

# ICP-MS 测试变性燃料乙醇和燃料乙醇中总氯含量

## ICPMS-238

**摘要：**使用电感耦合等离子体质谱仪结合有机进样系统建立了一种简单快速测定变性燃料乙醇和燃料乙醇中总氯含量的分析方法。实验结果表明：线性相关系数  $r > 0.9999$ ，检出限为 0.013 mg/L，加标回收率为 91.0%。该方法分析速度快，灵敏度高，稳定性好，可以准确分析变性燃料乙醇和燃料乙醇中总氯含量，间接监控变性燃料乙醇和燃料乙醇中无机氯含量，满足 GB 18350-2013《变性燃料乙醇理化指标》中无机氯检测需求，可以作为 GB/T 40062-2021《变性燃料乙醇和燃料乙醇中总无机氯的测定方法 离子色谱法》的替代。

**关键词：**ICP-MS 燃料乙醇 总氯 无机氯

### 技术特点：

- ❖ 使用有机进样系统进样，样品无需前处理，测试效率高；
- ❖ 使用氦氧混合气有效避免碳沉积现象，测试稳定性好。

乙醇由于其生产原料来源广、生产过程简单、燃烧释放能量高以及燃烧排污小等优点而日益得到重视。变性燃料乙醇是在乙醇中加入适量变性剂制成，作为混配汽油的专用酒精，可以提高汽油的辛烷值，使其燃烧完全。

绿色能源的开发随着石油资源的逐渐枯竭受到广泛关注。变性燃料乙醇作为一种绿色再生能源，既可缓解我国当前石油紧缺的矛盾，又可将丰富的玉米资源转化为工业能源，促进农业产业化进程，同时还可有效降低汽车尾气中有害物质排放，为保护生态环境做贡献。

变性燃料乙醇经过燃烧后转变为二氧化碳和水，其所含有的氯化物可能会腐蚀内燃机，降低发动机

使用寿命。GB 18350-2013《变性燃料乙醇理化指标》中无机氯的限值为 8 mg/L，因此快速准确测试变性燃料乙醇中无机氯含量至关重要。

目前测试变性燃料乙醇和燃料乙醇中无机氯含量的方法主要是离子色谱法，但该方法需要对样品进行挥发处理后转化为水相进行测试，耗时长，分析效率低。ICP-MS 检出限低，多元素同时测试，分析速度快，广泛应用于各个领域。本文使用 ICP-MS 建立了一种快速准确测试变性燃料乙醇和燃料乙醇中总氯的测试方法，具有对变性燃料乙醇和燃料乙醇中无机氯含量起到监控意义，可以作为 GB/T 40062-2021《变性燃料乙醇和燃料乙醇中总无机氯的测定方法 离子色谱法》的替代。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器配置

表 1 ICP-MS 仪器配置

仪器	:	ICPMS-2050 LF
雾化器	:	同心雾化器
雾化室	:	旋流雾化室
炬管	:	四重炬管
采样锥	:	铂锥
截取锥	:	铂锥

## 1.2 分析条件

ICP-MS 仪器分析条件见表 2。

表 2 ICP-MS 分析条件

高频功率	: 1.60 kW	雾化室温度	: -5°C
等离子体气流速	: 20.0 L/min	池气体	: He
辅助气流速	: 0.50 L/min	气体流速	: 5 mL/min
载气流速	: 0.55 L/min	池电压	: -40 V
混合气	: 0.35 L/min	能量过滤器电压	: 6.0 V
采样深度	: 8.0 mm	积分时间	: 10 s

## 1.3 样品前处理

样品无需处理直接上机测试；

加标样品制备：取 50 mL 样品，加入 100  $\mu$ L 氯元素单标溶液（1000 mg/L），此时加标量为 2.00 mg/L。

## ■ 结果与讨论

### 2.1 溶液配制

标准溶液：使用质谱纯无水乙醇配制氯元素标准溶液系列，浓度见表 3。

表 3 标准溶液系列 (mg/L)

元素	STD0	STD1	STD2	STD3	STD4	STD5	STD6
<sup>35</sup> Cl	0.00	0.20	0.50	1.00	2.50	5.00	10.0

