

顺序扫描型电感耦合等离子体发射光谱仪

LabICP 1000 系列

技术白皮书



北京莱伯泰科仪器股份有限公司

## 一、产品简介

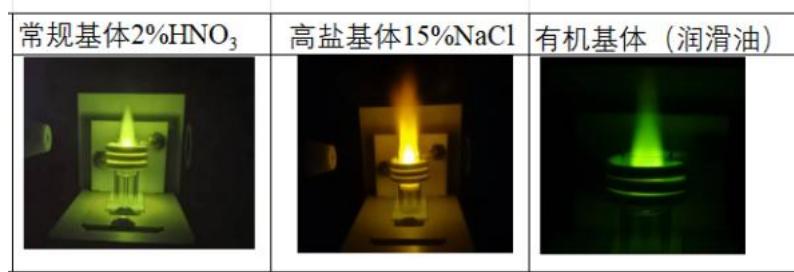
LabICP 1000 系列高分辨顺序扫描型电感耦合等离子体发射光谱仪是北京莱伯泰科仪器股份公司无机元素分析产品线的传承迭代产品，目前我司已经具备了原子吸收光谱仪 LabAA 2000 系列、原子荧光光谱仪 LabAF 1000 系列、全谱直读型电感耦合等离子体发射光谱仪 LabICP 2000 系列、单四极杆电感耦合等离子质谱仪 LabMS 3000 系列、三重四极杆电感耦合等离子质谱仪 LabMS 5000 系列等，仍在不断完善无机元素分析产品线。北京莱伯泰科仪器股份公司在胡克博士的引领下，专注于无机元素分析新产品的研发设计，并与我司强势的无机前处理技术协同发展，用心打造中国 AI 智造。

LabICP 1000 顺序扫描型电感耦合等离子体发射光谱仪是一款传续经典的产品，专门针对基体比较复杂的稀土、金属合金类样品，采用 Czerny-Turner 结构的平面全息闪耀光栅，高分辨率步进扫描方式，来实现“分辨率极高，干扰极低”和“灵敏度与检出限优异”的技术优势，从而保证其测量精度和灵敏度，同时为个性化分析条件提供有力保障。该仪器广泛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。也可以用于检测冶金、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。

## 二、产品优势

### 2.1 高频发生器

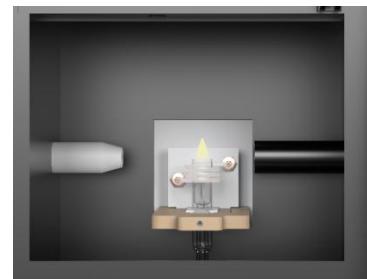
LabICP 1000 全固态晶体控制型 RF 发生器，真实输出到等离子体的功率软件可调，而不是传统意义的设定功率。基体匹配范围广，轻松应对高盐、挥发性有机溶剂样品。快速响应复杂样品的实时切换，样品适应性更强。



