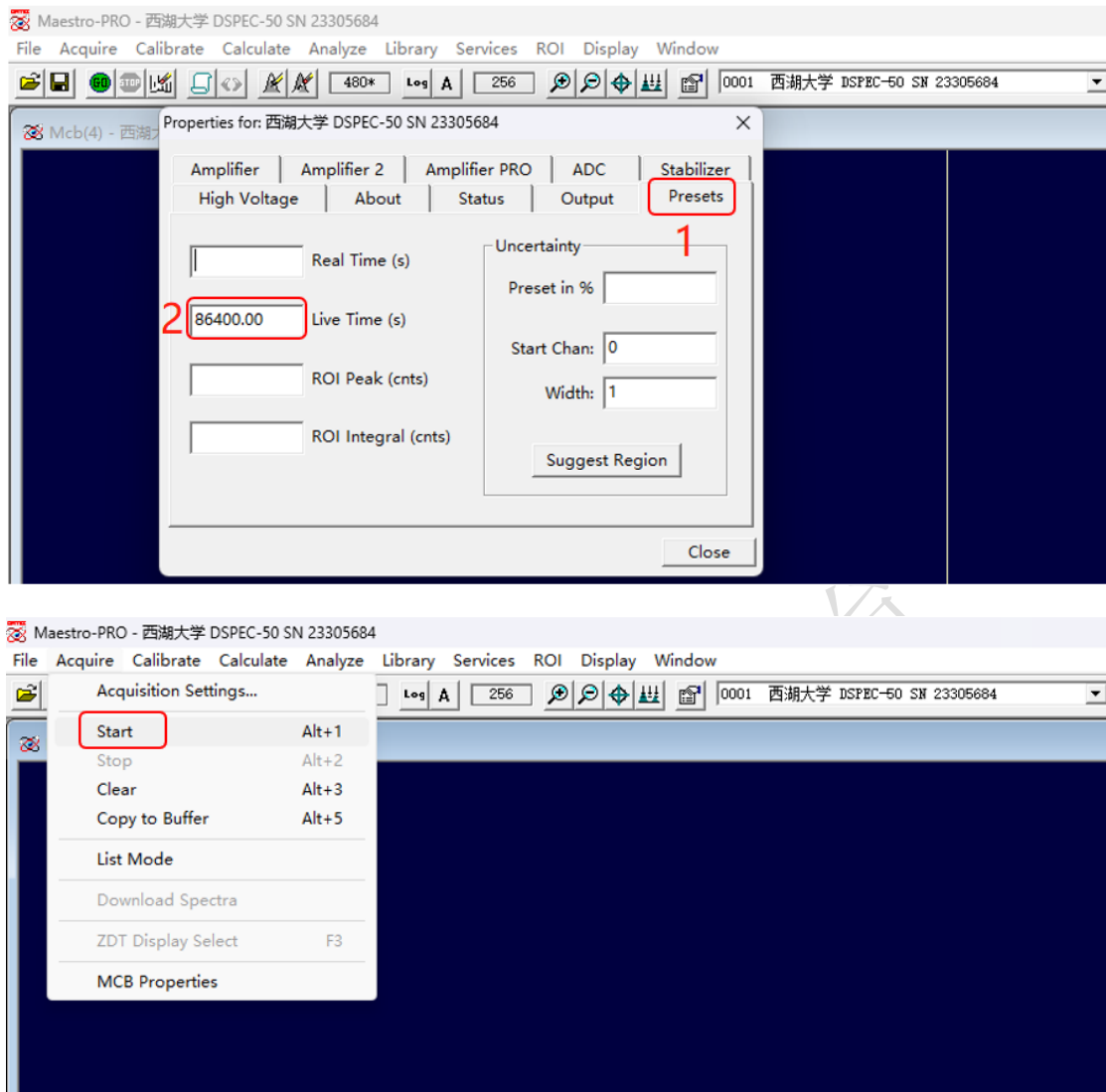


图 6-15 样品测试

6.3.7. 数据存储

待检测完成后，单击 File...Save as 可保存能谱数据。数据存储路径：D 盘-Gama-Ortec，选择到对应课题组的用户文件。

6.4. 数据分析

6.4.1 效率刻度源的数据确定

效率源使用有两种方式：

- (1) 根据效率源某天测试的测量计数率和总活度，基于出厂日期及测试日期、源的半衰期参数进行计算，详见附件二。一般建议用此种方式进行使用和实际样品的换算。

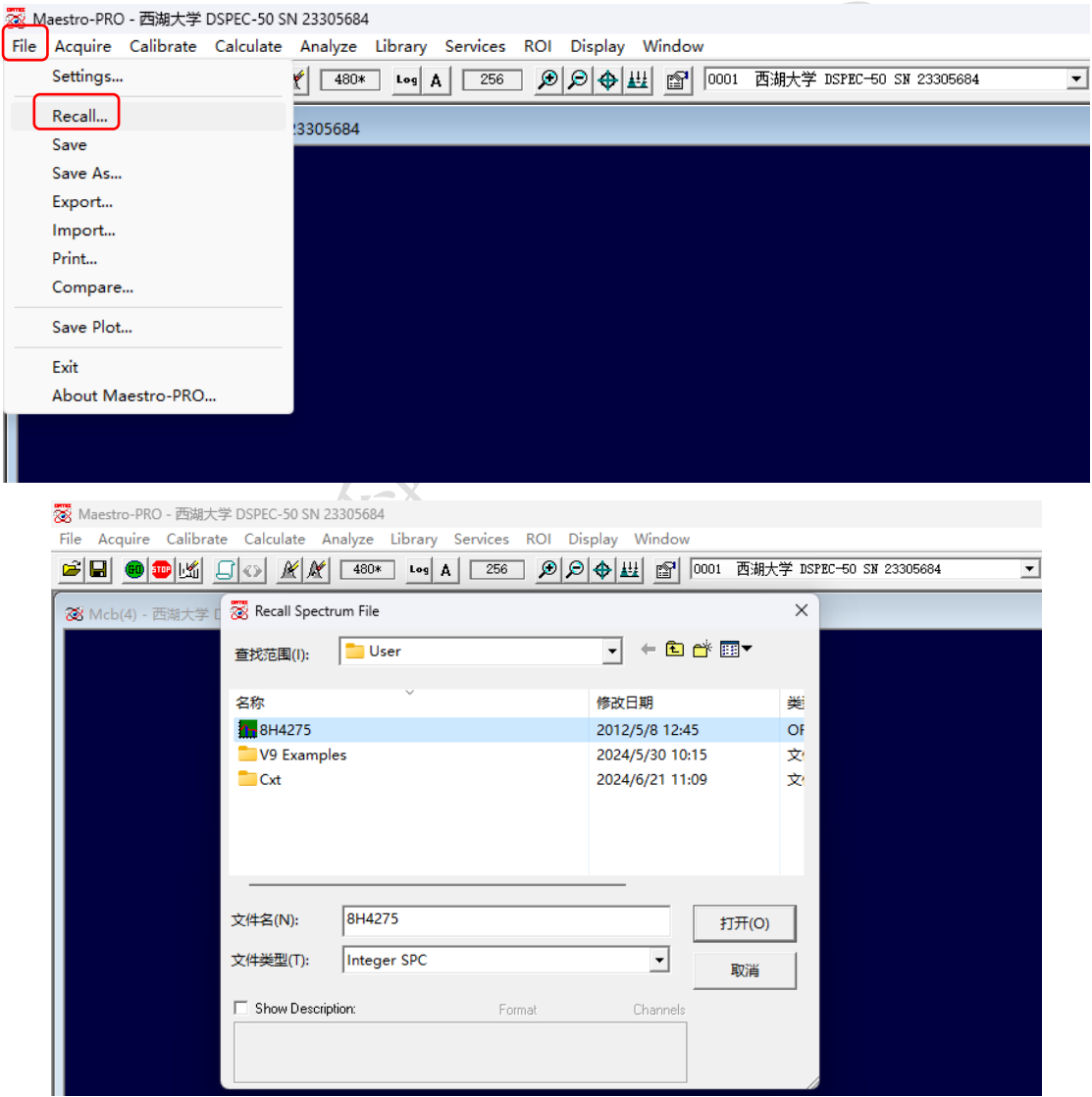
(2) 每次测试样品前进行效率源测试，获得该效率源的测量计数率，可参见附件三进行测试。

