



LabICP 1000 电感耦合等离子体发射光谱仪

产品说明书

版本：V1.0



北京莱伯泰科仪器股份有限公司

目录

一. 概述	5
二. 安装	5
2.1 安装前准备	5
2.2 安装及检查	7
三. 调试	10
3.1 定位零级光谱	10
3.2 调节炬焰位置	10
3.3 调节氩气流量	11
3.4 调节射频功率	11
四. 部件及技术指标	11
4.1 宽调谐射频光源	11
4.2 耦合线圈	11
4.3 进样系统	12
4.4 光谱仪	12
4.5 检测器	14
4.6 Hi ICP 软件	14
五. 维护与修理	26
5.1 日常使用与维护	26
5.2 故障与排除	28

前言

感谢您购买本产品。

本手册描述了本产品的使用方法、基本构造、原理等内容，请仔细阅读本手册。

阅读后请妥善保管本手册，以备今后查阅。

重要事项

请在完全阅读本手册后使用本产品

为确保安全，请仔细阅读并理解“安全操作须知”

如需安装、移动及维修本产品，请联系本公司客户服务部分

声明

本手册内容力求准确，如有错误或遗漏，敬请谅解。

受供应、技术改进等方面的影响，手册中的内容可能会与实际产品不符，如需最新版本的手册，请联系本公司客户服务部门。

本手册版权归本公司所有，未经书面许可，不得转载、复制本手册的部分或全部内容。

安全操作须知

本手册中的要求及声明适用于 LabICP1000 型电感耦合等离子体发射光谱仪。

本产品的操作涉及压缩气体、高电压射频电流和危险化学物质，操作过程中需遵守相应的实验室安全规范及当地法律法规的要求，未经本公司培训的人员请勿操作本仪器。

本产品的外壳及安全装置旨在防止任何潜在的意外，擅自拆卸和改装可能会破坏安全防护措施，仪器提供的保护功能可能会失效。

请严格按照安装要求进行摆放。

等离子体

等离子体的温度极高 (~10000°C)，并且会辐射强烈的紫外线和射频信号，可能会造成人



体皮肤损伤或视力损害。直接接触等离子体会造成严重的皮肤灼伤和高压电击。

等离子体熄灭后，炬管温度仍会保持高温约 5 分钟。在炬管充分冷却之前，请勿触碰炬管。

等离子体会产生热量、臭氧、有害蒸汽，因此排风系统必须始终工作正常。废气应按安全及法规要求进行排放，切勿排放到实验室或建筑物内。应定期检查排风系统，确保排风功能正常。

压缩气体

本产品工作需使用氩气，通常氩气保存在压力容器中，请严格按照安全规范要求使用气瓶。一般来说，气瓶必须竖直放置和使用，并牢靠固定在墙壁等承力结构上，同时需远离热源。

氩气泄漏到室内会造成窒息，因此氩气瓶存放和使用环境必须充分通风，防止气体积累。

如果使用液态氩气供应，请穿着防护服并佩戴保护手套，防止冻伤。

电气危险

本产品内部具有高电压、高功率射频电气信号，直接接触会造成严重人体伤害，因此，请勿自行接触本产品。

务必将本产品接地桩连接到可靠的接地点，这对于仪器正常工作和人身安全非常重要。

化学品

本产品会涉及酸、有机溶剂等化学品，使用时应按照 MSDS 及本地法律法规的要求进行操作。

其他

炬管、雾化器、雾室等为石英部件，操作时应格外小心，以避免玻璃破裂造成人身伤害。尤其在将雾化器插入雾化器或拆卸、安装炬管时，请格外小心操作。

本产品质量约为 200kg，请务必使用合适的机械进行搬运。

本产品只能使用本公司提供的备件。

一. 概述

LabICP 1000 (ICP-OES) 是由莱伯泰科倾力打造开发的新一代顺序扫描恒定高分辨率型电感耦合等离子体发射光谱仪，主要用于检测微量及痕量稀土及其他元素的定性、半定量和定量分析，也广泛用于检测冶金、地质、新能源、环境、食品、核燃料等各类样品中主量、微量及痕量元素的定性、半定量和定量分析，具有极佳的检出限和稳定性。向导式的操作软件兼具效率、易用性和数据完整性支持功能，可全面满足实验室、企业、研究人员等各类用户的需求。

等离子体 (Plasma) 一般指气体分子或者原子在高温状态下充分电离所形成的物质。ICP-OES 使用射频发生器将能量通过电感线圈耦合到炬管位置，进而产生了高频电磁场将氩气电离并产生可自持的等离子体。样品由载气带入等离子体中后，受到高温、离子碰撞等因素的激发，外层电子发生跃迁，进而释放特定波长的光线。通过测量这些原子谱线的波长、强度，即可实现样品成分及含量的精确分析。

二. 安装

2.1 安装前准备

2.1.1 环境要求

温度： $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

湿度： $\leq 65\% \text{ (RH)}$

室内应配备空调及除湿机。环境应清洁、干净、无灰尘及腐蚀性气体，不应有明显的振动。仪器应远离热源、辐射源及大功率用电设备，避免阳光直射及空调直吹。

2.1.2 供电

主机： $220\text{V} \pm 22\text{V}, 50\text{Hz}, 4\text{kVA}$

2.1.3 实验室

仪器占地面积约 $10\text{~}15\text{m}^2$ 。

供电电源应使用 6 平方以上电缆，避免与大功率设备同相。主机应配备 40A 空气开关，冷却水循环机应配备 20A 空气开关。

为了保证仪器安全稳定工作，仪器必须单独接地，用 \geq 长 300mm \times 宽 300mm \times 厚 3mm 的紫铜板埋在地下 1.5 米深处，并用宽 30mm \times 厚 0.5mm 的紫铜带焊接相连，紫铜带（或 φ 6 \sim φ 8 紫铜管）接到仪器室内与仪器接地线相连。紫铜板处回填土加 1kg 以上食盐并加入适量水拌匀，使接地电阻 $<4\Omega$ 。

2.1.4 排风

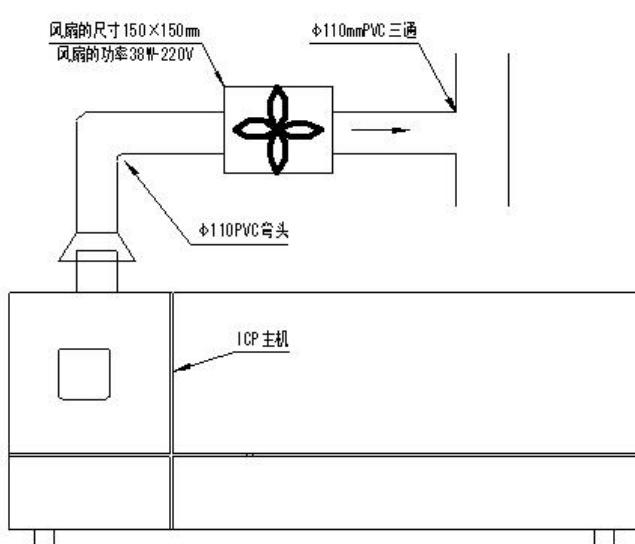


图 1 排风示意图

使用 ICP 进行分析测试时，排出的气体主要是电离氩气，但也有部分金属蒸气和生成的多种气态物质，因此 ICP 进样系统上方应安装排风设备。抽风口应装置在主机 ICP 等离子体质谱上方，排风设备的安装尺寸与方式可参考上图。

排风系统：购买 φ 110PVC 管 4m、PVC 弯头一个、PVC 三通一个、管箍一个， φ 110PVC 管 0.5m、 φ 110 与 φ 110PVC 变径两套，PVC 胶水一桶（用户根据实际情况确定购买数量）