### 2.2 标准曲线

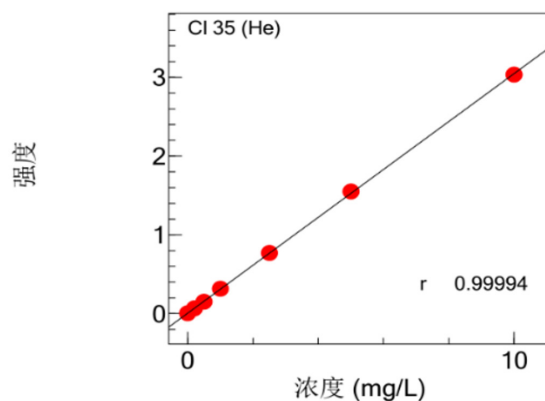


图 1 标准曲线图

### 2.3 检出限考察

使用样品空白溶液测定 11 次，分别以样品空白浓度的 3 倍和 10 倍标准偏差 (SD) 计算方法检出限和定量限，结果见表 4，满足标准 GB 40062-2021 中检出限低于 0.02 mg/L 的要求。

表 4 检出限和定量限

分析元素	方法检出限 (mg/L)	方法定量限 (mg/L)
Cl	0.013	0.042

## 2.4 样品分析结果及准确度考察

使用 ICPMS-2050LF 测定了燃料乙醇中总氯含量，并通过样品加标回收率实验进行准确度考察。实验结果见表 5 所示，该产品中总氯含量为 3.70 mg/L，低于 GB 18350-2013《变性燃料乙醇理化指标》中无机氯的限值为 8 mg/L 的要求，从而可以判断该产品中无机氯低于限值要求。

表 5 燃料乙醇样品分析结果及加标回收率

分析元素	测试值 (mg/L)	RSD (% , n=6)	加标量 (mg/L)	加标后测定值 (mg/L)	加标回收率 (%)
Cl	3.70	1.15	2.00	5.52	91.0

## 2.5 稳定性考察

完成准确度考察，连续测试样品 70 次，计算每次测定结果与平均值的比值，绘制稳定曲线如图 2 所示，分析结果稳定性在 5% 之内。

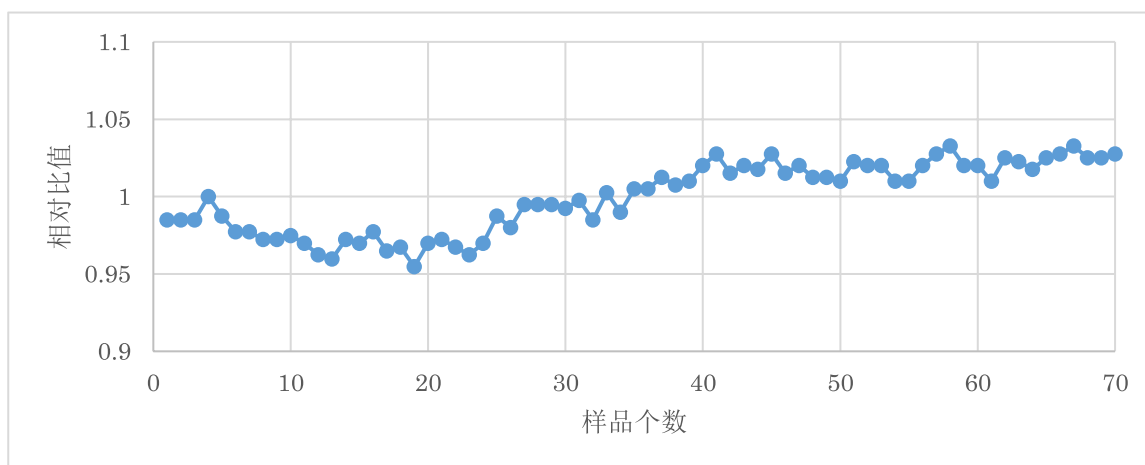


图 2 稳定性曲线图

## ■ 结论

本文使用 ICPMS-2050LF 电感耦合等离子体质谱仪结合有机进样系统，建立了快速准确测试变性燃料乙醇和燃料乙醇总氯元素的分析方法。该方法准确度高，检出限低，测试速度快，满足 GB 18350-2013《变性燃料乙醇理化指标》中无机氯 8 mg/L 的质控要求，可对变性燃料乙醇和燃料乙醇中无机氯含量进行监控。

岛津应用云