特氟龙材质全覆盖式耦合线圈，表面电阻长期稳定，有效延长线圈使用寿命。

空气动力学优化射频室：相同的排风速率条件下，等离子体更加稳定，散热效果好，受样品酸蒸汽影响小，延长观察窗、光电传感器等维护时间，方便清洁、维护；

配置等离子体炬焰光感传感器：实时监控等离子体点火、熄火状态，具备熄火报警功能。

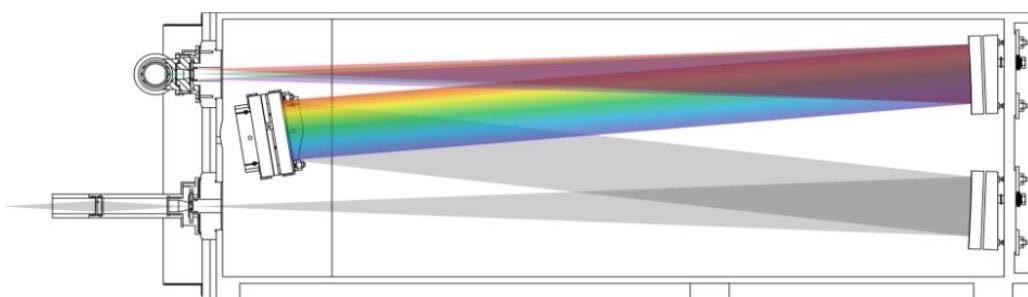


#### 高频发生器详细技术参数

RF 发生器	27.12MHz, 全固态 RF 射频发生器，耦合效率大于 80%
感应线圈	主动式水冷 3 匝耦合线圈，特氟龙材质覆盖
输出功率	0.5–1.6KW, 1W 连续可调
功率稳定性	典型值 0.08%，有效功率可实时监控
频率稳定性	典型值 0.0001%
等离子体气	精密调压式载气控制，150–1500L/h (2.5–25L/min) 连续可调
辅助气	精密调压式载气控制，1.6–16L/h (0.03–0.3L/min) 连续可调
载气 (雾化气)	高精度 MFC (质量流量计) 控制，0–2L/min, 0.01L/min 连续可调

#### 2.2 光谱仪

**光谱仪元件：**高性能全反射光学元件，所有光学元件均采用涂层保护，光学系统严格密封，全铝合金密闭恒温光室，可充氩气/氮气，自适应 PID 控温技术，稳定可靠，温度可控在  $30 \pm 0.1^\circ\text{C}$ ，恒温装置并具备过热保护功能，独立供电；光栅驱动定位为高精度步进电机配合紧凑型大减速比蜗轮蜗杆传动装置，最小扫描步距 0.5pm，定位精度 0.5pm，6 段式加减速控制，定位准确，响应速度快。



**外光路:** LabICP1000 为侧向观测外光路: 紫外石英透镜, 直径 22mm, 1:1 成像。

**分光系统:** LabICP1000 采用消像差功能的典型 Czerny-Turner 型分光系统,

搭载长焦距大面积平面全息光栅, 仅采用一级光谱, 在全波长范围内实现恒定高分辨率。

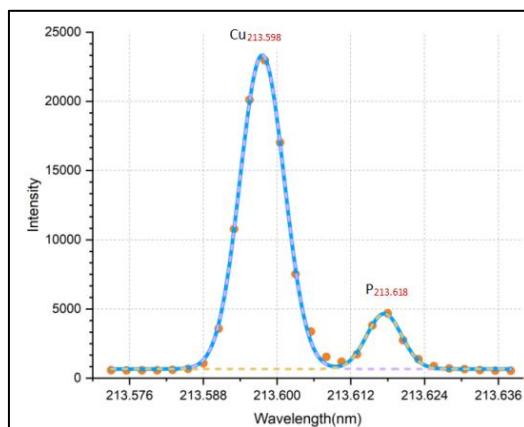
#### 分光系统详细参数

焦距	1000mm
光栅	4320 刻线/mm+2400 刻线/mm
光栅面积	80mm*110mm
波长范围	167nm~800nm, 连续波长覆盖

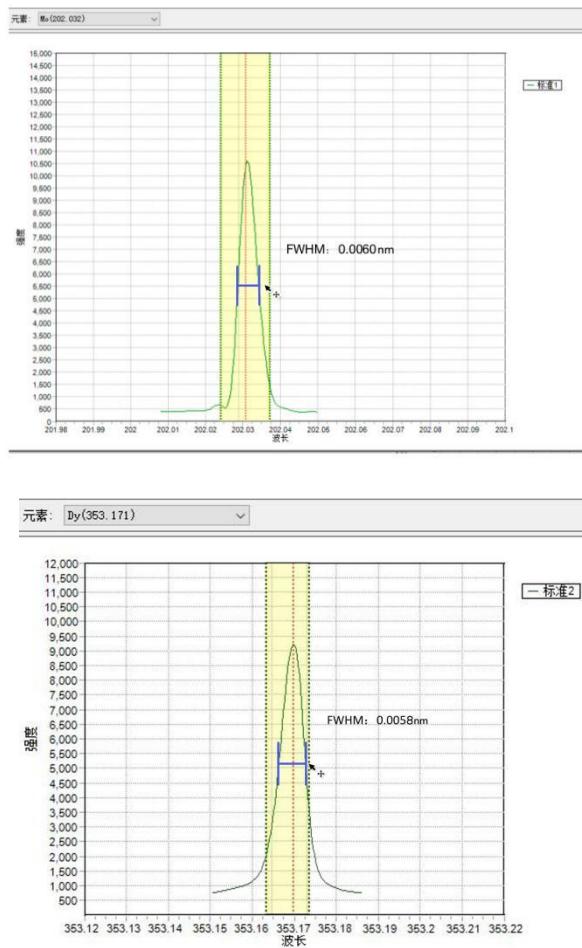
**光学分辨率:** 167~420nm 波段光学分辨率≤0.006nm, 420nm~800nm 的光学分辨率≤0.0015nm。典型值: Mo202.030nm 为 0.0060nm, Dy353.170nm 为 0.0058nm (以半峰宽表示)。LabICP1000 在工作光谱范围内光学分辨率具备恒定高分辨率的特点, 有效避免了长波区分辨率下降的问题, 可尽量避免光谱干扰, 保证足够的灵敏度和更低的光谱背景, 改善信背比, 轻松应对各种复杂样品的挑战。