Cs-137效率源换算							
活度(Bq) (证书)	测量计数率(cps)	测量时活度 (公式计算)	测量时计算率 (公式计算)	半衰期(年)	分支比	刻度时间 (证书时间)	实验时间
963	76.23	957.3605902	76.23	30.07	85.10%	2024年5月22日	2024年8月23日
		955.4881353	76.08090546				2024年9月23日

图 6-17 样品分析

6.4.2 样品数据分析

单击 File...Recall，可调用已测并保存的文件，单击 Library...Select Peak，选择对应核素的全能峰，双击该全能峰，可查看相关信息。



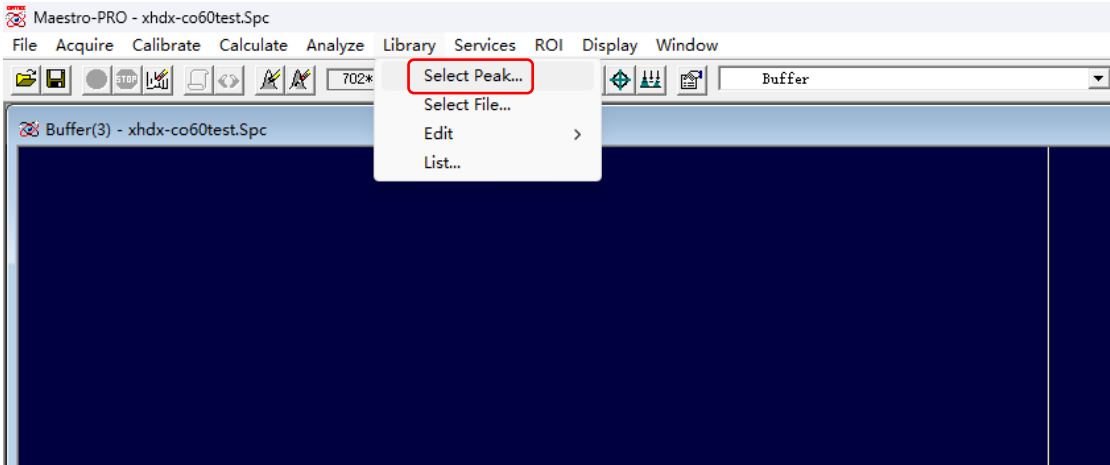


图 6-18 样品分析

记录样品 Net Count Rate 值，并参考 excel 表格，输入样品 cps 数值和效率源数据进行相关计算。

$$A_x = \text{NCR}_x * A_s / (\text{NCR}_s * m)$$

- A_x ——核素样品单位质量的活度（Bq/kg）；
- NCR_x ——样品测试 Net Count Rate 值（cps）；
- A_s ——效率刻度源证书上的活动（Bq）；
- NCR_s ——效率刻度源测试的 Net Count Rate 值（cps）；
- m ——样品的质量（Kg）

Cs-137效率源换算						
活度(Bq)(证书)	测量计数率(cps)	测量时活度(公式计算)	测量时计数率(公式计算)	半衰期(年)	分支比	刻度时间(证书时间)
963	76.23	957.3905902	76.23	30.07	85.10%	2024年5月22日
		955.4881353	76.08090546			2024年9月23日

实际样品测试结果换算						
		测试时活度Bq(总射线)	测量计数率cps(固定值)	质量g	比活度Bq/g	效率计算
Cs-137	标准源	955.49	76.08090546	10	95.54881353	0.093676671
	样品	627.94	50	9.5	66.09917287	
Cs-137	energy	661	分支比			
		85%				

1Bq=1cps

Cs-137	0.092969275
--------	-------------

图 6-19 样品分析

6.5. 结束实验操作

- (1) 如实进行实验登记;
- (2) 取出样品, 并收拾实验桌;
- (3) 如遇放假或长期不使用, 需关闭高压。具体操作如下: 单击 Acquire...MCB Properties, 选中 High Voltage 模块, 点击 off, 关闭电压, 待 Actual 下降到 0, 点击 Close, 退出软件。