2.1.5 氩气

至少两瓶纯度为 99.999% 氩气。配氩气或氧气压力调节表，压力表的指示范围：(0—25) MPa。出口压力的指示范围为 (0 \sim 2.5) MPa，使用时出口压力调节为 0.5MPa。

2.1.6 冷却水

使用制冷型循环冷却水机对 ICP 主机的电子管阳极和感应工作线圈进行冷却时，必须选用蒸馏水或纯净水。水的电阻率 $\geq 5M\Omega$ 。

2.2 安装及检查

2.2.1 体积和重量

外形尺寸为长 1560mm、宽 660mm、高 720mm、重量 200Kg。安装时应配有一专用工作台，尺寸长 1600mm、宽 700mm、高 650mm。台面为木质结构厚度 ≥ 30 mm。

2.2.2 清点配件

将仪器外包装去掉，打开仪器主机上盖与后盖，取出附件箱，按照装箱单内容清点附件箱内的配件是否齐全，有无损坏。

2.2.3 安装进样系统

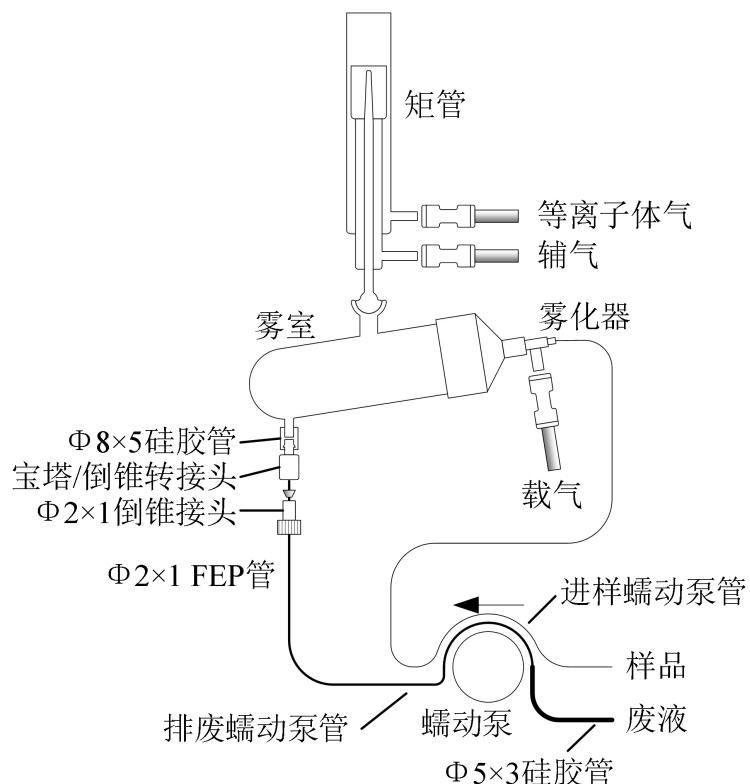


图 2 进样系统示意图

从附件箱取出石英炬管、雾室、雾化器、接头、毛细管等。

注意

炬管、雾化器、雾室均为玻璃制品，请小心操作。

过度用力或用力角度不正确可能会导致玻璃破损导致人身伤害。

首先，将石英炬管安装到炬管架上。炬管需安装到线圈中心，并且线圈最下端应高出炬

管中心管出口约 3mm。锁紧炬管夹后，炬管应固定牢靠。安装完毕后，用 M2 的内六角扳手插入炬管与线圈的间隙中并运动一圈，确保炬管与线圈无接触，并且间隙均匀。最后将等离子气体和辅气接口插入炬管对应接口。

按上图，将雾化器、雾室及排废接头连接好，将载气管插入雾化器对应接口，再将雾室与石英炬管磨口对准，用磨口夹固定。

按上图，将雾化器进样管插入进样泵管，并将进样泵管卡入蠕动泵；将雾化器排废管插入排废泵管，并将排废泵管卡入蠕动泵。

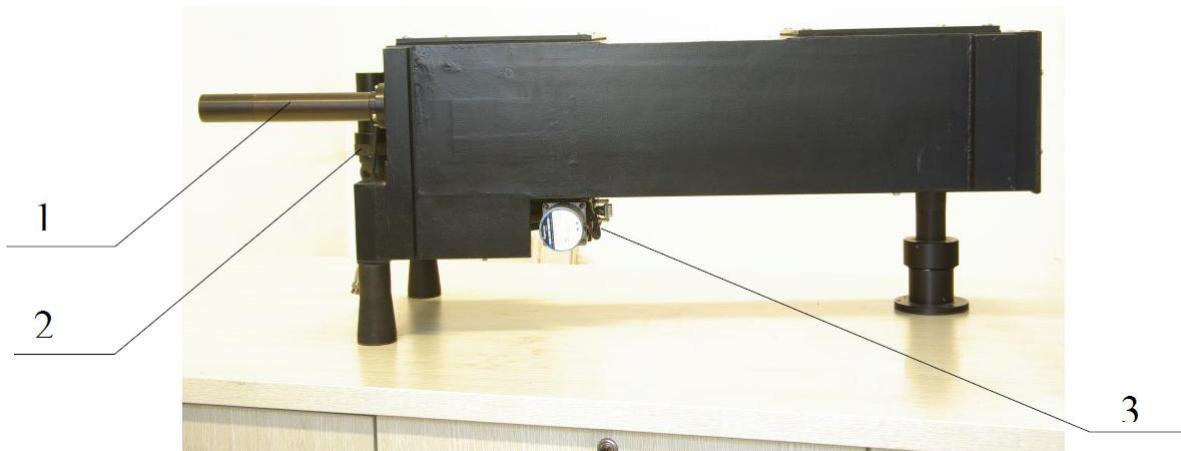
2.2.4 气水路

从附件箱取出塑料管 $\phi 10$ 和 $\phi 6$ 两捆，其中一捆为冷却水管，另一捆为氩气管。将冷却水管接到制冷型循环冷却水机后下方的出水口和回水口上。打开冷却水机上盖小门，灌入纯净水或蒸馏水，水机容积为 30L。注意冷却水机的出水口，对应仪器的进水口，回水口对应仪器的出水口。然后打开冷却水机电源，水机内高压泵启动，水机内的水开始从出口处流向仪器高频箱内的电子管阳极水套和感应工作线圈后，返回水机的回水口。通水 3min，检查塑料管各接头处无漏水现象为合格。

