

# ICP-AES 法测定工作场所空气中的有害元素

ICP-049

**摘要:** 参考《工作场所空气有毒物质测定》GBZ/T 160.10 – 2004、GBZ/T 160 5 – 2004、GBZT 160.13-2004 和 GBZT 160 25-2004 方法标准, 使用 ICP-AES 法分别测定了质控滤膜 GBW(E) 080211 和 GBW(E) 080212 中的铅、镉、锰、锌含量。实验结果表明, 铅、镉、锰、锌线性关系及重复性良好, 质控滤膜测定结果与标定值吻合, 各元素的方法检出限良好。该方法快速高效, 定量准确, 适用于工作场所空气中重金属浓度的监测、评价、管理及职业卫生监督检查等。

**关键词:** ICP-AES 滤膜工作场所空气粉尘职业接触有害元素

2012 年 3 月 6 日, 国家安全生产监督管理总局通过了《工作场所职业卫生监督管理规定》。工作场所空气中粉尘中的有害元素经呼吸道、消化道、皮肤等吸收, 对人体产生局部刺激和全身毒害作用, 可在体内蓄积, 依其浓度、溶解性、毒性的大小而造成急慢性职业中毒。国家职业卫生标准 GBZ 2.1-2007《工作场所有害

因素职业接触限值化学有害因素》严格规定了工作场所所有有害因素的职业接触限值。本文参考 GBZ/T 160.10 – 2004、GBZ/T 160 5 – 2004、GBZT 160.13-2004、GBZT 160 25-2004 方法标准, 使用 ICP-AES 法分别测定了质控滤膜 GBW(E) 080211- GBW(E) 080212 中的铅、镉、锰、锌含量。

表 1 工作场所空气中铅、镉、锰和锌化学物质容许浓度

有害物质名称	OELs (mg/m <sup>3</sup> )		
	MAC	PC-TWA	PC-STEL
铅尘	-	0.05	-
铅烟	-	0.03	-
镉及其化合物 (按 Cd 计)	-	0.01	0.02
锰及其化合物 (MnO <sub>2</sub> 计)	-	0.15	-
氯化锌烟	-	1	2
氧化锌烟	-	3	5

OELs: 职业接触限值; MAC: 最高容许浓度; PC-TWA: 时间加权平均容许浓度; PC-STEL: 短时间接触容许浓度

## 实验部分

### 1.1 仪器

岛津 ICPE-9000 等离子体发射光谱仪  
仪器稳定后, 按表 2 仪器工作条件测定。

表 2 仪器工作条件

观测方向	等离子体气 (L/min)	辅助气 (L/min)	载气 (L/min)	高频频率 (MHz)	高频输出功率 (kW)	矩管类型	雾化器	雾化室
轴向纵向	10	0.6	0.7	27.12	1.2	Mini	同心	旋流

### 1.2 实验器皿及试剂

实验所用玻璃器皿均用硝酸溶液 (1+1) 浸泡 24 小时后, 用去离子水冲洗, 干燥备用; 实验所用 HClO<sub>4</sub>、HNO<sub>3</sub> 均为优级纯, 实验用水为超纯去离子水。质控滤膜标准品 GBW(E) 080211 和 GBW(E) 080212 (中国疾病预防控制中心中

心职业卫生与中毒控制所)。

### 1.3 样品的前处理

将质控滤膜置于聚四氟乙烯烧杯中,加入高氯酸:硝酸混合酸(1:9)溶液5 mL,盖上表面皿,在电热板上加热。温度控制在200℃左右,待消化液基本挥发干时,取下稍冷用1%的硝酸溶解残渣并转移至容量瓶中,去离子水定容至25 mL,待测。

