

# ICP-AES 法测定垃圾填埋场渗滤液中的多种金属元素

ICP-094

**摘要：**本文参考 GB 16889-2008《生活垃圾填埋场污染控制标准》和 HJ 564-2010《生活垃圾填埋场渗滤液处理工程技术规范（试行）》，采用 ICP-AES 法测定了欧洲标准物质 LGC-6177 垃圾填埋场渗滤液中的 10 种金属元素的含量。实验结果表明，该方法线性相关系数良好  $r>0.99995$ ，方法检出限低，精密度高，RSD 小于 2.0%，测定结果与标准值吻合，可同时测定垃圾渗滤液中的多种金属元素。

**关键词：**环境 垃圾渗滤液 金属 ICP-AES

垃圾填埋场渗滤液是一种高浓度有机废水， $\text{NH}_4^{+}-\text{N}$  含量高，而且含有多种重金属离子。垃圾渗滤液中的污染物主要来自：垃圾本身含有的大量可溶性有机物和无机物；在雨水、地表水或地下水的浸入过程中所溶解而进入渗滤液的有机物和无机物；垃圾通过生物、物理、化学作用产生的可溶性物质以及覆土和周围土壤中进入渗滤液的可溶性物质。垃圾渗滤液作为高浓度有机废水，若未经处理直接排放，对填埋场周围的地下水、地表水和土壤均会造成严重的污染。在渗滤液处理的试

验研究和工程实践中，人们有时不加区别地认为，重金属离子会对生物处理过程产生严重的抑制和毒害作用，因此在生物处理前需经预处理去除重金属离子。事实上，许多渗滤液中的重金属离子浓度很低，不会对生化处理造成危害。但有时会由于接纳某些工业垃圾造成重金属离子浓度超标，则应对工业垃圾进行预处理。因而对渗滤液中重金属有一个全面深入的认识是非常必要的。本文使用 ICP-AES 法建立了测定垃圾填埋场渗滤液中的多种金属元素的分析方法。

## 实验部分

### 1.1 仪器

岛津 ICPE-9000 全谱发射光谱仪

### 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，实验用水为超纯去离子水。

LGC-6177 垃圾填埋场渗滤液（英国政府化学家实验室）

### 1.3 样品的前处理

LGC-6177 垃圾填埋场渗滤液中 Ca、Mg、K 和 Na 元素稀释 100 倍后进行测定；Fe 元素稀释 12.5 倍进行测定，其他元素直接进样测定。

### 1.4 仪器参数

对于主含量元素的检测，适合采用轴向和纵向观测方式，可获得较大线性范围，实现高低元素含量同时分析。本试验的仪器工作条件如表 1 所示。

表 1 仪器工作条件

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

## 结果讨论

### 2.1 标准曲线

使用 5.0%（体积比）硝酸溶液配制 B, Ca, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, P, K 和 Na 元素的不同浓度的标准溶液于 100 mL 容量瓶中，如表 2。

表 2 各元素标准曲线浓度及测定波长

测定元素	波长 (nm)	标准曲线浓度 (mg/L)							
		Blank	STD1	STD2	STD3	STD4	STD5	STD6	STD7
B	249.773	0	--	--	3	5	10	20	--
Ca*	317.933	0	0.5	1	3	5	--	--	--
Cr	205.552	0	0.1	0.3	0.5	1	--	--	--
Fe	238.204	0	0.5	1	3	5	--	--	--
Mg*	279.553	0	0.5	1	3	5	--	--	--
Mn	257.610	0	0.1	0.3	0.5	1	--	--	--
Ni	231.604	0	0.1	0.3	0.5	1	--	--	--
P	177.499	0	--	--	3	5	10	20	
K*	766.490	0	--	--	--	5	10	20	50
Na*	589.592	0	--	--	--	5	10	20	40