将氩气瓶通过减压表接 $\phi 6$ mm 塑料管到仪器的进气口处，气瓶上的减压表调到 0.45MPa~0.5MPa，打开氩气瓶检查无漏气现象为合格。

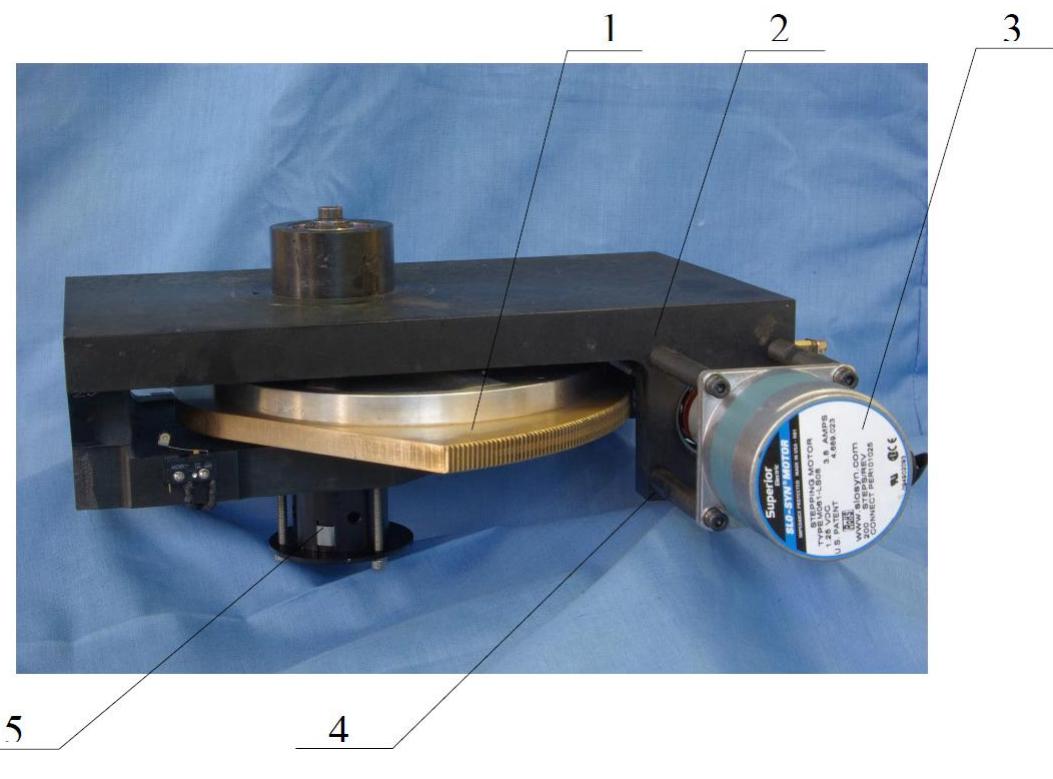
2.2.5 光谱仪

分光器机箱与仪器中铺板连接牢固，连接螺栓无松动，透镜光路筒应牢固地装在分光器光路入口镜座上，透镜光路筒端面至 ICP 火焰中心距离应为 50mm，检查扫描齿轮箱的步进电机连线是否正确插紧，检查光电倍增管与测量接口板连线是否正确插紧。然后将分光器前后上盖打开，前上盖下面是光栅座，将光栅从光栅盒取出，光栅表面应安放保护罩以免碰伤，小心准确地装在光栅座上，用六角螺栓拧紧。后上盖下面是反射镜，检查运输时是否有松动。盖上前后上盖，连接螺栓紧固，确保箱体内不漏光。



1、镜筒 2、光电倍增管 3、步进电机

图 3 光室示意图



1、蜗轮箱 2、蜗轮箱体 3、步进电机 4、弹性接手 5、高弹性连接轴

图 4 步进电机示意图

2.2.6 通讯

仪器与计算机的通讯是通过 USB 连接，计算机应备有一个高速 USB 接口。连接完毕后，安装光源控制软件和分析软件即可。

三. 调试

3.1 定位零级光谱

将笔式汞灯插入感应工作线圈中心，打开汞灯电源 5min 后，可在计算机主菜单中调出分析程序进行零级光的找峰步骤（有关分析软件操作见软件说明书）。零级光谱找到后，扫描分光器，测量控制步进电机驱动及计算机通讯正常，下面可进行 ICP 点火调试。

	第一次	第二次	第三次	第四次
开始位置	出厂时设定（如 20000）	-1500	-150	-15
扫描步距	500	100	10	1
负高压	800	600	400	200

如果零级光谱未能找到，则要根据零级光谱参数表找峰积分强度来判断问题所在。第一次找峰积分强度都很小并且没有变化，问题可能出现在光电倍增管及测量电路上，如何判断将在仪器故障与维修中叙述。四次找峰谱线强度的变化参看上表。

第一次最大步数：	100000
最多测量次数：	100
第四次测量次数：	50

如果第一次的第一步积分强度就很大，然后逐渐减弱，说明起始测量步数设置多了，应减少起始步数的位置，将 40000 改小，如改为 30000 再试。反之第一次的第一步测量积分强度较小，采集 100 步仍未找到最大值，则应增加初始步数的位置，直到捕捉到谱线强度最大值为准。零级光谱找峰表给出四次找峰的每次扫描步距和相应的光电倍增管负高压数值。第一次采集步距为 500 步、第二次为 100 步、第三次 10 步、第四次单步、负高压对应找峰数值则是第一次最大、第四次最小，目的是防止负高压数值太高容易造成信号太强溢出，信号太弱又难以找到峰值。

3.2 调节炬焰位置

点燃 ICP 焰炬后，中心通道应与分光器入口狭缝对正，需要通过调节达到最佳。

首先打开 ICP 分析软件选择一种元素如 Ca 的标准溶液，找到 Ca 谱线。

单击零级扫描菜单后弹出下拉菜单，单击仪器诊断，进入仪器诊断窗口。单击此窗口右上角移向短波，找到谱线的最大峰值后（如错过最大峰值可单击移向长波），单击停止移动。

前后调节感应线圈支架螺栓使峰值最大。这一调节是使 ICP 中心通道对准分光器的入口狭缝，然后再调节仪器左侧旋钮使感应线圈支架上下移动达到此元素的最大峰值。调节后使 ICP 中心通道的观察高度选择最佳。

3.3 调节氩气流量

载气的流量的大小，由测量元素的灵敏度所确定。一般情况下应在（0.4~0.8）L/min 之间。

等离子气的流量是根据石英炬管的规格而确定一般在（700~900）L/h 之间。

辅助气的流量是对火焰炬的高度有关，点燃 ICP 前一定要加辅助气，防止烧熔石英炬管中心通道口。

3.4 调节射频功率

通过点火程序，点燃 ICP 后用配有 Zn 、Ni、Cr、2 μ g/ml ,Mn、Cu、Ba、1 μ g/ml 六种元素溶液选择不同的功率如 800W、900W、1000W、1100W，扫描测量每种元素的信背比，找出信背比最好的功率。几种元素的信背比不一定能全部同时达到最佳，要折中选择。

四. 部件及技术指标

4.1 宽调谐射频光源

宽调谐射频光源是新一代全数字控制的固态射频光源，兼具自激式射频源的快速响应能力与它激式射频源的基体适应能力，具有很高的激发效率和基体适应能力，可以满足水溶液、有机溶液等各种不同基体样品的测试需求。

主要技术参数：

- 输出功率：500~1600W，1W 连续可调，功率稳定性优于 0.1%。典型值：0.08%，有效功率可实时监控。
- 工作频率：27.12MHz，频率稳定性≤0.0001%，典型值：0.0001%。

4.2 耦合线圈

3 匝内径 25mm 水冷式耦合线圈

垂直式炬管，不易积累污染，使用寿命长

4.3 进样系统

等离子体观测方式：侧向观测。

炬管：石英一体式炬管，三层同心式，外径 20mm；垂直安装、安装方便、可准确定位，石英炬管气路连接为快插式气路接头，免密封圈设计。多种材质、规格、功能炬管可选，包括并不限制于：耐氢氟酸炬管、耐有机炬管、耐高盐。

雾化器：LabICP 1000 标配耐高盐高效气动雾化器，提升量 2.0mL/min；LabICP 1000 多种雾化器可选，适配耐高盐、耐有机、耐氢氟酸等各种样品分析的进样系统组件。

雾室：LabICP 1000 标配斯考特雾化室，可选配石英旋流雾化；多种雾化室可选，适配耐高盐、耐有机、耐氢氟酸等各种样品分析的进样系统组件。

等离子气：采用精密调压式载气控制，流速 150~1500L/h 连续可调，一般设在 700—800L/h；也可以选择质量流量计控制 MFC 控制，精度为：0.01L/min，流速连续可调；

