

ICP-AES 法测定铝合金中的多种金属元素

ICP-099

摘要: 本文参考了国家标准《GB/T 20975.25-2008 铝及铝合金化学分析方法》，ICP-AES 法测定了 GBW02222 铝合金 (Aluminum Alloy) 中的多种金属元素的含量。实验结果表明，该方法线性相关系数良好 $r > 0.99992$ ，方法检出限低，精密度高，RSD 小于 0.5%，测定结果与标准值吻合，可同时测定铝合金中的多种金属元素。

关键词: 铝合金 金属元素 ICP-AES

铝合金是目前工业应用最广泛的有色金属材料，由于较高的强度和较低的重量的比率，广泛的应用在航空器领域。人们又根据用途的不同，制造了一系列不同元素组成的铝合金，并根据组成成分的差别进行命名。准确的定量铝合金中铝元素以外的其他金属元素的含量，

对铝合金的质控和分类都有重要的意义。本文参考了《GB/T 20975.25-2008 铝及铝合金化学分析方法》国家标准，使用基体匹配法消除了高含量铝的基体干扰，建立了 ICP-AES 法测定铝合金中的多种金属元素含量的分析方法。

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；实验所用 HCl、HF 和 H₂O₂ 均为优级纯试剂，实验用水为超纯去离子水。

1.3 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	矩管类型	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	标准	旋流	1.2	14	0.7	27.12	1.2

1.4 样品的前处理

精确称取约 0.5 g 铝合金试样于三角锥瓶中，少量水润湿，缓慢滴加 10 mL HCl (1+1)，待剧烈反应停止后，加入数滴硝酸，低温加热分解，直至完全消解为澄清透明溶液，转移至 200 mL 容量瓶，纯水定容，摇匀，得待测溶液 A，测 Fe、Ti 和 Zr 元素含量。经再

稀释 50 倍为溶液 B，测定 Cu、Mg 和 Zn。

1.5 工作曲线的配制

采用高纯铝 (>99.999%) 基体匹配法，可消除基体干扰。平行称取 (0.5 g 高纯铝) 4 份，按样品消解方法同步处理，并加入标准系列定容。

表 2 工作曲线(μg/mL)

元素	STD1	STD2	STD3	STD4
Fe	0	2.0	6.0	10.0
Ti	0	0.4	1.2	2.0
Zr	0	2.0	6.0	10.0
Cu	0	1.0	2.0	4.0
Mg	0	1.0	2.0	4.0
Zn	0	2.0	4.0	8.0

结果讨论

2.1 部分元素的标准曲线

由于已进行基体匹配，只考虑光谱干扰和背景影响确定分析谱线。选择灵敏度高且无共存元素干扰的谱线作为分析线。岛津 ICPsolution 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和信噪比以及谱线间相互干扰情况，自动选择最佳波长。