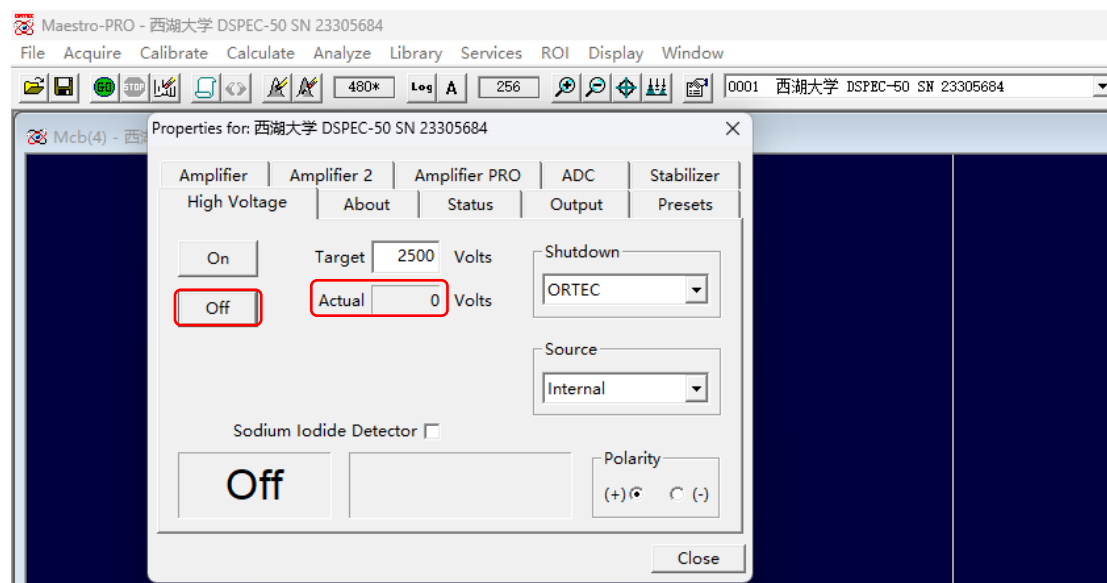


图 6-20 关闭高压

7. 相关/支撑性文件

Q/WU FLHR001 文件编写规范

8. 记录

井型高纯锗伽玛能谱仪 (ORTEC GWL-120-15-LB-AWT) 使用记录。

附件一 能量刻度标定

注意：本操作一般用于设备验收或者仪器设备性能检查，由设备管理员或者工程师完成。常规用户测样时不需要进行能量刻度标定。

Step1. 能量刻度

- (1) 放置刻度源：打开铅室，将能量刻度源放置如图 1 放置在探头测上，并关好铅室门；

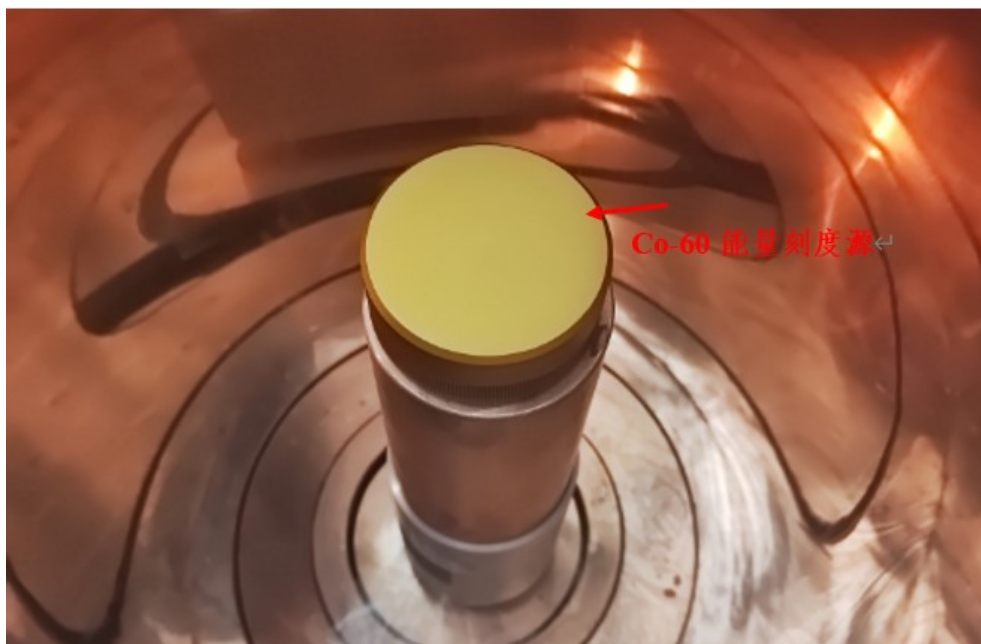


图 1 能量刻度源

- (2) 收集能谱：单击 Acquire...Start, 开始收集能谱。

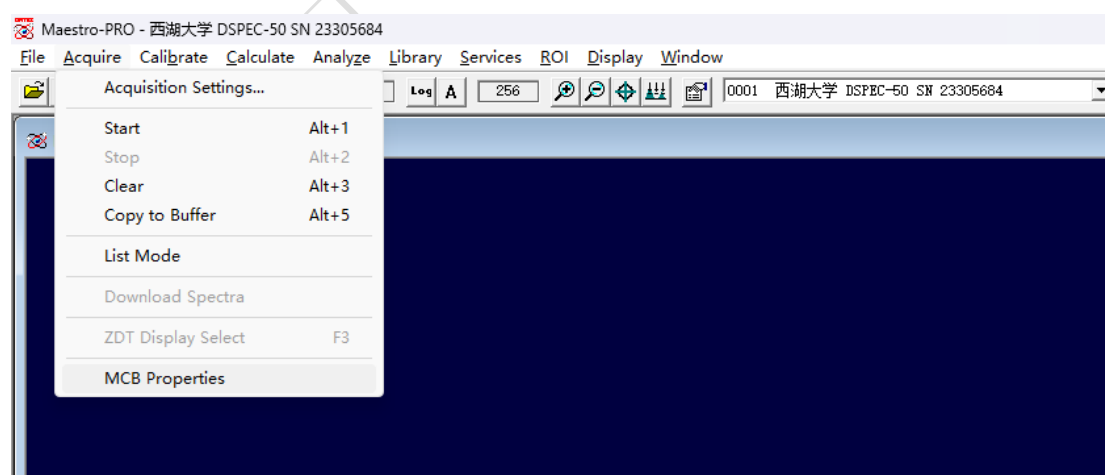


图 2 能谱收集

- (3) 调节观察参数：开始收集能谱后，点击 Acquire-MCB Properties-Amplifier 中调节 Gain 中 Fine 和 Coarse 的值调节放大倍数，使能谱峰位置达到实验要

求。

注意:

- 放大倍数设置: $\text{Gain} = \text{Fine} \times \text{Coarse}$; 放大倍数的调节关系到量程的变化, 通常将量程调节至 2 MeV 即可满足大多应用;
- Baseline Restore (基线自动恢复): 一般选择 Auto 即可, 若样品活度很高(毫居量级或更高), 可以选择 Fast; 若样品活度非常低(几十到几百 Bq), 可选择 Slow;
- Preamplifier Type: Resistor Feedback.
- Input Polarity: 输入信号的极性根据探测器的类型而定, 本仪器选择正。