辅气：采用精密调压式载气控制 6~60L/h 可调，一般设在 6L/h；也可以选择质量流量计控制 MFC 控制，精度为：0.01L/min，流速连续可调；

载气：采用精密调压式载气控制，与雾化器相关，按照最佳灵敏度调节；也可以选择质量流量计控制 MFC 控制，精度为：0.01L/min，流速连续可调；

等离子气、辅气、载气三路气体均可控制；

蠕动泵：LabICP 1000 标配防腐蚀 4 通道 12 辊轴蠕动泵，确保稳定进样的同时，可支持进样管、内标管、废液管同时运行。计算机控制蠕动泵泵速，泵速范围-125rpm~125rpm, 1rpm 连续可调。

4.4 光谱仪

光谱仪由光室、入射狭缝、反光镜、光栅、出入口射狭缝和光栅驱动装置所组成，为顺序扫描型电感耦合等离子体发射光谱仪（高分辨率型）。光栅可选 4300 刻线/mm、2400 刻线/mm、3600 刻线/mm、4320 刻线/mm+2400 刻线/mm，焦距为 1000mm。ICP 发出的复合光经入射狭缝射到反射镜上，再由反射镜反射到光栅上将复合光分成单色光。由计算机控制光栅驱动装置，转动光栅到需要的光谱波长，通过反射镜至出射狭缝，由光电倍增管接收光信号。

扫描系统是由计算机控制、步进电机驱动的精密机械传动装置组成。为保证系统传动的

平稳性和精密度，结构、材质、重量配分上都做了精心设计。小模数的蜗轮蜗杆直接驱动光栅转动，保证了系统的平稳性好、精度高，因此为了避免扫描回程的误差，在光栅主轴上采用高弹性弹簧使得扫描传动误差小于一步。积累误差小，提高了分析数据的稳定性和测量精度。

光室恒温器的陶瓷加热片由交流 220V 供电，功率 300W，放在加热风筒内，用轴流风机将热风均匀吹到主机内封闭的空间。恒温装置温度控制在 $30^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。温控探头固定在分光器上盖处。陶瓷加热片通电后，风筒内温度上升，当温度达到 30°C 时，通过智能数字温度表将 220V 电源断开，控制精度为 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。恒温装置的保护是通过温度开关完成，当恒温系统出现故障，加热不应超过 50°C 时，温度开关断开，不会烧坏主机。电源供电 220V 是接到主机右下方的通讯电源的常用端上，当主机关机恒温装置电源是不断电的。

第一次开机或关闭恒温电源较长时间再开机，必须保持恒定 8h 在 $30^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 后，才能正常使用。室内空调机必须调到 $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，恒温选择自动挡，当点燃 ICP 后，主机的温度升高，室内温度也升高，如果不选自动挡，冬季和夏季室内温度相差很大，会影响分光器的恒温效果，造成谱线漂移，影响测量精度。使用时应注意主机前面的数字表，表显 30°C ，不超过 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 为正常。

顺序扫描型光谱仪主要技术规格：

(1) 光栅：反射式 Czerny-Turner 光谱仪，1000mm 焦距。

高分辨率大面积平面全息光栅，4320 刻线/mm+2400 刻线/mm 双光栅， $80\text{mm} \times 110\text{mm}$ 刻划面积。

(2) 光学分辨率：167~420nm 波段光学分辨率 $\leq 0.006\text{nm}$ ，420nm~800nm 的光学分辨率 $\leq 0.0015\text{nm}$ 。典型值：Mo202.030nm 为 0.0060nm, Dy353.170nm 为 0.0058nm（以半峰宽表示）。分辨率步进扫描方式，最小步距 0.0005nm，6 段式加减速控制，定位准确，响应速度快。

LabICP1000 在工作光谱范围内光学分辨率具备恒定高分辨的特点，有效避免了长波区分辨率下降的问题，可尽量避免光谱干扰，保证足够的灵敏度和更低的光谱背景，改善信背比，轻松应对各种复杂样品的挑战。

(3) 光室：恒温光室，稳定可靠，可充氩光室。

4.5 检测器

LabICP1000 采用顺序扫描用宽谱高灵敏度 PMT 光电倍增管, 按光谱范围可选 CR293、R928、R955 等规格; 24 位高分辨率大动态范围数据采集系统, 具备单边法和双边法等实时扣除背景功能。

4.6 Hi ICP 软件

- 向导式操作模式, 基于数据库的数据管理, 软件操作方便、直观, 具有定性、半定量、定量分析功能。
- 具有内标校正、标准加入法、干扰元素校正系数法 (IEC) 以及多种干扰校正方法和实时背景扣除功能 (单边法和双边法)。
- 利用 C 线可进行快速自动矫正, 无需额外标准溶液。
- 软件控制自动寻峰、自动扫描、自动衰减。
- 谱线库内置 24000 条谱线, 可自行添加。
- 支持单一及复杂元素间的干扰矫正。
- 具有仪器自诊断功能和网络通讯、数据后处理功能。

4.6.1 解锁与权限管理

锁定屏幕后, 用户需要通过相应的登录权限进行解锁操作。登录权限与用户的登录账号一致, 确保只有授权用户能够解锁并继续操作, 保障系统的安全性和数据的保密性。



图 5 账号登录界面

4.6.2 RF 射频源调试

RF 射频源调试模块则专注于对 RF 射频光源的控制与参数优化。

零激光扫描: 该模块不仅支持对射频源的常规参数调整, 还集成了光谱仪零激光的扫描功能, 以及优化参数的设置。完成零激光参数优化后, 系统将自动保存相关设置, 确保后续分析过程中参数的一致性和稳定性。