\*: 采用纵向观测

## 2.2 部分元素的标准曲线

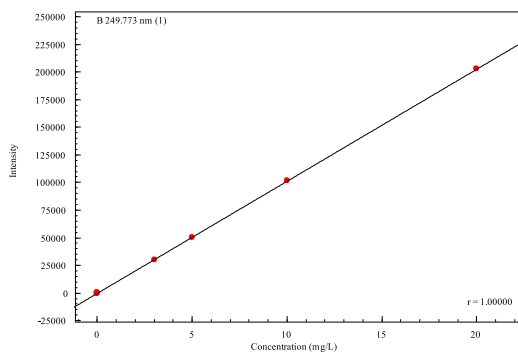


图 1 B 元素标准曲线

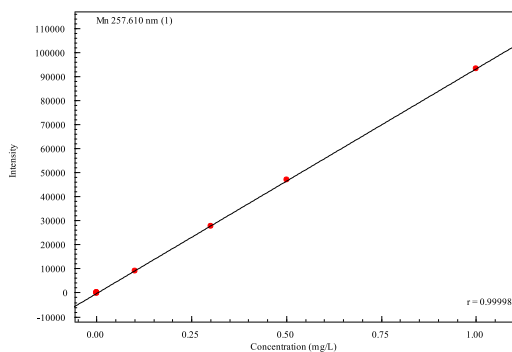


图 2 Mn 元素标准曲线

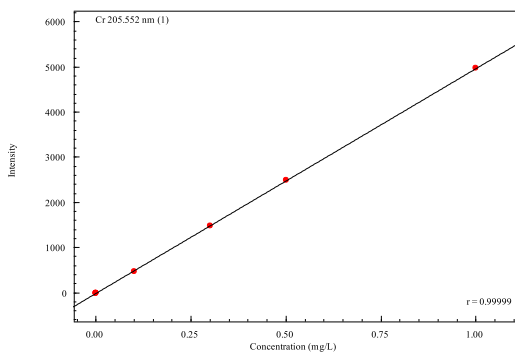


图 3 Cr 元素标准曲线

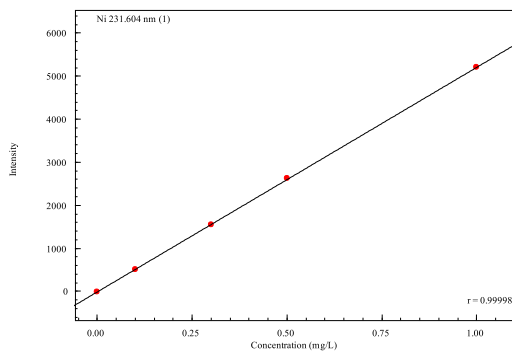


图 4 Ni 元素标准曲线

### 2.3 部分元素的谱峰轮廓

多元素同时分析时，因为发出的谱线数量非常多，所以谱线可能存在重叠（称为光谱干扰）。当样品中含多种组分并存在光谱干扰时，岛津 ICPEsolution 软件具有独特的“最佳波长优化”功能，可根据各元素波长灵敏度以及相互干扰情况，自动选择最佳波长。如图 5 所示。所选各元素分析波长如图 6~9。