### 1.4 仪器参数和分析线的选择

根据表2制备Cd、Pb、Mn和Zn元素的混合标准溶液,含1%硝酸。

表3 不同元素标准曲线浓度

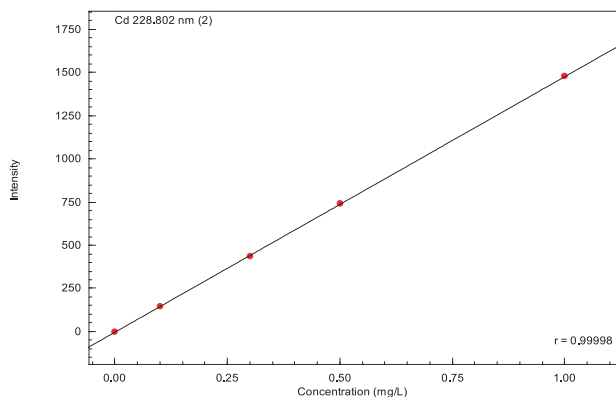
元素	标准曲线浓度 (mg/L)				
	STD1	STD2	STD3	STD4	STD5
Cd**	0	0.10	0.30	0.50	1.00
Pb*	0	0.10	0.30	0.50	1.00
Mn**	0	0.50	1.00	3.00	5.00
Zn**	0	1.00	3.00	5.00	15.00

\*: 轴向观测 \*\*: 纵向观测

## 结果与讨论

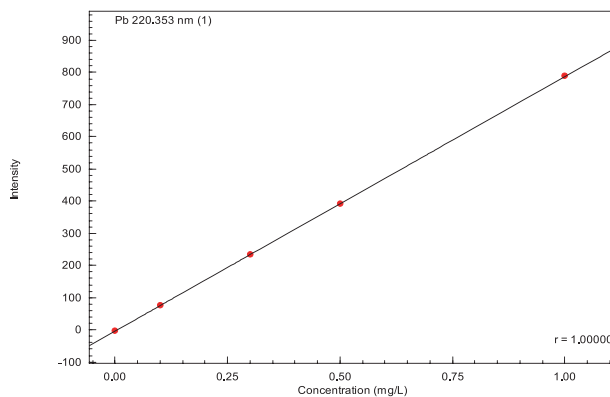
### 2.1 标准曲线与轮廓图

各元素的标准曲线如下:



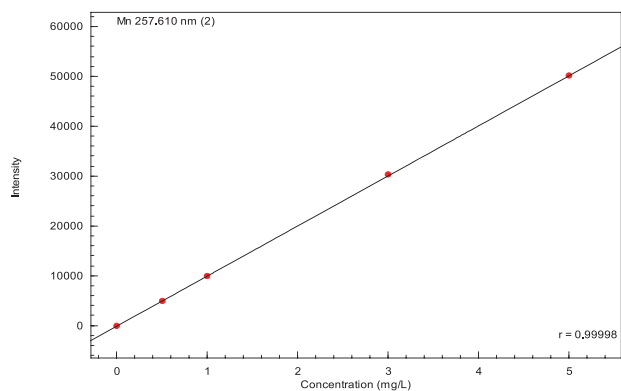
R=0.99998

图1 镉的标准曲线



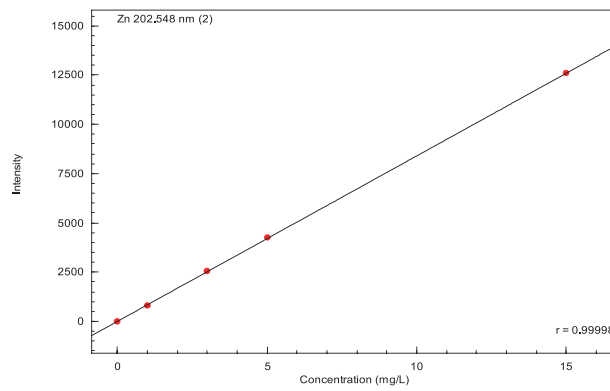
R=1.00000

图1 铅的标准曲线



R=0.99998

图3 锰的标准曲线



R=0.99998

图4 锌的标准曲线

## 2.2 各元素谱峰轮廓图

各元素的轮廓图如下:

Cd 228.802 Best  
条件2

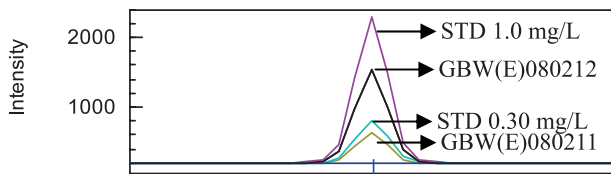


图 5 镉的谱峰轮廓

Pb 220.353 Best  
条件 1

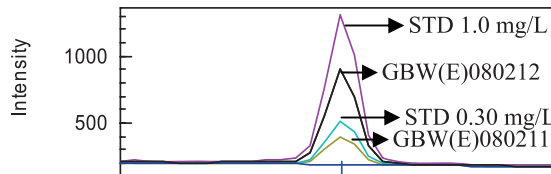


图 6 铅的谱峰轮廓

Mn 257.610 Best  
条件2

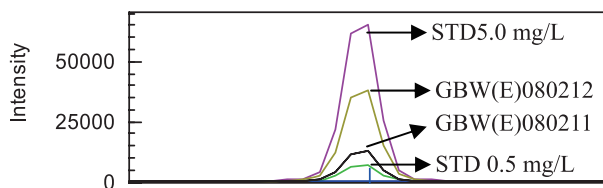


图 7 锰的谱峰轮廓

Zn 202.548 Best  
条件 2

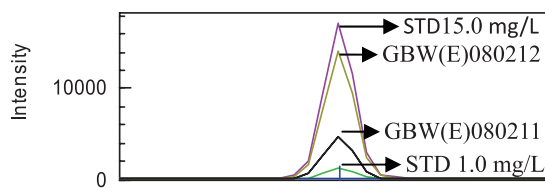


图 8 锌的谱峰轮廓

## 2.3 方法的检出限

对空白标准溶液的分析元素进行 10 次测定, 取 3 倍的空白标准偏差所对应的浓度即为各元素的检出限, 其结果见表 4。

表 4 各元素的检出限

元素名称	Cd	Mn	Pb	Zn
检出限 (μg/L)	0.21	0.07	2.0	0.24

## 2.4 质控滤膜标准品测定结果及标准值

按实验方法对 GBW(E) 080211 - GBW(E) 080212 质控滤膜样品进行分析, 分析结果见表 5。

表 5 质控滤膜 GBW(E) 080211 和 GBW(E) 080212 测定结果及标准值

元素名称	Cd	Mn	Pb	Zn
测定结果 (μg/张)	5.45	23.45	4.85	106
GBW(E) 080211(μg/张) 标准值	5.6±0.2	23±1	4.8±0.3	110±4
RSD (%)	1.99	0.58	0.21	0.93

元素名称	Cd	Mn	Pb	Zn
测定结果 (μg/张)	16.70	71.50	14.30	305
GBW(E) 080212标准值 (μg/张)	17.7±1.0	72±4	14.5±0.8	295±11
RSD (%)	0.28	0.44	0.90	0.32

## 结论

本文参考《工作场所空气有毒物质测定》GBZ/T 160.10 - 2004、GBZ/T 160.5 - 2004、GBZ/T 160.13-2004 和 GBZ/T 160.25-2004 方法标准, 使用 ICP-AES 法分别测定了质控滤膜 GBW(E) 080211 和 GBW(E) 080212 中的铅、镉、锰、锌含量。实验结果表明, 铅、镉、锰、锌线性关系及重复性良好, 质控滤膜测定结果与标定值吻合, 各元素的方法检出限良好。该方法快速高效, 定量准确, 适用于工作场所空气中重金属浓度的监测、评价、管理及职业卫生监督检查等。