蠕动泵控制：通过软件可以控制进样泵速、冲洗泵速的控制以及冲洗时间的设定等。设定的泵速在样品分析时自动调用设定的参数。

① 注意

零激光参数优化后短时间内不需要重新扫描零激光，但设备重新上电后均需要重新扫描零激光。

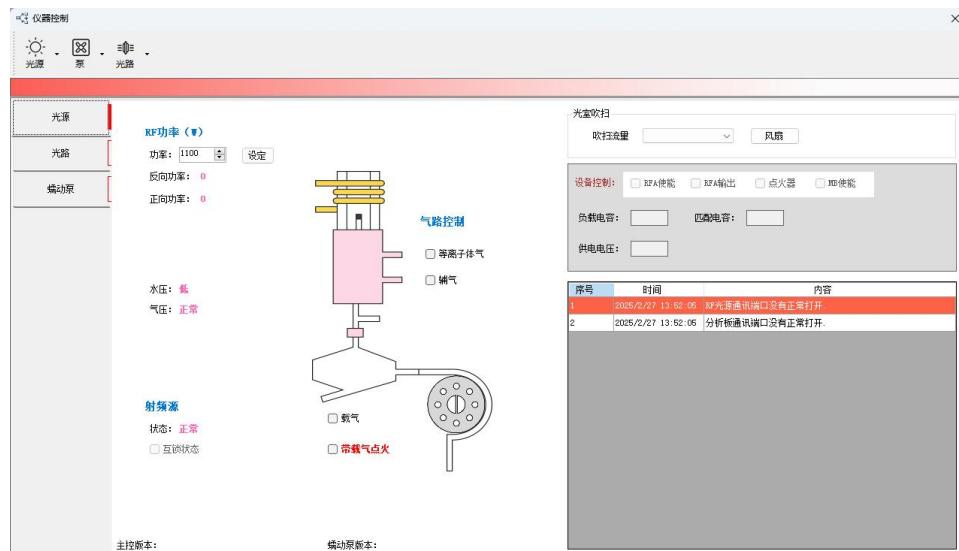


图 6 RF 射频源调试窗口

通过这两个调试模块，软件为用户提供了一个全面且灵活的硬件调试平台，能够满足从日常维护到复杂优化的多样化需求，确保仪器性能的持续优化。

4.6.3 方法集 (Sheet) 开发

Hi ICP 方法集开发采用向导式流程化模式，通过层次化页面设计引导用户完成方法集的开发与配置。

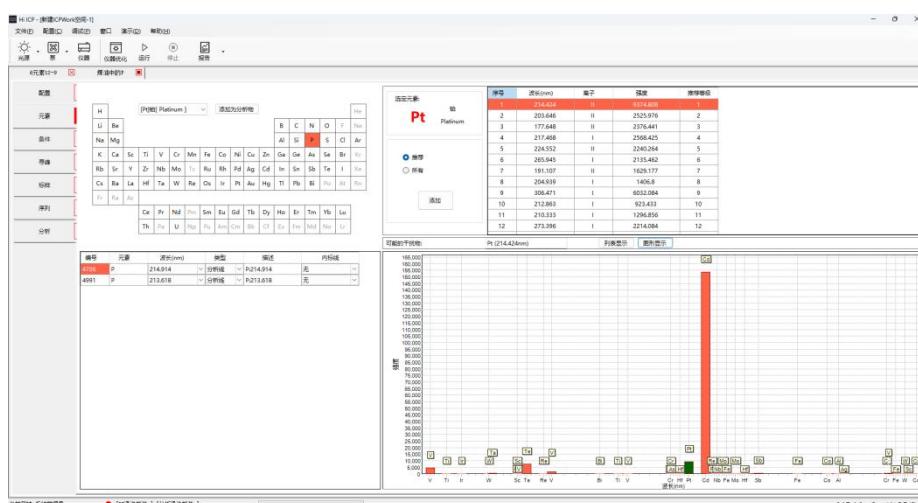


图 7 方法集 (Sheet) 开发窗口

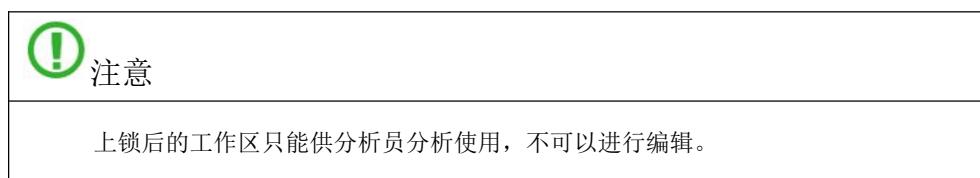
提供方法集的基本配置参数设置：

基本配置参数设置包括方法集描述：工作区名称设定、开发时间、开发人员。工作区是否上锁等设定。

方法集概览:

工作区名称:	煤油中的P
开发时间:	2025年 1月 4日
开发人员:	User
<input type="checkbox"/> 工作区上锁并保存	

图 8 方法集概览



元素信息：

打开方法集时可以在当前页面看到已设定过的元素、波长以及校正信息等。

元素信息:

序号	元素	波长(nm)	类型	校正拟合
1	P	213.618	分析线	有理拟合
2	P	214.914	分析线	有理拟合, 强制通过空白

图 9 元素信息

方法集选项：

开启与关闭实时谱线漂移校正以及选用谱线校正的元素波长。

开启与关闭智能冲洗。智能冲洗控制分析完每个样品后是否进行样品管的冲洗。

手动模式：给出清洗提示对话框。

进样器模式：自动进入清洗池进行清洗。

方法集选项:

- 实时谱线漂移在线校正
- C(199.027)
 Hg(194.164)
 Hg(253.652)
 Hg(296.728)
 Hg(313.184)
 Hg(435.834)
 Hg(546.073)
 Ar(565.07)
 Ar(675.283)
 Ar(699.217)
 Ar(704.116)

 智能冲洗

图 10 方法集选项

**注意**

1. 在仪器配置中可以设定手动模式下提示对话框是否使用自动倒计时默认选定。
2. 自动选定默认倒计时为 5s, 启用后 5s 内自动默认选定进入下一步操作。如果不启用倒计时功能则直到用户手动点击确定才能进入下一步操作。

方法集描述信息: 列出样品测量参数等详细信息。

4.6.4 元素与波长选择

用户可以根据具体的分析需求选择目标元素及其对应的分析波长。软件提供灵活的波长选择方式, 支持从内置波长库中按以下两种模式进行选择:

推荐波长模式:

软件根据分析元素的特性, 推荐最适合的分析波长。这些推荐波长经过优化, 适用于大多数常规分析场景, 确保分析结果的准确性和可靠性。

全部波长模式:

用户可以选择查看目标元素的所有可用波长, 以便根据具体需求 (如避免谱线干扰或优化灵敏度) 进行手动选择。这种模式为用户提供更广泛的选项, 满足复杂分析任务的需求。

通过内置波长库的灵活调用, 用户能够快速定位并选择最适合的分析波长, 同时支持手动添加自定义波长, 以进一步扩展分析能力。

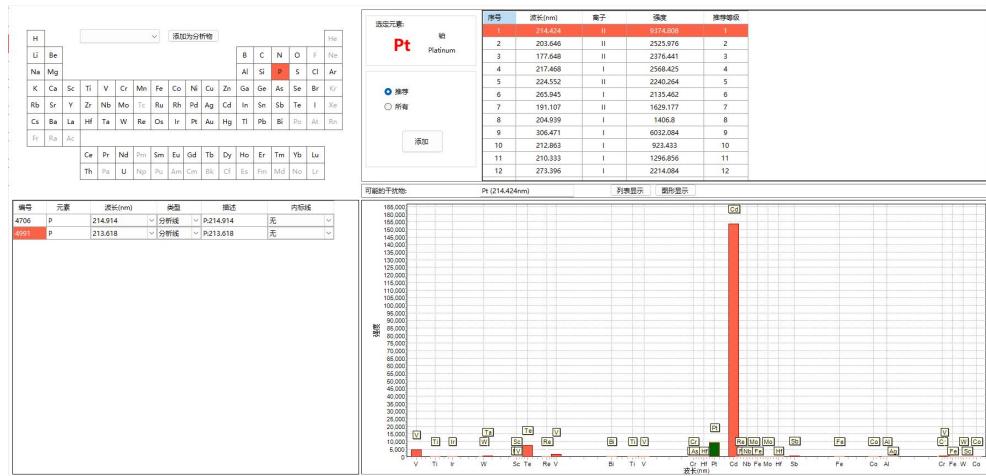


图 11 元素与波长选择

用户通过鼠标点击元素周期表中的相应元素后，右侧的元素波长表格将自动更新，按照推荐等级列出当前选定元素的所有可用波长。表格默认选择优先级最高的波长作为优选波长，以满足大多数分析需求。

此外，用户可以通过切换表格下方的“表格显示”或“列表显示”按钮，在下方视图中以直方图或列表的形式展示当前波长的干扰元素信息。这种可视化展示方式帮助用户快速识别潜在的谱线干扰，从而优化波长选择，确保分析结果的准确性和可靠性。