例如稀土谱线极为丰富, 光谱干扰给稀土分析带来很大挑战, 尤其是在高纯稀土的痕量分析中其光谱干扰更为严重。LabICP1000, 该仪器能精准分析高度密集的稀土元素谱线, 是复杂稀土样品分析的理想工具。

在大多数样品中, 磷是常规检测元素之一, 其 213.618 nm 谱线因灵敏度最高, 常被作为首选分析线。但由于该谱线存在铜的发射谱线干扰, 往往退而求其次选择低灵敏度的深紫外区谱线, 178.229 nm 或者 177.440 nm 谱线, 需要长时间的光室吹扫, 降低工作效率。LabICP 1000 具备恒定的高分辨率, 可轻松将 P213.618nm 和 Cu213.598nm 两条谱线区分, 可有效避免谱线重叠干扰。



测光学分辨率：HiICP 软件截图如下（Mo202.030, Dy353.170nm）



## 2.3 进样系统

**垂直炬管：**等离子体呈直立的“火炬状”，受重力影响均匀，放电通道集中且对称，电子密度、温度分布稳定（中心通道温度可达 6000–10000K）。

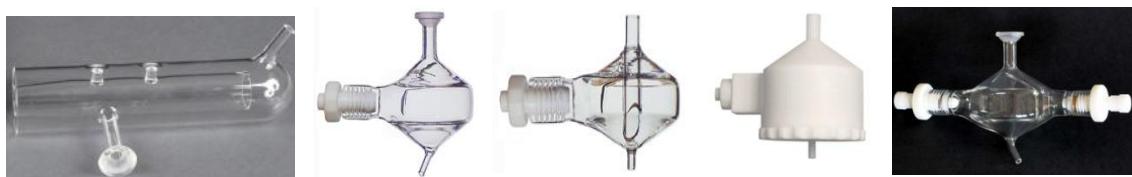
LabICP 1000 的等离子体观测方式为侧向观测，标配一体化炬管，垂直安装、石英炬管气路连接为快插式气路接头，免密封圈设计，安装方便、可准确定位。多种材质、规格、功能炬管可选，包括并不限制于：耐氢氟酸炬管、耐有机炬管、耐高盐炬管。



**雾化器:** LabICP 1000 标配高效气动雾化器进样系统, 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。



**雾化室:** 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。



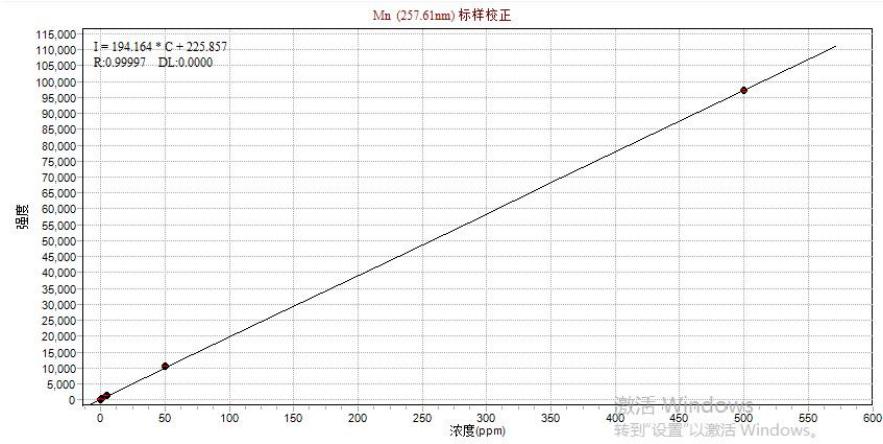
**4 通道 12 辊轴蠕动泵:** LabICP 1000 标配防腐蚀 4 通道 12 辊轴蠕动泵, 确保稳定进样的同时, 可支持进样管、内标管、废液管同时运行。计算机控制蠕动泵泵速, 泵速范围 $-125\text{rpm} \sim 125\text{rpm}$ , 1rpm 连续可调。