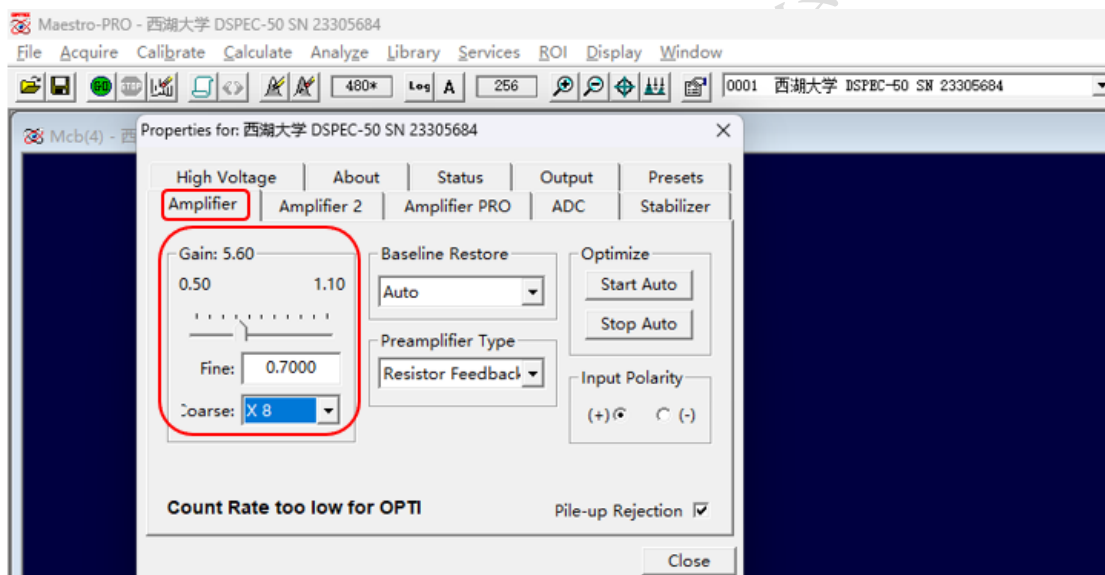


图 3 参数显示

- (4) 重新采集及图谱保存: 参数调节之后, 待设备稳定后, 单击 Acquire...Clear, 重新收集能谱, 待全能谱峰中心道数的 Gross Area (如图) 在 10000 以上时 (右侧状态栏显示), 单击 Acquire...Stop 停止测量, 单击 File...Save as 可保存能谱 (增加保存路径, 及命名方式)。

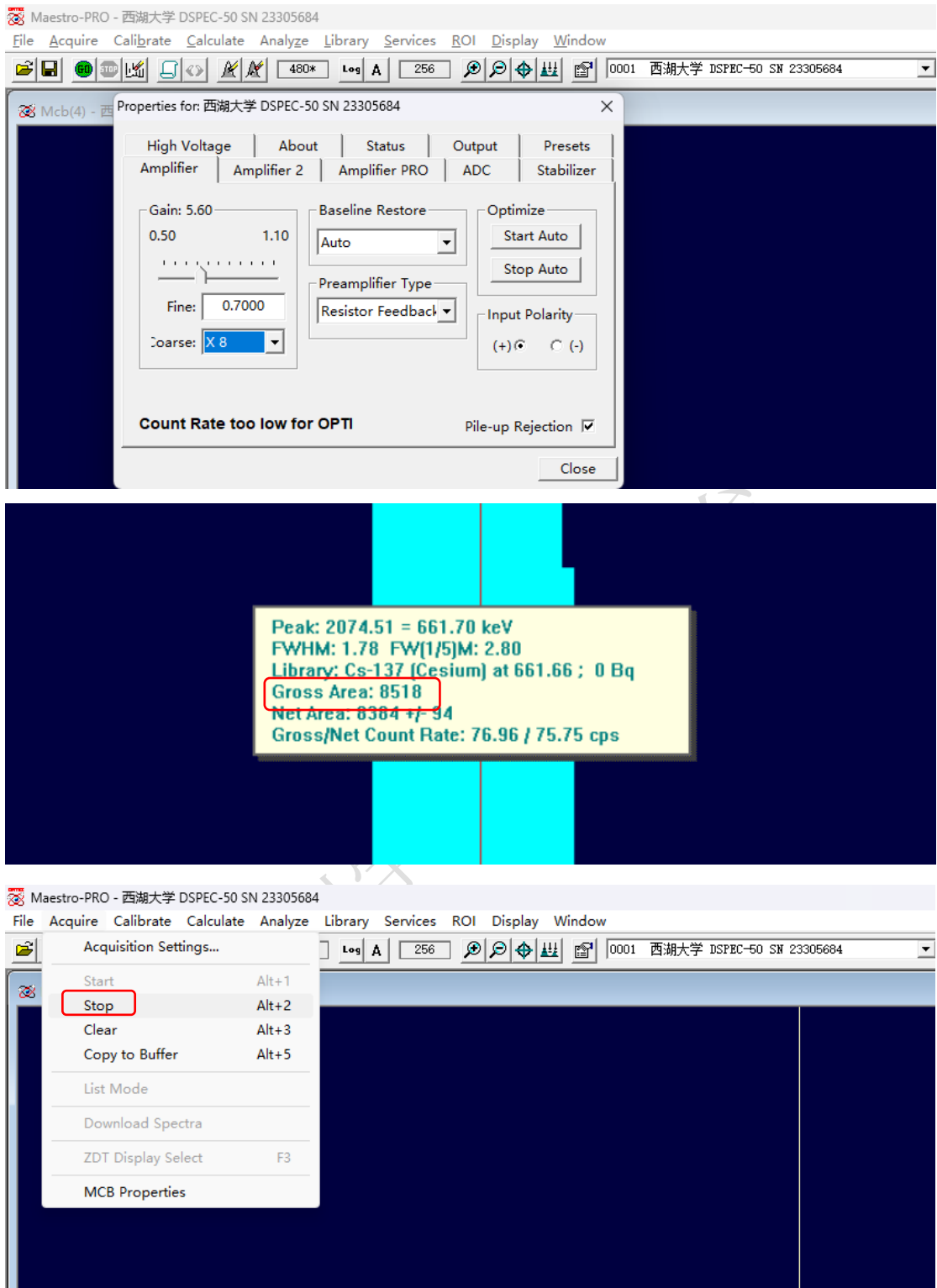


图 4 调整参数

- (5) 标记全能峰，设置能量刻度曲线：将鼠标移动到全能峰中心道址，单击 ROI...Mark Peak, 标记感兴趣区。如刻度源有多个能量的峰，则重复此步骤。将鼠标移到某个已标记的全能峰，单击 Calibrate...Energy, 在弹出的对话框