4.6.5 采集条件设置

通过条件页面，用户可以对样品集的参数条件进行详细设定，涵盖方法参数、测量参数、通用参数和多参数等关键设置。

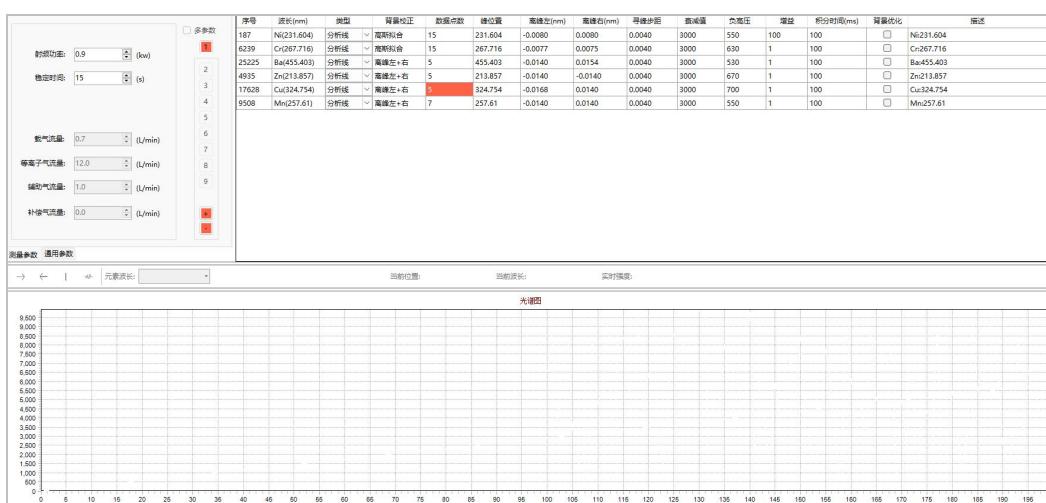


图 12 分析条件选择

在通用参数设定界面中，用户可以快速配置样品重复次数、提升延迟时间、冲洗时间和泵速等参数。这些设置直接影响样品分析的效率和数据质量，用户可以根据具体需求进行灵活调整。



图 13 通用参数设定

4.6.6 寻峰定位与参数自动优化

软件提供自动寻峰功能，帮助用户快速准确确定目标波长的准确峰位置，确保后续分析的准确性。该功能包括以下两种寻峰方法：

模糊设峰位置：通过设定峰位置的范围，软件自动在该范围内寻找可能的峰位置，适用于峰形不规则或峰位置不确定的情况。

降低参数重寻方法：通过调整寻峰参数，如峰高、峰宽等，重新进行寻峰操作，以提高寻峰的准确性和可靠性。

在寻峰完成后，本页面还提供了对确定峰位置后的最优化高压以及增益等参数的优化操作。用户可以根据寻峰结果，进一步调整这些参数，以获得最佳的分析效果。这些优化操作确保了仪器在不同分析条件下的稳定性和准确性，提高了分析结果的可信度。

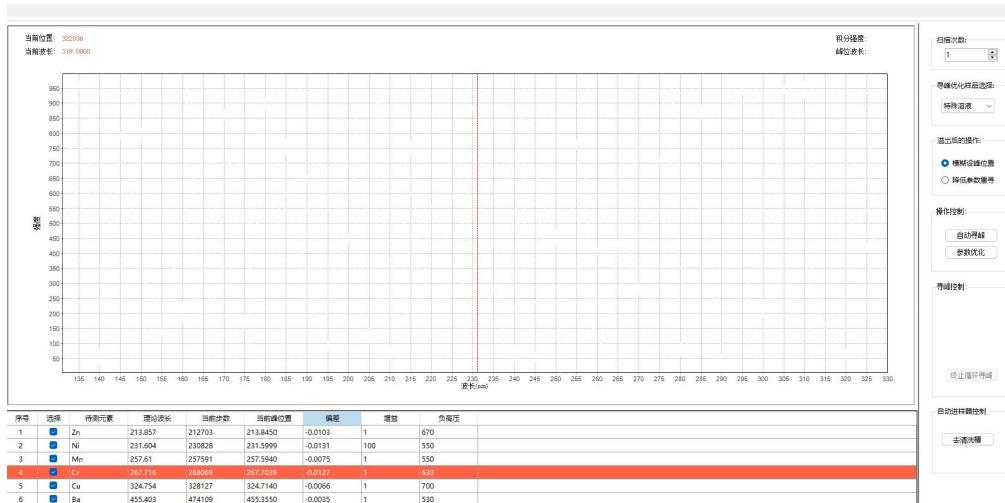


图 14 自动寻峰

在窗口中的下方表格实时显示当前元素对应的波长和步数位置，同时在右键菜单中可以将选定的元素波长恢复为出厂设置的波长。

序号	选择	待测元素	理论波长	当前步数	当前峰位置	偏差	增益	负高压	
1	<input checked="" type="checkbox"/>	Zn	213.857	212703	213.8450	-0.0103	1	670	
2	<input checked="" type="checkbox"/>	Ni	231.604	230828	231.5999	-0.0131	100	550	
3	<input checked="" type="checkbox"/>	Mn	257.61	257591	257.5940	-0.0075	1		
4	<input checked="" type="checkbox"/>	Cr	267.716	268069	267.7039	-0.0127	1		
5	<input checked="" type="checkbox"/>	Cu	324.754	328127	324.7140	-0.0066	1		
6	<input checked="" type="checkbox"/>	Ba	455.403	474109	455.3550	-0.0035	1		

图 15 方法集中的峰位置参数

 注意
<ol style="list-style-type: none"> 每次自动寻峰都会自动记录当前最新的峰位置。 如果选定错误的峰位置后在后续使用时会导致错误的位置，出现该情形时可以恢复成理论峰位置后重新寻峰即可。

软件具备自动优化仪器参数的功能，能够对关键运行参数（如 RF 功率、雾化器流量、泵速等）进行智能调整，确保仪器在最佳状态下运行，从而实现分析性能的最优化。

4.6.7 标样设定

用户可以配置标准样品的相关信息，包括标样浓度、基体组成等，这些信息将用于校准和定量分析，以确保分析结果的准确性和可靠性。

通过 NumericUpDown 输入框设定标样个数后，在下方标样集合表格中将自动列出相应的标样集合。用户只需在对应列输入元素含量，即可便捷地完成整个样品集的编辑工作。此外，软件还贴心地提供了浓度单位选择与分析保留位数设置功能，以满足不同用户在细节上的个性化需求。

 注意
同一样品不分析的元素可以不输入对应元素含量，该标样集则自动不使用该标样。

通过下方表格设定指定元素波长的校正方法，软件提供了多种拟合方法以满足不同分析需求。校正拟合包括线性拟合、有理拟合和二次拟合，这些方法能够根据数据分布特点，选择最合适的拟合模型，确保校正结果的准确性和可靠性。同时，软件还提供加权拟合和强制

通过空白和原点等拟合方法，以进一步优化校正效果。用户可以根据具体分析场景和数据特性，选择最合适的拟合方法进行校正，从而提高分析结果的质量。



序号	溶液标样	Mn	Ni	Cr	Ba	Zn	Cu
单位	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
保留位数	4	4	4	4	4	4	4
1 空白	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2 标准1	0.5000	1.0000	1.0000	0.5000	1.0000	0.5000	0.5000
3 标准2	1.0000	2.0000	2.0000	1.0000	2.0000	1.0000	1.0000
4 标准3	2.5000	5.0000	5.0000	2.5000	5.0000	2.5000	2.5000
5 标准4	5.0000	10.0000	10.0000	5.0000	10.0000	5.0000	5.0000

序号	元素(波长 nm)	单位	校正拟合	加权拟合	强制通过	最小浓度	最大浓度	校正误差	%RSE限值
1 Mn(257.61)	ppm	线性拟合	✓	□	无	✓ 0.0000	5.5000	0.0000	0.0000
2 Ni(231.604)	ppm	线性拟合	✓	□	无	✓ 0.0000	11.0000	0.0000	0.0000
3 Cr(267.716)	ppm	线性拟合	✓	□	无	✓ 0.0000	11.0000	0.0000	0.0000
4 Ba(455.403)	ppm	线性拟合	✓	□	无	✓ 0.0000	5.5000	0.0000	0.0000
5 Zn(213.857)	ppm	线性拟合	✓	□	无	✓ 0.0000	11.0000	0.0000	0.0000
6 Cu(324.754)	ppm	线性拟合	✓	□	无	✓ 0.0000	5.5000	0.0000	0.0000