### 2.3 检测器系统

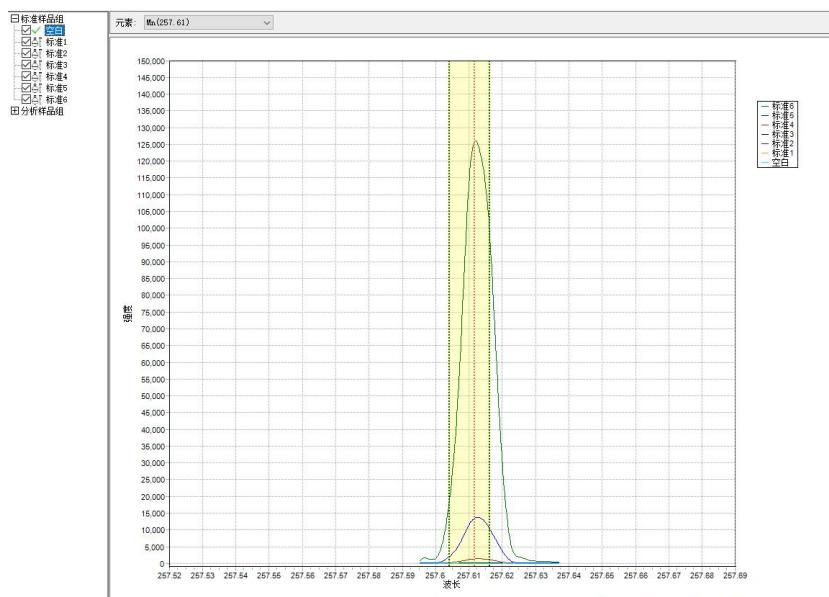
LabICP1000 采用顺序扫描用宽谱高灵敏度 PMT 光电倍增管, 负高压 200~1000V 可调, 负高压稳定性 $\leq 0.05\%$ , 高性能 24 位信号采集系统, 单次采集速率最高 30kHz; 无需低温制冷, 即可实现最小暗电流 $\leq 3\text{nA}$ , 具备单边法和双边法等实时扣除背景功能;

实际测量标准曲线浓度的线性范围线性动态范围: 6 个数量级, (以 Mn257.610nm 来测定, 相关系数 0.9996), 参考下图:

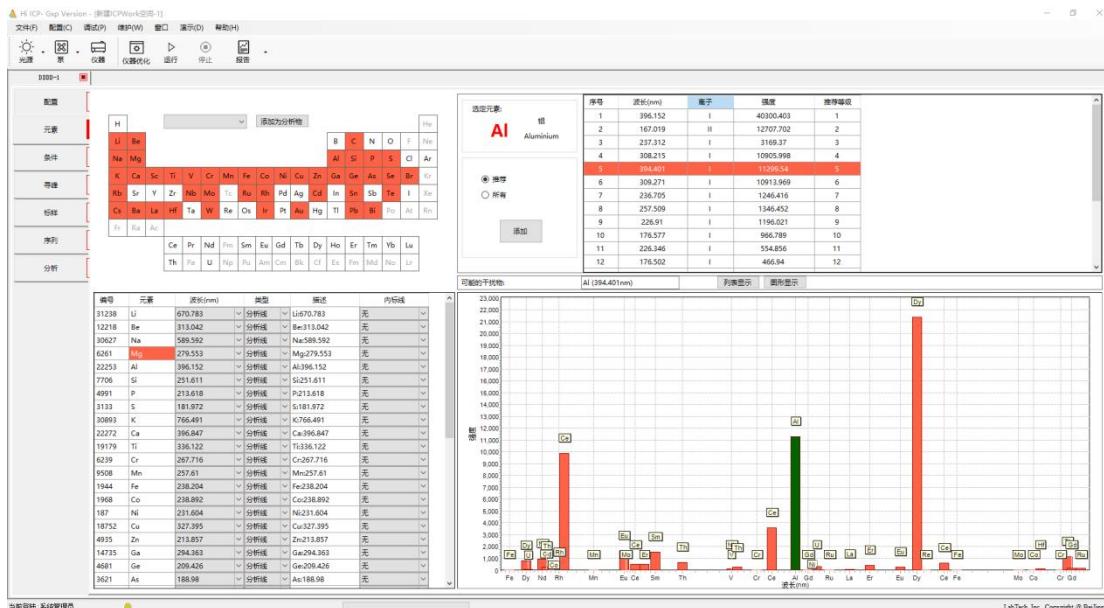
扩展	标样名称	Mn(257.61)
-	标准样品集	
	空白	0.0000
	标准1	0.0050
	标准2	0.0500
	标准3	0.5000
	标准4	5.0000
	标准5	50.0000
	标准6	500.0000
-	分析样品组	