中 E=填入峰能量。Fit 项注意选择 Energy。单击 Enter 即生成能量刻度曲线。

重复此步骤直到所有的感兴趣峰都输入到刻度曲线中。能量刻度完成。

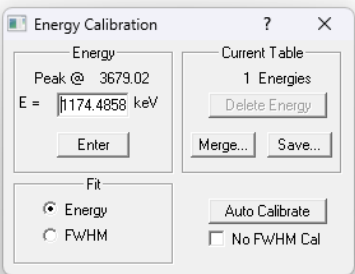
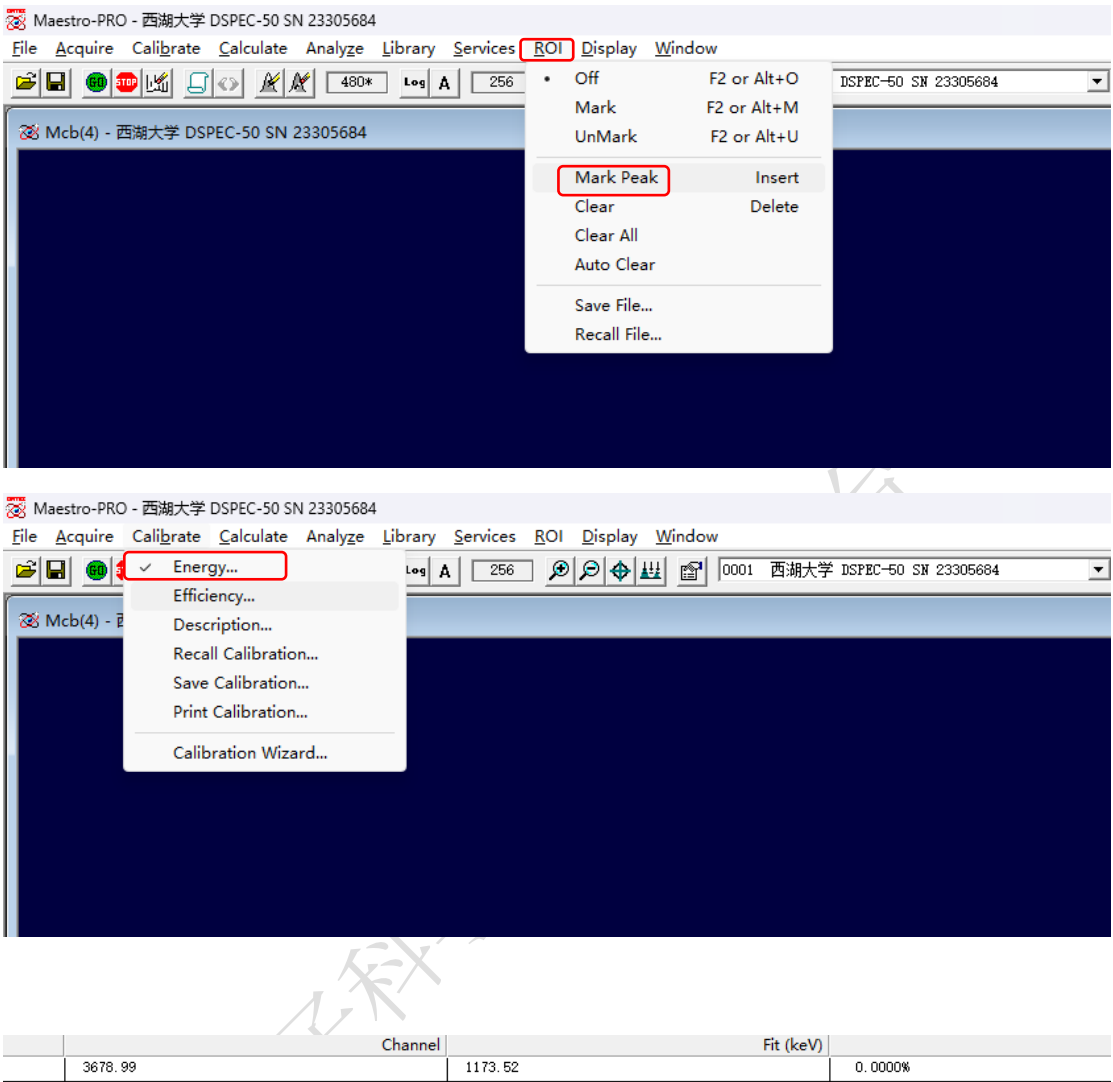


图 5 能量刻度

Step2 核素库选择

(1) 调用核素库：单击 Library...Select File..., 在弹出的对话框内找到所需的核

内部文件，请勿随意转发、打印或复印

素库，单击 Open 即可调用。

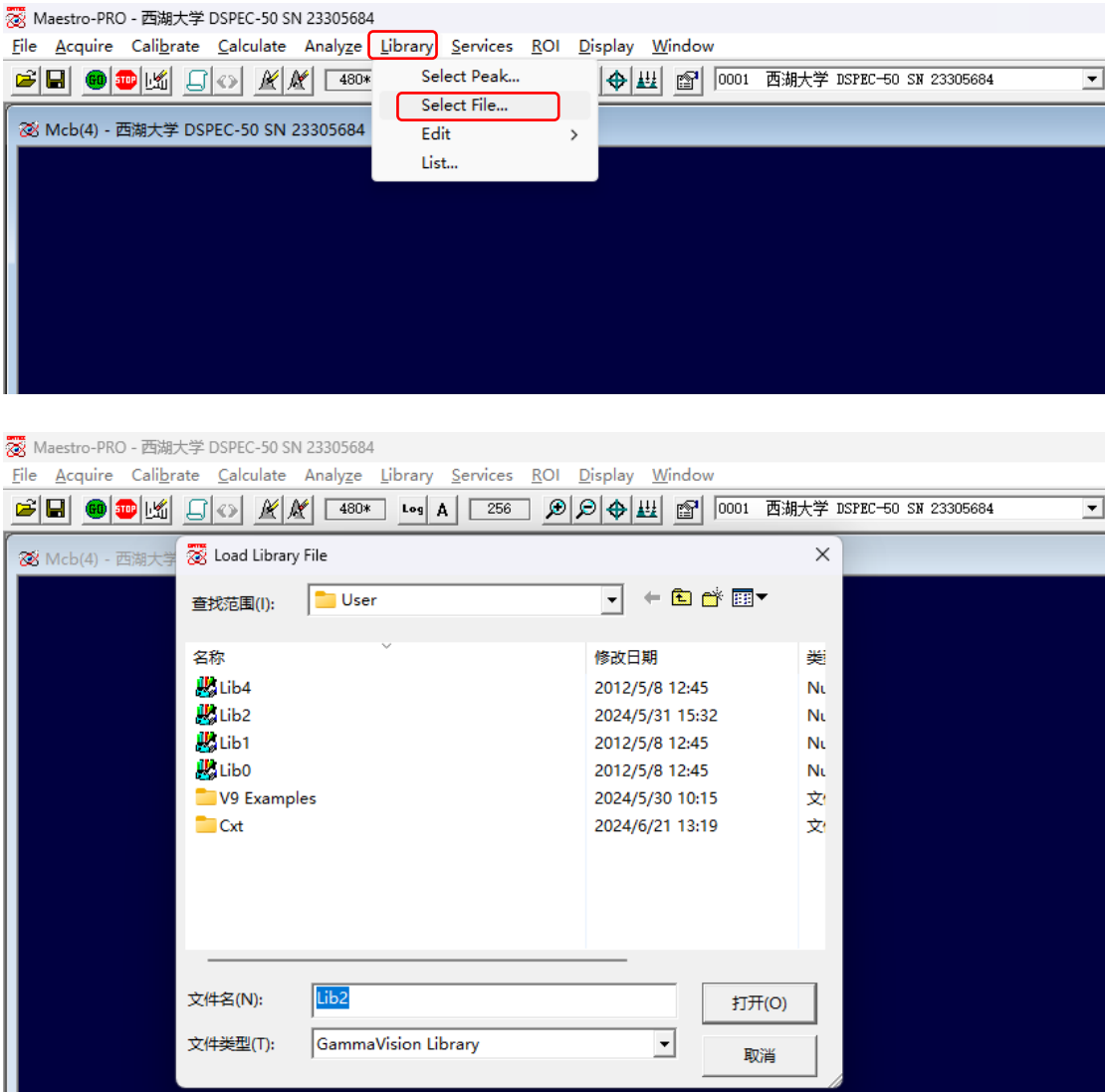


图 6 核素库选择

(2) 编辑核素库：单击 Library...Edit...Gamma Vision Editor，查看所选择的核素库,通过添加对应核素的特征能谱来编辑核素库，编辑完成后点击 ，再点击 Save Library As 进行保存；