图 16 样品设定

4.6.8 分析序列设定

用户可以创建和编辑分析序列，定义样品的分析顺序和重复次数，确保高效、有序地分析流程。

样品集设定与自动化控制功能：

■ 样品集设定

通过控制 NumericUpDown 输入框，用户可以便捷地输入待分析的样品数量。随后，软件将在下方表格中自动插入相应数量的样品集。用户可以灵活编辑样品集的各项参数，包括样品名称、样品类型以及测试次数等，以满足后续分析的需求。

■ 自动化模式

软件提供样品序列测试完成后的自动化模式，实现设备操作控制和吹扫清洗控制的全自动管理。具体功能如下：

设备操作控制：

关闭等离子体和泵： 测试完成后，软件可自动关闭等离子体和泵，确保设备安全停机。

熄灭等离子体并降低泵速： 在测试结束后，软件将自动熄灭等离子体并降低泵速，以节省能源并延长设备寿命。

保持光源点燃状态但控制泵按照设定速度运转：在某些情况下，用户可能需要保持光源的点燃状态，软件支持在此模式下控制泵按照设定速度运转，确保设备处于待机状态。

气体控制：

序列测试完成后转入系统冲洗：用户可以设定系统冲洗的时间，在序列测试完成后自动启动冲洗程序，确保管路清洁。

自动关闭：冲洗完成后，系统将自动关闭，无需人工干预。

多色气的吹扫控制：在正常运行后，软件支持多色气的吹扫功能，确保气体系统的清洁和稳定。

通过这些自动化功能，软件不仅提高了分析效率，还确保了设备的安全性和维护的便捷性，为用户提供了一种高效、可靠的分析解决方案。



图 17 分析序列设定

4.6.9 自动化设定

搭载自动进样器硬件后，用户可以实现实验室无人值守的全自动操作模式。极大地提高了实验室的自动化程度和工作效率。

■ 清洗盘设定



图 18 样品架位置标定

参数的灵活配置确保了自动进样器能够满足不同实验需求，实现高效、精准的样品处理。

针对自动进样器，用户可以设定样品的进样顺序和位置，优化样品分析流程。

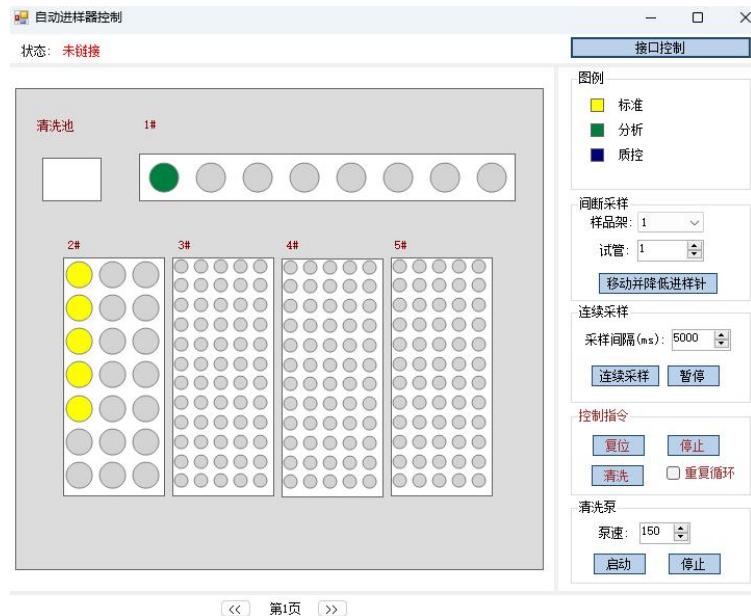


图 19 样品管位置设定与显示

在控制进样指令窗口中，用户点击进样按钮后，将弹出相应的操作窗口。自动进样器会根据设定的样品顺序逐个进行样品进样。如果用户需要从样品盘中指定的样品集开始进样，只需在选择样品时指定相应的样品序号即可，系统将从选定的样品序号开始进行样品进样。

4.6.10 采集分析

样品序列分析与控制功能：

通过工具栏上的运行与停止按钮，可以实现对样品序列的连续分析与停止操作，并能够实时显示分析结果。完成分析后，用户可以通过下拉菜单切换显示已测样品在表格中的强度数据和浓度数据，以便对分析结果进行详细查看和比较。

实时光谱信息查看：

用户只需点击表格中对应的元素波长和对应的样品，即可在右侧表格中显示当前样品当前选定波长的光谱信息，同时在右下方展示当前元素波长的拟合信息，包括拟合方法、参数和拟合结果等，帮助用户深入了解光谱数据的特征和分析过程。

拟合信息与重复性数据展示：

在左下方，软件会显示当前标样集中的拟合信息和样品光谱的重复性数据，这些数据对于评估分析结果的准确性和可靠性至关重要，为用户提供全面的分析质量评估依据。

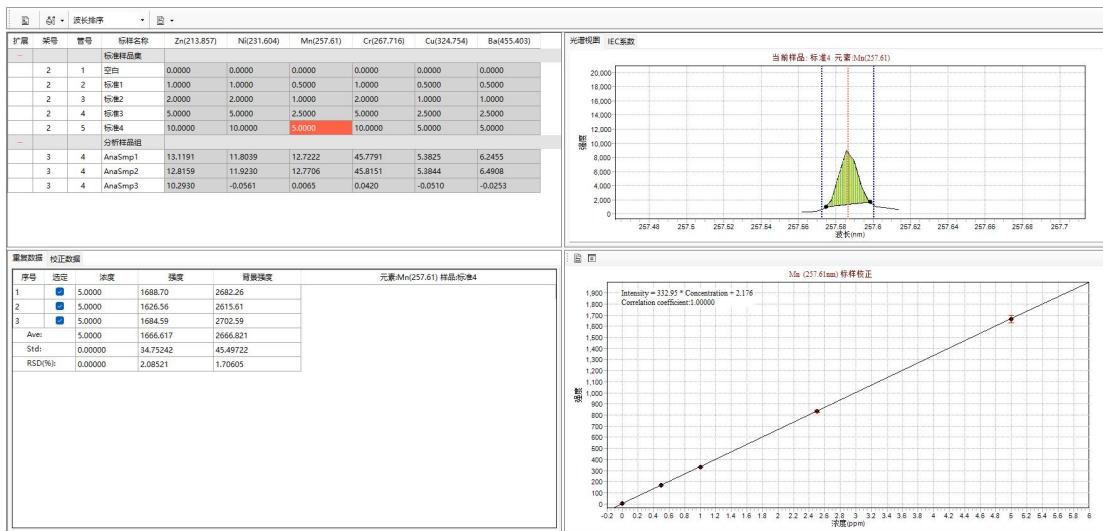


图 20 分析窗口

这些功能可以满足用户在不同场景下的多样需求，提高分析工作的效率和灵活性。用户可以根据实际需要选择合适的操作选项，对样品序列进行精确控制和高效分析。

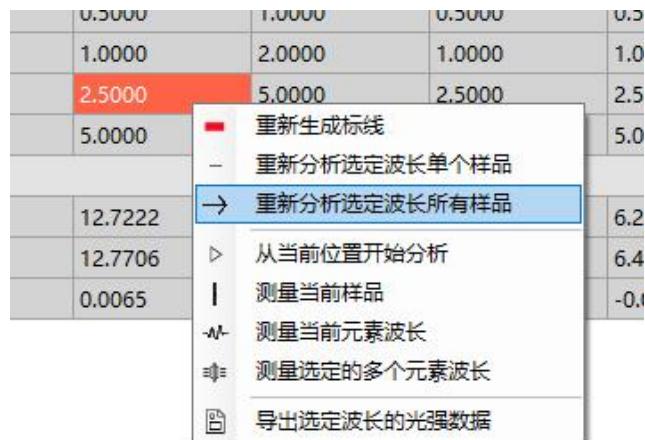


图 21 右键菜单控制功能

4.6.11 样品序列 (Sequence) 分析

样品序列分析紧密集成在方法集 (Sheet) 的操作流程中。用户在创建并管理分析集 (Sheet) 的过程中，既可以同步生成分析序列 (Sequence) 并立即启动分析，也可以在后续打开保存的历史分析集，对分析序列进行重新编辑与调整，再执行分析操作。