重复数据 校正数据					
序号	标样	强度	方法浓度	计算得到的浓度	偏差
1	空白	226.20	0.0000	0.0018	0.0018
2	标准1	226.40	0.0050	0.0028	-0.0022
3	标准2	235.33	0.0500	0.0488	-0.0012
4	标准3	327.00	0.5000	0.5209	0.0209
5	标准4	1239.20	5.0000	5.2190	0.2190
6	标准5	10657.60	50.0000	53.7263	3.7263
7	标准6	97308.07	500.0000	500.0000	0.0000

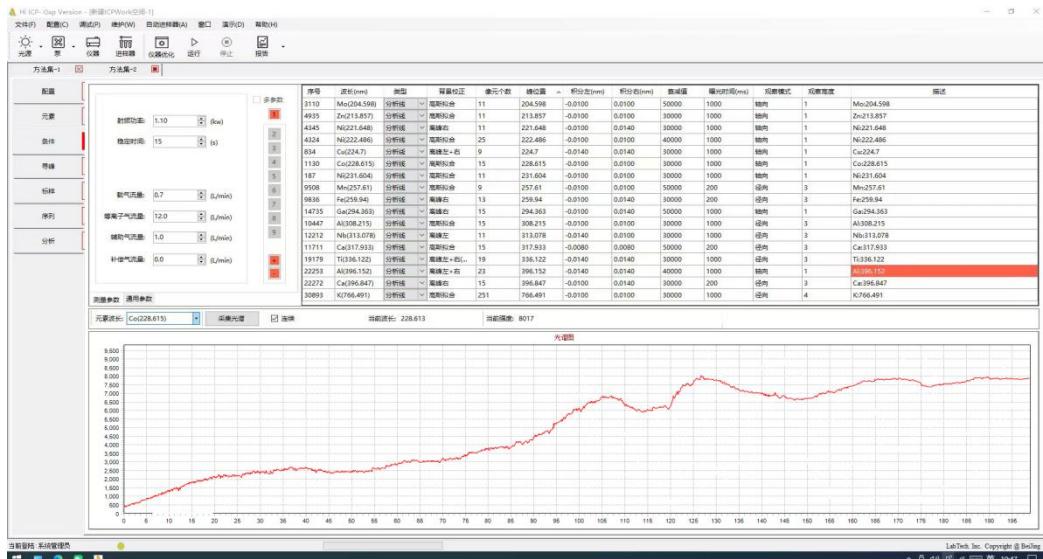


## 2.5 中国人自己的操作软件 Hi ICP



零门槛向导式分析方法开发，所以在 Hi ICP 软件中采用了逻辑连贯的图形化界面，符合国人操作习惯的导引式操作界面，提供测量结果的交叉表报告模块，显著简化分析方法开发流程。

同时又为发烧友级别的客户提供了灵活的参数设置，仪器设置和参数选择可自动完成，包括气体流量、功率、点火、诊断等；个性化元素，个性化设置；具有丰富的谱线库，有各分析线的相对灵敏度和各种干扰的识别，用户可自定义添加谱线。



包括多样化谱图处理功能及数据处理功能，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）；

具有仪器自诊断功能和网络通讯，以及数据后处理功能，后期需要查看初始分析方法中没有设置的元素时，只需在方法中增加需要查看的元素谱线，再处理数据即可获得所需谱线的结果，无需重新分析样品

同一个元素多个不同样品的谱图任意叠加；多元素谱图同时显示；谱图可自动或者手动选择左右背景位置。

软件自动识别新增加附件，例如自动进样器、氢化物发生装置等。