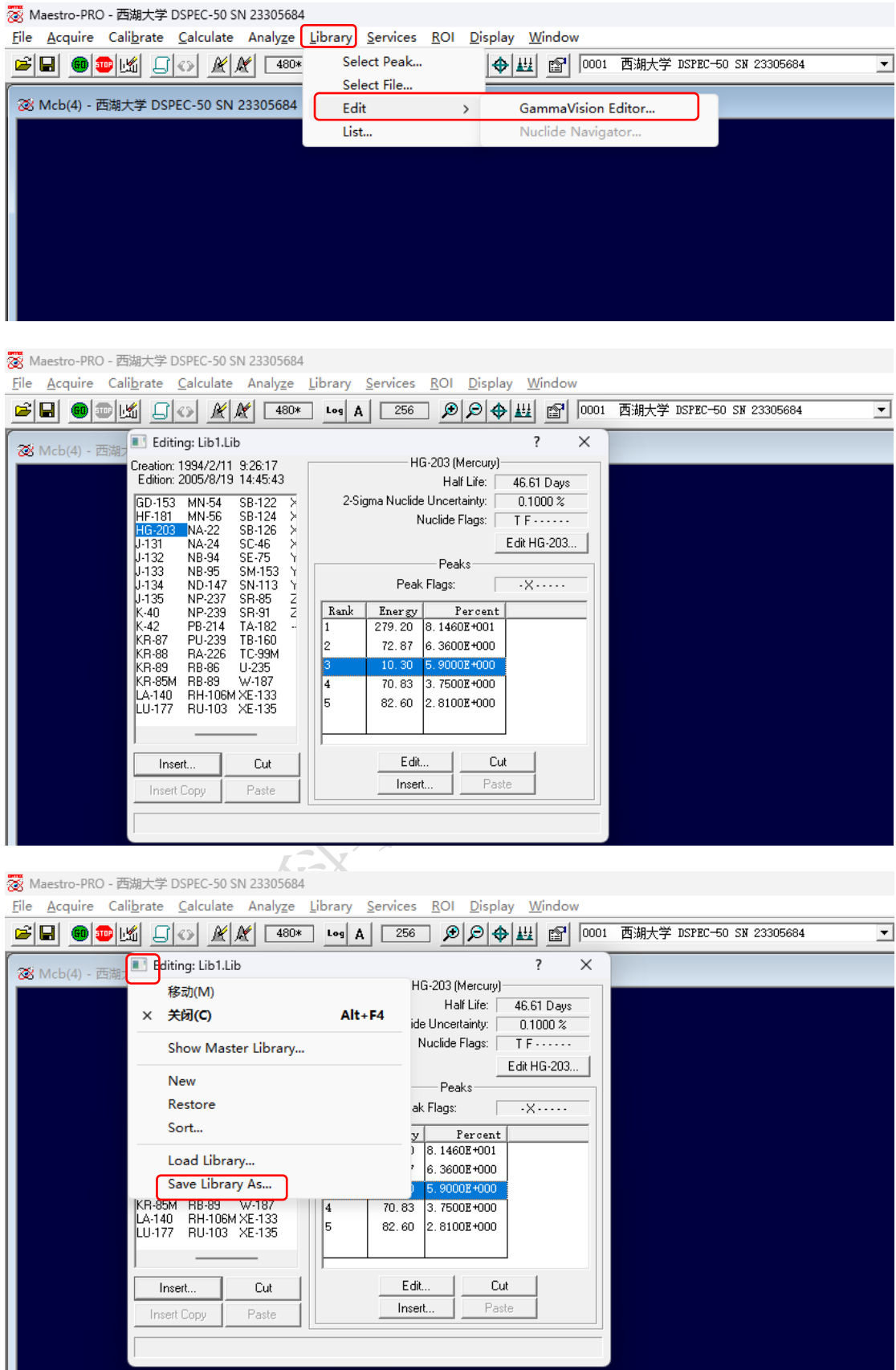


图 7 核素库编辑

附件二 效率源测试

(1) 放置刻度源：打开铅室，将对应的效率刻度源放置在适当位置，如下图所示：



图 8 效率刻度源

(2) 收集能谱：单击 Acquire→Start，开始收集能谱；

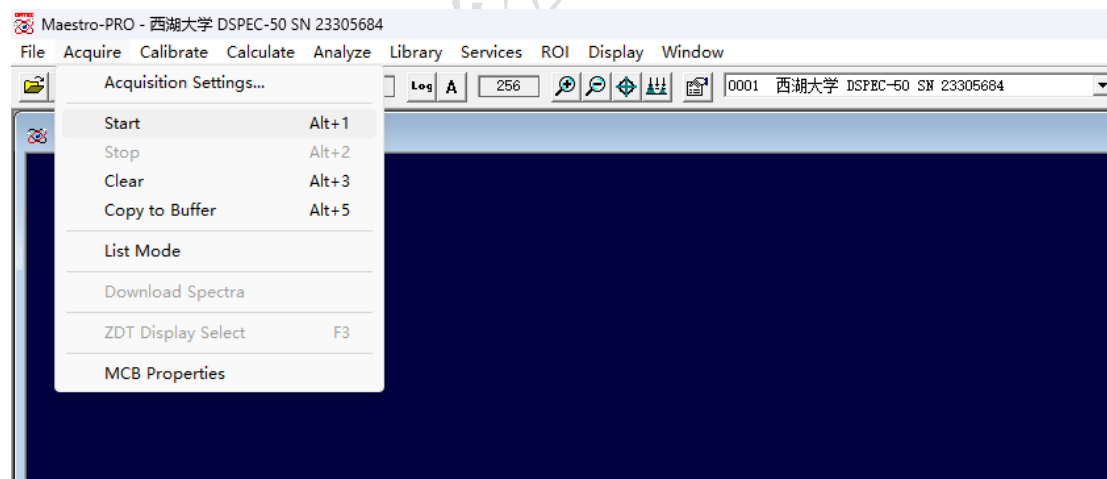
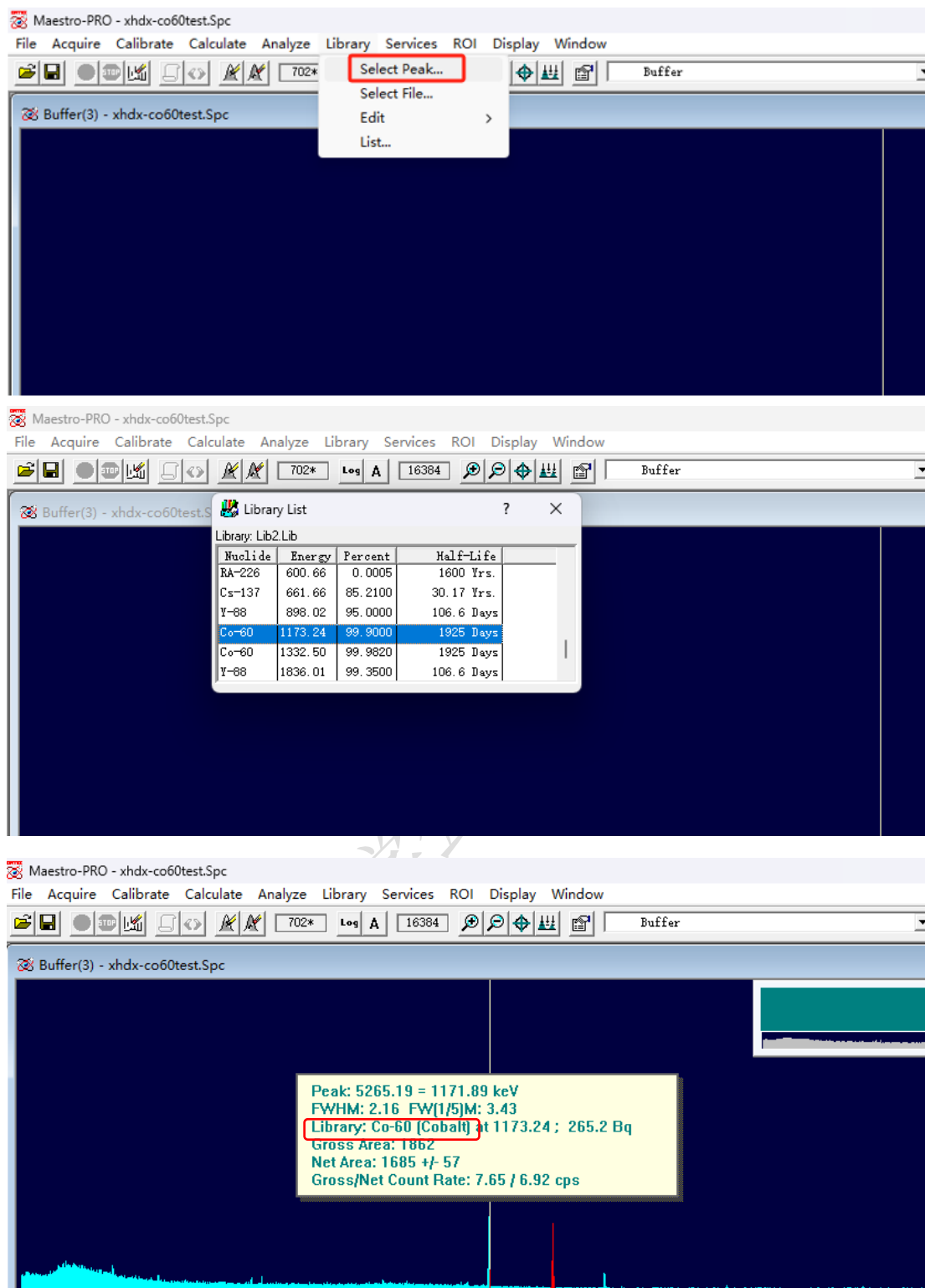


图 9 操作软件 Maestro-PRO