软件支持对分析序列的单独存储与重新装载功能。当用户需要对特定分析序列进行审阅、修改或重复利用时，可以直接从存储列表中加载该序列，而无需重新创建整个方法集 (Sheet)，这样提升了操作的灵活性与工作效率。

4.6.12 报表

该软件集成了强大的报表模块，可将分析结果以多种方式呈现为详实的报表。主要的报表类型包括：

单独工作区报表：针对特定工作区内的分析数据生成的报表，提供该工作区的详细分析结果。

样品序列报表：以样品序列为单位生成报表，展示各样品的分析数据和结果。

合成的分析报表：对多个样品或不同工作区的分析数据进行综合汇总，生成全面的分析报表。

报表输出与保存：

软件支持将报表直接打印，便于用户快速获取纸质报告。同时，还可以将报表另存为多种文件格式，包括但不限于 .doc、.xls 和 .rpt 等。这些格式方便用户在不同场景下使用和共享报表数据。



图 22 报表输出



图 23 报表字段设定

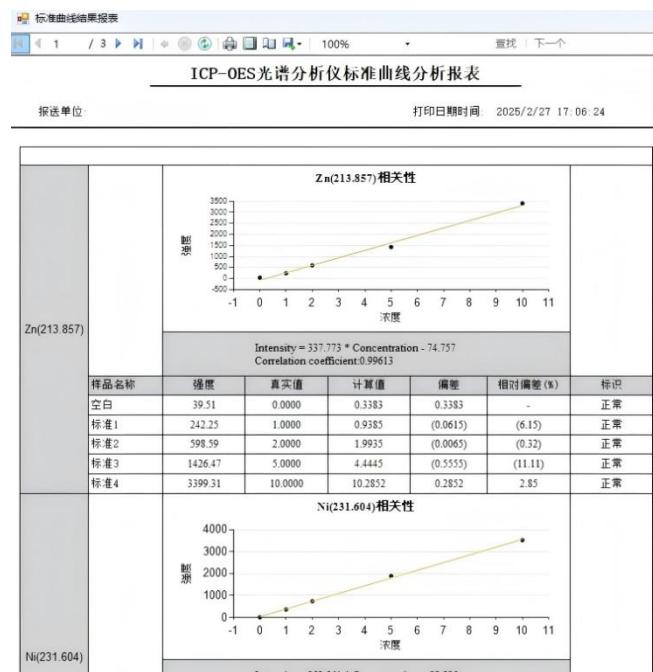


图 24 报表输出格式

4.6.13 版权说明

ICP 电感耦合等离子体发射光谱仪器配套软件 Hi ICP 软件版权属于北京莱伯泰科仪器股份公司所有，任何单位和个人未经许可，不得予以传播、复制和盗用，否则将依法追究其法律责任。



图 25 软件版本

五. 维护与修理

5.1 日常使用与维护

ICP 发射光谱仪是大型精密分析测量仪器，经常维护保养才能正常使用，延长使用寿命。

5.1.1 环境温度

经常使用时，室内温度必须恒温在 $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度控制在 75% 以内。放置时间过长开机或第一次打开仪器，先将机内恒温器打开，8h 后，温度显示 32°C ,1h 不变才能正常使用。

5.1.2 进样系统

进样系统是维护保养的重点，每次开机前和测试结束后，必须对进样系统进行检查。

1. 喷雾器的喷雾是否正常，喷雾器与毛细管有无漏气和气泡，雾室内是否存水，雾室底部液面与水封瓶液面是否适合，所有进气连接塑料管是否有漏气现象。
2. 石英炬管有无烧坏，工作线圈有无烧坏等，石英炬管长时间使用中心管可能烧变黄或变黑，需要卸下来进行清洗，清洗办法是用 1:1 盐酸在电炉上煮沸后，冷却至室温后，再用蒸馏水洗净烘干后使用。
3. 雾化器有可能堵塞，堵塞后应用 1:1 的盐酸在电炉上加热至 $50-50^{\circ}\text{C}$ 后，再用蒸馏水洗净后，可开泵并通载气观察是否疏通，如疏通效果不好，更换雾化器使用。
4. 雾室内壁挂满水珠影响分析结果，清洗办法是：用 20% 稀硝酸+20% 曲拉通洗液浸泡过夜后，用蒸馏水洗净烘干后使用。
5. 毛细管使用半年后需要更换新的防止毛细管壁腐蚀，影响进样效果。

5.1.3 光室恒温系统

分光器的恒温器是不间断运转，应每天查看主机后板上的温度数字表是否为正常值 30°C 。如果出现误差较大，（超过 1°C ），且室温正常 $(22 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，通知厂家进行处理。

5.1.4 其他

主机顶部的排风焰筒要配有挡风板，做完测试后将挡风板折上，防止室外粉尘，倒吹到仪器中，尤其是石英炬管和雾室内进入粉尘影响测试结果。

氩气可使用 99.999% 的普通氩气，但是氩气的湿度不能大，否则不能点燃 ICP 焰炬，每天工作完要将氩气瓶上压力表关紧，防止漏气。

冷却循环水机，要放在主机室外，防止冷却循环水机散出的热量影响主机室温，水机内的水要用去离子水，水的电阻率大于 $5\text{M}\Omega$ ，并且要在使用六个月后更换等离子水，防止机内水的电阻率下降，对主机发生器造成不良影响。

5.2 故障与排除

现象	排查
总电源合上仪器无反应	外电网是否有电 检查计算机是否打开与主机通讯口是否连接 循环冷却水机电源是否打开 仪器后右下方的空气开关是否合上
不能形成等离子体	检查氩气纯度和压力 室内湿度大, 室内湿度应小于 RH75% 检查炬管下端与雾室的磨口处是否漏气, 辅气、等离子体气接口是否漏气
零级光找不到	是否能听到电机运转声 将零级扫描参数恢复出厂设置再次尝试
数据稳定性差	检查环境是否满足要求 检查进样系统, 喷雾器与毛细管连接不紧, 毛细管内有气泡, 雾室内的雾滴颗粒大, 使雾室壁上挂满了水珠, 或雾室与炬管连接处有水汽, 或某连接处漏气都会造成测量数据不稳定。 扫描测量谱线峰位偏离中心线, 当扫描测量某元素谱线峰位偏离中心线就会造成测量数据不一致, 几次平均数值误差较大, 此时应再进行一次寻峰, 使某元素的峰位在中心线位置 电网波动性较大

感谢您选用莱伯泰科公司的产品。我们致力于为您提供高品质的仪器和卓越的技术服务。如您在使用本产品过程中有任何疑问、需要技术支持或了解售后服务政策, 请通过以下方式联系我们, 我们的专业团队乐意为您提供协助:

服务热线: 400-070-8778 (工作时间: 周一至周五 9:00-17:00)

官方网站: www.labtech.com.cn

电子邮箱: service@labtech.com.cn