

AES 知识问答——原理篇

1、光谱分类及原子光谱分析方法有哪些？

光谱按强度随波长或频率的分布轮廓，可分为线状光谱、带状光谱和连续光谱；按能量传递方式可分为吸收光谱、发射光谱、荧光光谱和拉曼光谱；按电磁辐射的本质，光谱可分为：原子光谱、分子光谱、X 射线能谱、 γ 射线能谱等。电磁波谱根据能量的高低排列由短波段的 γ 射线、X 射线到紫外光、可见光、红外光再到长波段的微波和射频波，如表 1 所示的光谱类型。

表 1 电磁波谱与相关的光谱类型

波长范围	电磁波区域	光谱分析类型
<0.005nm	γ 射线区	(穆斯堡尔谱)
0.005~10nm	X 射线区	(X 射线荧光光谱)
10~200nm	真空紫外区	原子光谱
200~400nm	近紫外区	
400~800nm	可见光区	
0.8~2.5 μ m	近红外光区	分子光谱
2.5~50 μ m	中红外光区	
50~1000 μ m	远红外光区	
1~300mm	微波区	(核磁共振波谱)
>300mm	射频区	

原子是由原子核和核外电子组成的，核外电子处在不同的轨道上即不同的能级上，能量变化是量子化的。当最外层电子产生跃迁时，所发射或吸收的光谱即为原子光谱，原子光谱属于线状光谱，是元素的固有特征。

原子光谱的分析技术包括原子发射光谱 (AES)、原子吸收光谱 (AAS) 和原子荧光光谱 (AFS) 及 X 射线荧光光谱 (XRF) 分析方法。

2、什么是 AES？常见的 AES 仪器有哪些？

AES 的全称是 “Atomic Emission Spectrometry”，即原子发射光谱，其产生的原理是由原子中核外电子受到外来能量的激发，跃迁到激发态，再由高能态回

到较低的能态或基态时，以辐射形式释放能量而产生的光谱。

基于 AES 技术的仪器有：火花/电弧源原子发射光谱仪（AES）、电感耦合等离子体原子发射光谱仪（ICP-AES 或 ICP-OES）、辉光放电原子发射光谱仪（GD-OES）等。通常 AES 指火花源原子发射光谱仪，也叫直读光谱仪。

3、光谱仪定性和定量计算原理是什么？

光谱仪是指能够将光源发射出来的具有各种波长的复色光按照波长顺序展开，并通过检测器测量不同波长光谱强度的仪器。利用光谱仪获得的元素特征波长信息可以定性判断样品中是否含有该元素；通过元素特征谱线的强度可以定量计算该元素含量，即利用一系列标样制定工作曲线，对比待测试样和工作曲线坐标上的强度，得到待测试样精确的含量。

4、直读光谱仪器的误差来源有哪些？

1)系统误差也叫可测误差，一般包括仪器的本身波动；样品的给定值和实际值存在一定的偏差（标准样品的元素定值方法可能和实际检测方法不一致，这样检测结果会有方法上的差异；同一种方法的检测结果也存在一定的波动）；待测样品和系列标样之间存在成分的差异，可能导致在蒸发、解离过程中的误差，如背景强度的差别和基体蒸发的差异等。

2)偶然误差是一种无规律性的误差，如试样不均匀；检测时周围的温湿度、电源电压等的变化；样品本身的成分差异等。

3)过失误差是指分析人员工作中的操作失误所得到的结果，可以避免。如制样不精确，样品前处理不符合要求，控样和待测试样存在制样偏差，选择了错误的分析程序等。

5、直读光谱仪有哪些种类？

直读光谱仪可以有不同的划分方法。

根据光栅所处的环境不同，可分为真空型和非真空型直读光谱仪，其中非真空型直读光谱仪又可分为空气型直读光谱仪（无法测定真空紫外波段的 C、P、S、As 等元素含量）和充惰性气体型直读光谱仪（可以测定真空紫外元素）；

根据仪器的结构不同，又可分为多道直读光谱仪和全谱直读光谱仪，其中前

者多采用光电倍增管作为检测器，后者多采用阵列检测器（如 CCD）。

随着 CCD 技术的不断发展，直读光谱仪开始朝小型化、全谱型方向发展。小型化仪器功耗小，占用空间小且易于维护；全谱直读光谱仪能够获得全波段范围内的光谱，满足多基体分析要求，谱线选择灵活，可以有效扣除光谱干扰，分析更准确，而多道直读光谱仪只能检测有限数量的光谱，很难做到这一点。