(3) 选择对应核素的全能峰：单击 Library...Select Peak，选择对应核素的全能峰，光标将自动选中对应核素的全能峰，双击该全能峰，可查看相关信息。待全能峰中心道数的 Gross Area（如图）在 10000 以上时单击 Acquire...Stop 停止测量，单击 File...Save as 可保存能谱。



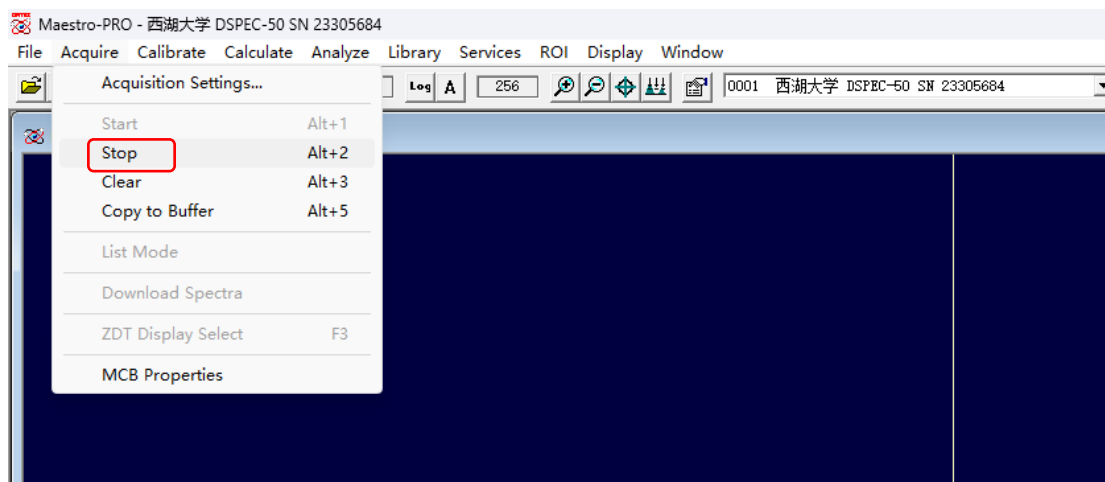
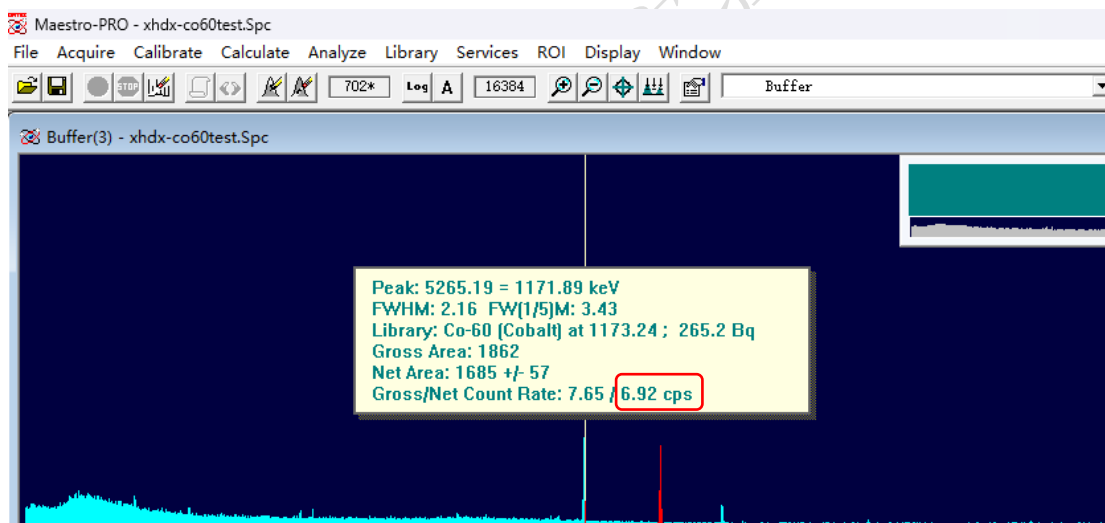


