

# ICPMS 法测定血中的铅、镉元素含量

## ICPMS-201

**摘要：** 本文参考标准 GBZ/T 316.2-2018《血中铅的测定 第 2 部分：电感耦合等离子体质谱法》和 GBZ/T 317.2-2018《血中镉的测定 第 2 部分：电感耦合等离子体质谱法》，使用岛津电感耦合等离子体质谱仪 ICPMS-2030 系列测定了血中铅 (Pb)、镉 (Cd) 的含量。ICPMS-2030 系列测定血中铅、镉金属元素线性相关系数良好， $r > 0.99990$ ；方法检出限低，检出限均优于标准要求的方法检出限；相对标准偏差为 1.23% 和 5.30%，符合标准要求；加标回收率良好，回收率为 95.0% 和 85.8%，高于标准要求。结果表明，该方法检出限低，准确度高，并且能够同时快速的测定血中的铅、镉金属元素。

**关键词：** ICPMS-2030 系列 血液 铅 镉

### 技术特点：

- ❖ 采用直接稀释法，样品前处理简单。
- ❖ 相比原子吸收石墨炉法，电感耦合等离子体质谱法灵敏度和分析效率更高。

在职业卫生检测评价工作当中，由于铅和镉是较为常见且对人体危害较重的金属元素，许多行业如金属冶炼业，化学品制造业、电器机械及器材制造业、电子通信及设备制造业等在生产过程中都会产生重金属的污染，而铅和镉的同时存在将产生联合作用对人体的肝功能是肾功能造成损害。人们长期在含铅尘、铅烟、镉及其化合物的工作场所空气中，这些金属粉尘或烟尘会随人的呼吸系统进入人体内，将血液中的铅、镉的含量升高，最后导致铅中毒和镉中毒，因此通过测定人体血液中铅、镉的浓度，再将测定结果与铅、镉的生物接触限值进行比较就可以了解其对人体健康的危害程度。

以前血中的铅和镉检测方法主要是使用 WS/

T174-1999《血中铅、镉的石墨炉原子吸收光谱测定方法》，该方法使用硝酸溶液对血样进行振摇、离心处理后再使用石墨炉原子吸收光谱仪测定、不仅样品处理的方法过于繁复、而且抗基体干扰能力差。而在最新的职业卫生规范中方法中，采用了电感耦合等离子体质谱法 (ICP-MS) 来测试血中的铅和镉，前处理简单方便，并且 ICP-MS 作为高灵敏度、多元素快速分析的无机质谱技术，是痕量、超痕量元素分析的主要手段。本文参考职业卫生的两个标准，使用岛津电感耦合等离子质谱仪 ICPMS-2030 系列同时测定了血液中铅 (Pb)、镉 (Cd) 元素的含量，该方法可同时测定多种元素，具有灵敏度高，检出限低的优点。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

ICPMS-2030 系列电感耦合等离子质谱仪

### 1.2 分析条件

ICPMS-2030 仪器分析条件见表 1。

表 1 ICPMS-2030 系列分析条件

参 数	参数设定	参 数	参数设定
高频功率	1.20 kW	等离子体气流速	9.0 L/min
辅助气流速	1.10 L/min	载气流速	0.70 L/min
炬管类型	Mini 炬管	雾化器	同心雾化器
雾化室	旋流雾化室	雾化室温度	5°C
采样深度	5.0 mm	高频频率	27.12 MHz
碰撞气体	He	碰撞气流速	6 mL/min
池电压	-21 V	能量过滤器电压	7.0 V

### 1.3 实验室器皿及试剂

实验所用器皿均使用硝酸溶液 (1+1) 浸泡 24 小时后, 用去离子水冲洗, 干燥备用; 实验用硝酸为优级纯; 实验用水为去离子水。

Triton X-100, 优级纯; 硝酸, 优级纯;

铅、镉单元素标准溶液 (1000  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ); Lu、Rh 单元素标准溶液 (100  $\mu\text{g}/\text{mL}$ )。