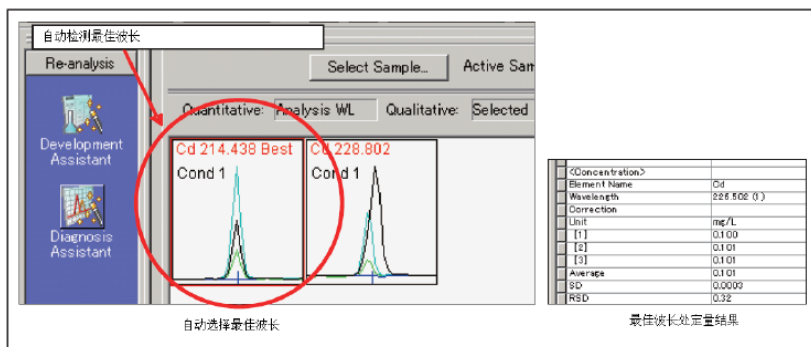


图 5 ICPEsolution 软件“自动选择最佳波长”功能示意图

B 249.773 Best  
条件1

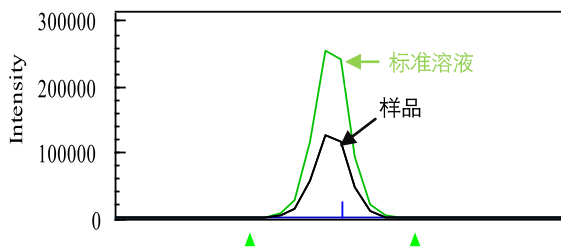


图 6 B 元素谱峰轮廓图

Mn 257.610 Best  
条件1

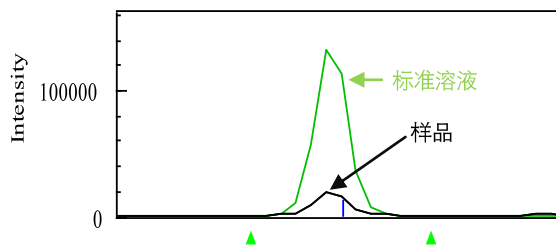


图 7 Mn 元素谱峰轮廓图

Cr 205.552 Best  
条件1

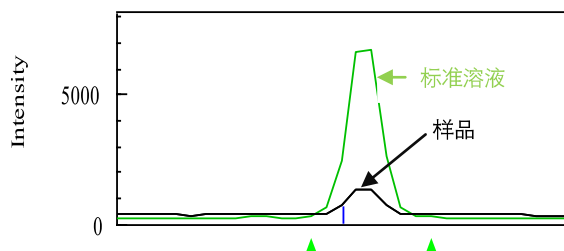


图 8 Cr 元素谱峰轮廓图

Ni 231.604 Best  
条件1

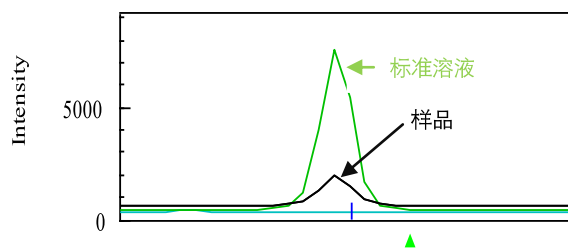


图 9 Ni 元素谱峰轮廓图

### 2.4 方法检出限和精密度实验及垃圾渗滤液样品分析结果

使用 ICP-AES 法直接测定欧洲标准物质 LGC-6177 垃圾填埋场渗滤液中的 10 种金属元素，同时对样品空白的分析元素进行 10 次测定，软件中设置 [显示定量下限]，标准曲线自动计算各元素的检出限（ $3\sigma$ ）。

表3 LGC-6177 垃圾填埋场渗滤液样品分析结果

测定元素	检出限 (mg/L)	LGC-6177 标准值	LGC-6177 测定结果	单位	RSD (%)
B	0.0005	9.8±0.5	9.86	mg/L	0.48
Ca*	0.006	74.8±1.7	73.1	mg/L	0.75
Cr	0.0004	0.18±0.02	0.16	mg/L	0.69
Fe	0.0003	3.8±0.2	3.99	mg/L	0.57
Mg*	0.00006	73.5±2.7	73.8	mg/L	0.12
Mn	0.00005	0.14±0.02	0.13	mg/L	0.41
Ni	0.0007	0.21±0.02	0.19	mg/L	0.46
P	0.008	11.5±1.5	13	mg/L	0.23
K*	0.20	780±14	787	mg/L	1.21
Na*	0.04	1750±29	1760	mg/L	0.74

## 结论

本文采用 ICP-AES 法测定了欧洲标准物质 LGC-6177 垃圾填埋场渗滤液中的 10 种金属元素的含量。实验结果表明，该方法线性相关系数良好  $r > 0.99995$ ，方法检出限低，精密度高，RSD 小于 2.0%，测定结果与标准值吻合，可同时测定垃圾渗滤液中的多种金属元素。该方法对垃圾渗滤液中金属元素含量监控处理和环境影响评价具有一定指导意义。