图 10 效率刻度

(4) 计算效率值：双击所检测核素的全能峰，从信息上记录 Net Count Rate 值，从核对该效率刻度源的证书，使用 Net Count Rate/证书上放射源的活度值，即为测量核素的效率。



基 本 信 息

名 称：钴-60 点源

规格：Φ32mm×3.0mm

所含核素：⁶⁰Co

半 衰 期：5.271(8)y

量 值

核素	编号	活度(Bq)	相对扩展不 确定度 U_{rel} ($k=2$)	参考日期	定值方法
⁶⁰ Co	Co240426	7.371E+03	2.8%	2024-04-25	HPGe γ 谱 仪法

图 11 点对点核素效率计算

附件三 液氮的充装

仪器维护：滤网通常 3 个月清洗更换一次，具体视实验室条件而定；要留意液氮回凝制冷器显示器 LN2 的值不要小于 60%，PSIG 不要大于 1.0。

当液氮临近 70%，仪器管理员应给液氮回冷装置添加液氮，本部分由技术员处理。

操作过程中应穿好实验服、戴护目镜、佩戴防护手套，做好自身安全防护,提前与平台磁共振实验室老师沟通需要使用液氮约 20 L。

***打开液氮罐之前必须先开泄压阀，已免上次充装后剩余液氮气化，罐子内部正压导致操作人员受伤。

***充装液氮过程中，禁止移动塑料软管。

Step 1. 液氮回凝制冷器控制面板显示液氮临近 70%，应补充液氮。首先在软件设置里单击 Acquire...MCB Properties，选中 High Voltage 模块，点击 Off，关闭电压，待 Actual 下降到 0，点击 Close，退出软件。关闭液氮回凝制冷器电源。

Step2. 向 MVE LAB50 的液氮罐中，注入 20 L 液氮（具体请与磁共振老师沟通）

Step3. 安装好自增压装置：液氮罐转移到 127 后，按图先上锁，将盖子与液氮罐锁在一起；打开放气阀，并拧紧液氮罐的盖子；

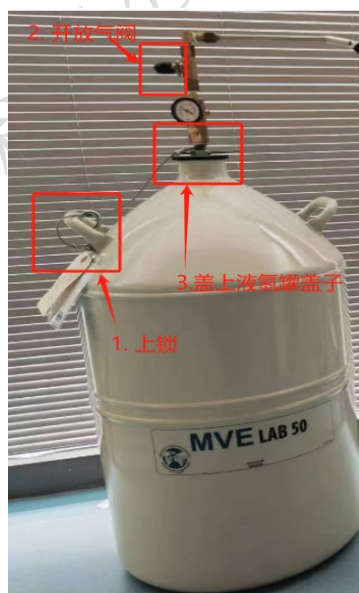


图 12

Step4. 确认盖子盖紧后，关闭图 12 中的放气阀。用软管连接液氮回凝制冷器的其中一个液氮充装阀门；



图 13 液氮充装连接

Step5. 待自增压装置压力升至 30 KPa, 打开液氮回凝制冷器的两个液氮充装阀门（两个都阀门都必须打开），打开自增压装置阀门开始充装液氮，如图 14，为防止 MOBIUS 外层被溢出的液氮冻坏，请提前在两个阀门出夹泡沫板进行隔开保护；



图 14 充装液氮

Step6. 打开液氮罐阀门, 开始充液氮, 充装过程中可偶尔打开液氮回凝制冷器控制面板, 查看液氮含量。当液氮回凝制冷器的另一侧液氮充装口喷出液氮时, 表明液氮充满。此时关闭两个液氮充装阀门和自增压装置阀门。

注意: 自增压装置和 MOBIUS 之间的链接软管, 必须等充装液氮的软管回温后再拆除, 否则管道容易碎裂。

充装液氮过程中, 也禁止移动管路。



图 15 液氮回凝制冷器阀门关闭

Step7. 打开液氮回凝制冷器控制面板电源开关, 查看 LN2 以及 PSIG 值, LN2 值需大于 80%, PSIG 大于 0.5 (一般在 0.5 附近);

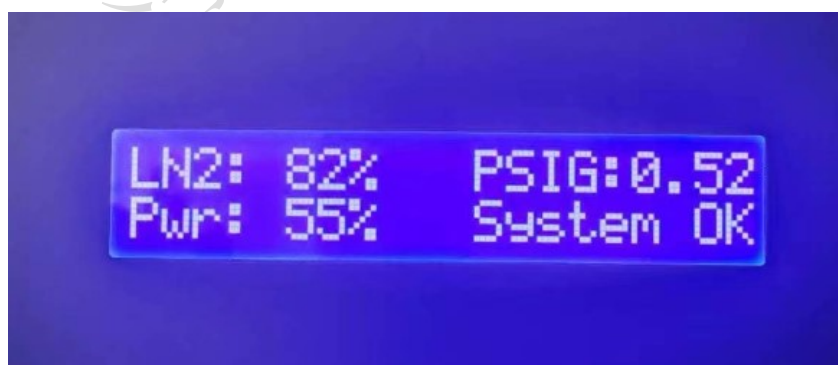


图 16 液氮回凝制冷器显示面板

附表一 井型高纯锗伽玛能谱仪使用记录表

井型高纯锗伽玛能谱仪（ORTEC GWL-120-15-LB-AWT）使用记录									
日期	使用人	导师	实验内容	检测方式		仪器状态		机时 (起止时间)	备注 (设备异常或其他补充)
				送样	自主	使用前	使用后		
2023.10.11	XXX	XXX	土壤，Pb210		√	正常	正常	14:10 - 16:00	

请注意：使用前先检查谱仪状况，一切正常方可操作；一旦开始实验，默认为使用前谱仪状况良好；使用过程中出现故障须立即联系技术员；测试后请及时取回样品。

内部文件，请勿随意转发、打印或复印

附表二 伽玛谱仪液氮回冷登记表

[illegible]