### 1.4 样品前处理

依据 GBZ/T 295 进行血液样品采集, 将冷藏血样恢复到室温, 充分振摇混匀后, 移取 1.0 mL 血液样品置于 15 mL 聚乙烯离心管内, 加入 9.0 mL 的 0.5% 硝酸 -0.01% Triton-X 溶液; 同时用 1.0 mL 去离子水代替血液样品, 按样品同样处理, 作为样品空白。

## ■ 结果与讨论

### 2.1 标准曲线和检出限

用 0.5% 的  $\text{HNO}_3$  配制铅、镉标准溶液系列, 配制浓度如表 2 所示。内标元素为 Lu 和 Rh, 浓度都为 10  $\mu\text{g}/\text{L}$ 。标准曲线见图 1, 连续测量空白溶液 11 次计算仪器检出限 (IDL) 和方法检出限 (MDL), IDL 和 MDL 结果见表 3。

表 2 标准溶液浓度及分析质量数

元素	质量数 (amu)	内标元素	标准曲线浓度 ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )					
			STD1	STD2	STD3	STD4	STD5	STD6
Pb	208	$^{175}\text{Lu}$	0.0	1.0	5.0	10.0	50.0	100.0
Cd	111	$^{103}\text{Rh}$	0.0	0.1	1.0	10.0	50.0	100.0

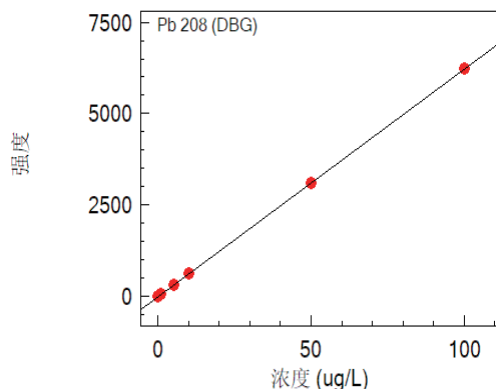


图 1 Pb 元素标准曲线

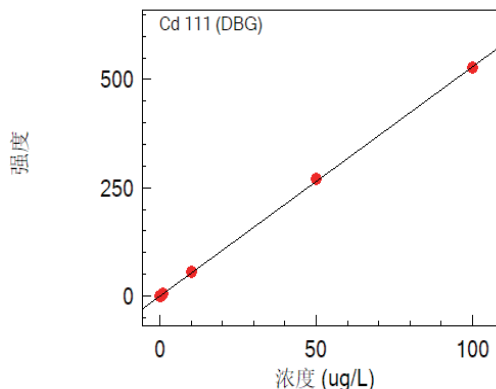


图 2 Cd 元素标准曲线

表 3 仪器检出限和方法检出限

元素	质量数	内标元素	相关系数	IDL ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	MDL ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ) (n=11)	标准中 检出限要求 ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )
Pb	208	$^{175}\text{Lu}$	1.00000	0.0011	0.0006	0.17
Cd	111	$^{103}\text{Rh}$	0.99990	0.0017	0.0014	0.08

### 2.2 样品测定结果及加标回收率

样品按照前处理程序处理后, 使用内标法, 在线内标测定, 测定结果见表 4, 平行样品加入 1  $\mu\text{g}/\text{L}$  标液进行测试, 所得的样品加标回收率为 95.0% 和 85.8%。

表 4 样品测定结果

元素	测定值 (µg/L)	结果 (µg/L)	RSD (%) (n=6)	标准中 RSD 要求 (%)	加标量 (µg/L)	回收率 (%)
<sup>208</sup> Pb	1.27	1.27	1.47	0.6-2.43	1.0	95.0
<sup>111</sup> Cd	N.D.	N.D.	-	2.60-8.70	1.0	85.8

注：N.D. 表示未检出

## ■ 结论

参考国家职业卫生标准 GBZ/T 316.2-2018《血中铅的测定 第 2 部分：电感耦合等离子体质谱法》和 GBZ/T 317.2-2018《血中镉的测定 第 2 部分：电感耦合等离子体质谱法》，使用岛津 ICPMS-2030 系列电感耦合等离子体质谱仪同时测定了血中铅 (Pb)、镉 (Cd) 元素的含量。实验结果表明，该方法检出限低，准确度高，加标回收率在分别为范围内 95.0% 和 85.8%，优于国家标准，适合测试血液中铅和镉的同时检测。

岛津应用云

