# ICP-AES、ICP-OES、ICP-MS、AAS 的区别？

【ICP】即：电感耦合等离子体。但有时，人们也可能会在口语中，以简称的“ICP”来代替“ICP-OES，和 ICP-AES”。ICP-MS，就是“以 ICP 方式离子化的”质谱——也就是说，还有其它种类的质谱，有时，人们也会叫“ICP 质谱”。那么他们和 AAS 有何区别?在选择分析方法时该如何选择?本文告诉你!

**先说ICP-AES、ICP-OES**




对于拥有 ICP-AES 技术背景的人来讲，ICP-MS 是一个以质谱仪作为检测器的等离子体(ICP)，而质谱学家则认为 ICP-MS 是一个以 ICP 为源的质谱仪。事实上，ICP-AES 和 ICP-MS 的进样部分及等离子体是及其相似的。ICP-AES 测量的是光学光谱(165～800nm)，ICP-MS 测量的是离子质谱，提供在 3～250 amu 范围内每一个原子质量单位(amu)的信息，因此，ICP-MS 除了元素含量测定外，还可测量同位素。

**和 AAS、ICP-MS 比较**

AAS 是原子吸收光谱,因为只利用原子光谱中单色光照射,所以只能检测一种元素的含量,不过检测限比较低而且重现性比较好.ICP-AES 是原子发射光谱,检测原子光谱中的多条谱线.检测限也比较低,而且多通道的可以同时检测多种原子和离子.比较方便.重现性也不错.ICP-MS 是 ICP 质谱联用.利用质谱检测同位素含量来检测元素的含量.检出限最低.效果最理想。

适用范围：AAS 用于已知元素含量的检测.ICP 可以用于已知,也可以用于未知.适合多元素分析.ICP-MS 由于比较贵而且检出限最低,一般是用作标准测量的时候。

1.检出限

ICP-MS 的检出限给人极深刻的印象，其溶液的检出限大部份为 ppt 级(必需记牢，实际的检出限不可能优于你实验室的清洁条件)，石墨炉 AAS 的检出限为亚 ppb 级， ICP-AES 大部份元素的检出限为 1～10ppb，一些元素在洁净的试样中也可得到令人注目的亚 ppb 级的检出限。必须指出，ICP-MS 的 ppt 级检出限是针对溶液中溶解物质很少的单纯溶液而言的，若涉及固体中浓度的检出限，由于 ICP-MS 的耐盐量较差，ICP-MS 检出限的优点会变差多达 50 倍，一些普通的轻元素(如 S、Ca、Fe 、K、 Se)在 ICP-MS 中有严重的干扰，也将恶化其检出限。

2.干扰

以上三种技术呈现了不同类型及复杂的干扰问题，为此，我们对每个技术分别予以讨论。

ICP-MS 的干扰:质谱干扰、基体酸干扰、双电荷离子干扰、基体效应、电离干扰、空间电荷效应。

ICP-AES 干扰：光谱干扰、基体效应、电离干扰。

GFAAS 干扰：光谱干扰、背景干扰、气相干扰、基体效应。

3.容易使用度

在日常工作中，从自动化来讲，ICP-AES 是最成熟的，可由技术不熟练的人员来应用 ICP-AES 专家制定的方法进行工作。ICP-MS 的操作直到现在仍较为复杂，自 1993 年以来，尽管在计算机控制和智能化软件方面有很大的进步，但在常规分析前仍需由技术人员进行精密调整，ICP-MS 的方法研究也是很复杂及耗时的工作。GFAAS 的常规工作虽然是比较容易的，但制定方法仍需要相当熟练的技术。

4.试样中的总固体溶解量 TDS

在常规工作中，ICP-AES 可分析 10%TDS 的溶液，甚至可以高至 30%的盐溶液。在短时期内 ICP-MS 可分析 0.5%的溶液，但大部分分析人员乐于采用最多 0.2%TDS 的溶液。当原始样品是固体时，与 ICP-AES，GFAAS 相比，ICP-MS 需要更高倍数的稀释，其折算到原始固体样品中的检出限显示不出很大优势的现象也就不令人惊奇了。

5.线性动态范围 LDR

ICP-MS 具有超过 105 的 LDR，各种方法可使其 LDR 开展至 108，但不管如何，对 ICP-MS 来说：高基体浓度会导致许多问题，而这些问题的最好解决方案是稀释，正由于这个原因，ICP-MS 应用的主要领域在痕量/超痕量分析。

GFAAS 的 LDR 限制在 102～103，如选用次灵敏线可进行高一些浓度的分析。

ICP-AES 具有 105 以上的 LDR 且抗盐份能力强，可进行痕量及主量元素的测定，ICP-AES 可测定的浓度高达百分含量，因此，ICP-AES 外加 ICP-MS，或 GFAAS 可以很好地满足实验室的需要。

6.精密度

ICP-MS 的短期精密度一般是 1～3% RSD，这是应用多内标法在常规工作中得到的。长期(几个小时)精密度为小于 5%RSD。使用同位素稀释法可以得到很好的准确度和精密度，但这个方法的费用对常规分析来讲是太贵了。

ICP-AES 的短期精密度一般为 0.3～2%RSD，几个小时的长期精密度小于 3%RSD。

GFAAS 的短期精密度为 0.5～5%RSD，长期精密度的因素不在于时间而视石墨管的使用次数而定。

7.样品分析能力

ICP-MS 有惊人的能力来分析大量测定痕量元素的样品，典型的分析时间为每个样品小于 5 分钟，在某些分析情况下只需 2 分钟。Consulting 实验室认为 ICP-MS 的主要优点即是其分析能力。

ICP-AES 的分析速度取决于是采用全谱直读型还是单道扫描型，每个样品所需的时间为 2 或 6 分钟，全谱直读型较快，一般为 2 分钟测定一个样品。

GFAAS 的分析速度为每个样品中每个元素需 3～4 分钟，晚上可以自动工作，这样保证对样品的分析能力。

根据溶液的浓度举例如下，以参考：

1.每个样品测定 1～3 个元素，元素浓度为亚或低于 ppb 级，如果被测元素要求能满足的情况下，GFAAS 是最合适的。

2.每个样品 5～20 个元素，含量为亚 ppm 至%，ICP-AES 是最合适的。

3.每个样品需测 4 个以上的元素，在亚 ppb 及 ppb 含量，而且样品的量也相当大，ICP-MS 是较合适的。

无人控制操作：ICP-MS，ICP-AES，和 GFAAS，由于现代化的自动化设计以及使用惰性气体的安全性，可以整夜无人看管工作。

运行的费用：ICP-MS 开机工作的费用要高于 ICP-AES，因为 ICP-MS 的一些部件有一定的使用寿命而且需要更换，这些部件包括了涡轮分子泵、取样锥和截取锥以及检测器。对于 ICP-MS 和 ICP-AES 来讲，雾化器与炬管的寿命是相同的。如果实验室选用了 ICP-AES 来取代 ICP-MS，那么实验室最好能配备 GFAAS。GFAAS 应计算其石墨管的费用。在上述三种技术中 Ar 气的费用是一笔相当的预算，ICP 技术 Ar 费用远高于 GFAAS。

附：

表 1. ICP-MS, ICP-AES, GFAAS 的简单比较

| | ICP-MS | ICP-AES | Flame AAS | GFAAS |
|---|---|---|---|---|
| 检出限 | 绝大部分元素非常杰出 | 绝大部分元素很好 | 部分元素较好 | 部分元素非常杰出 |
| 样品分析能力 | 每个样品的所有元素2-6分钟 | 每分钟每个样品的5-30个元素 | 每个样品每个元素15秒 | 每个样品每个元素4分钟 |
| 线性动态范围 | 108 | 105 | 103 | 102 |
| 精密度短期长期（4小时） | 1～3%< 5%使用内标可改善精密度 | 0.3～2%< 3% | 0.1～1% | 1～5% |
| 干扰光(质)谱化学(基体)电离质量效应同位素 | 少中等很少高的对低的影响?有 | 多几乎没有很少不存在无 | 几乎没有多有一些不存在无 | 少多很少不存在无 |
| 固体溶解量(最大可容忍量) | 0.1-0.4% | 2-25% | 0.5-3% | >20% |
| 可测元素数 | > 75 | >73 | > 68 | >50 |
| 样品用量 | 少 | 多 | 很多 | 很少 |
| 半定量分析 | 能 | 能 | 不能 | 不能 |
| 同位素分析 | 能 | 不能 | 不能 | 不能 |
| 日常操作 | 容易 | 容易 | 容易 | 容易 |
| 方法试验开发 | 需要专业技术 | 需专业技术 | 容易 | 需专业技术 |
| 无人控制操作 | 能 | 能 | 不能 | 能 |
| 易燃气体 | 无 | 无 | 有 | 无 |
| 操作费用 | 高 | 高 | 低 | 中等 |
| 基本费用 | 很高 | 高 | 低 | 中等/高 |

表 2.检出限比较

| Element | ICP-MS | ICP-AES | Flame AAS | GFAAS |
|---|---|---|---|---|
| As | <0.050 | <10 | <500 | <1 |
| Al | <0.010 | <4 | <50 | <0.5 |
| Ba | <0.005 | <0.2 | <50 | <1.5 |
| Be | <0.050 | <0.2 | <5 | <0.05 |
| Bi | <0.005 | <10 | <100 | <1 |
| Cd | <0.010 | <1 | <5 | <0.03 |
| Ce | <0.005 | <15 | <200000 | ND |
| Co | <0.005 | <2 | <10 | <0.5 |
| Cr | <0.005 | <3 | <10 | <0.15 |
| Cu | <0.010 | <2 | <5 | <0.5 |
| Gd | <0.005 | <5 | <4000 | ND |
| Ho | <0.005 | <2 | <80 | ND |
| In | <0.010 | <10 | <80 | <0.5 |
| La | <0.005 | <1 | <4000 | ND |
| Li | <0.020 | <1 | <5 | <0.5 |
| Mn | <0.005 | <0.5 | <5 | <0.06 |
| Ni | <0.005 | <2 | <20 | <0.5 |
| Pb | <0.005 | <10 | <20 | <0.5 |
| Se | <0.10 | <10 | <1000 | <1.0 |
| Tl | <0.010 | <10 | <40 | <1.5 |
| U | <0.010 | <20 | <100000 | ND |
| Y | <0.005 | <0.5 | <500 | ND |
| Zn | <0.02 | <0.5 | <2 | <0.01 |

仪器销售 18566634049