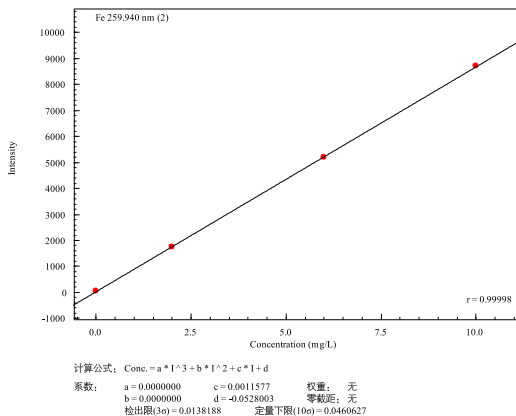


图 1 Fe 元素标准曲线

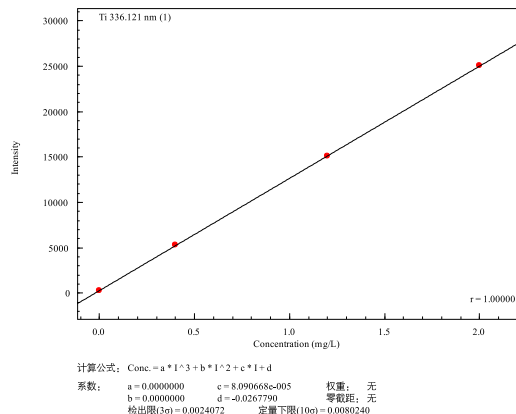


图 2 Ti 元素标准曲线

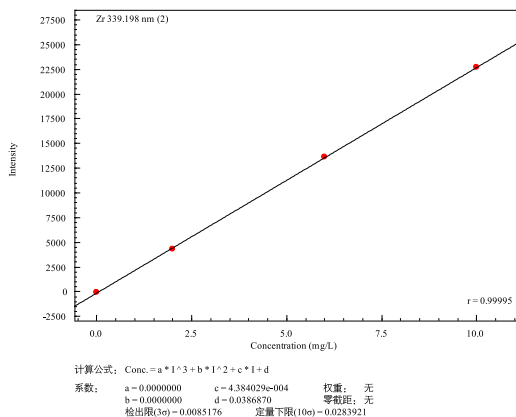


图 3 Zr 元素标准曲线

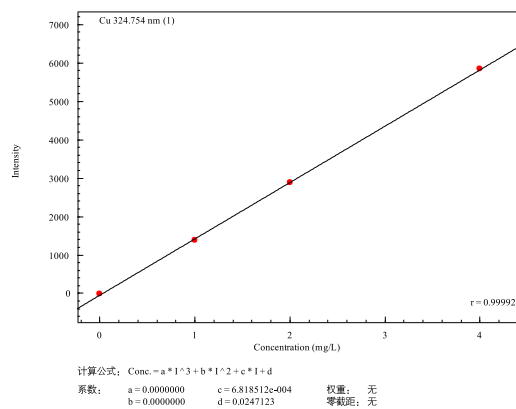


图 4 Cu 元素标准曲线

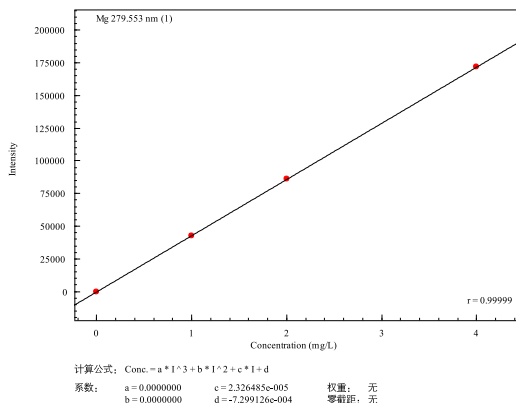


图 5 Mg 元素标准曲线

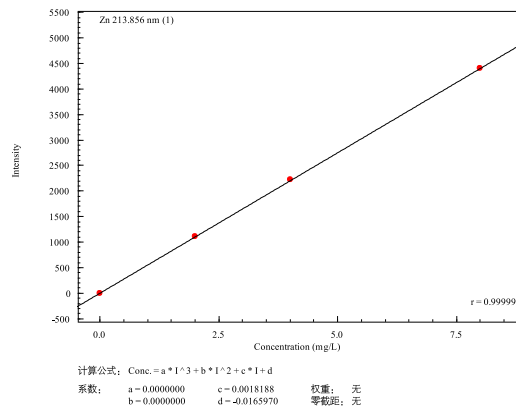


图 6 Zn 元素标准曲线

2.3 元素的谱峰轮廓

Fe 259.940 Best

条件2

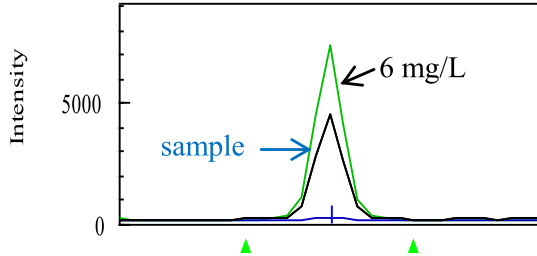


图 7 Fe 元素谱峰轮廓

Ti 336.121 Best

条件1

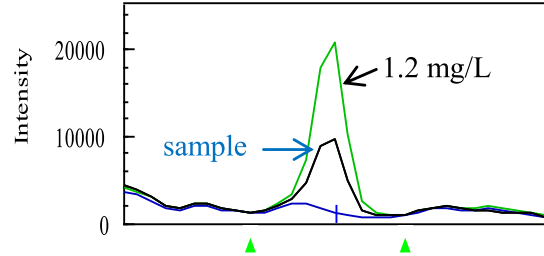


图 8 Ti元素谱峰轮廓

Zr 339.198 Best

条件2

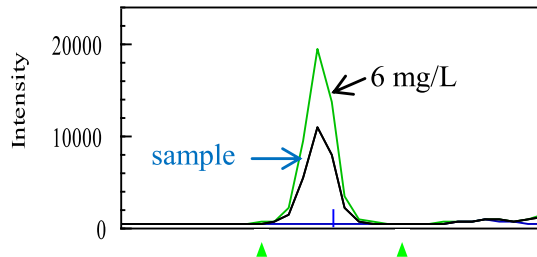


图 9 Zr 元素谱峰轮廓

Cu 324.754 Best

条件1

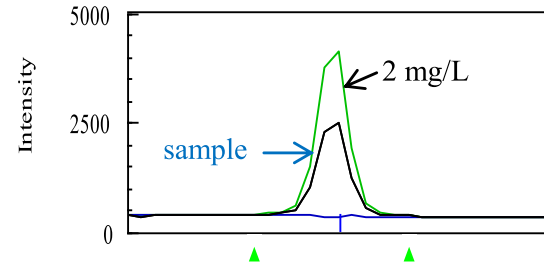


图 10 Cu 元素谱峰轮廓

Mg 279.553 Best

条件1

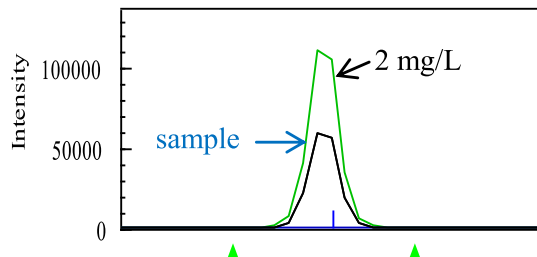


图 11 Mg 元素谱峰轮廓

Zn 213.856 Best

条件1

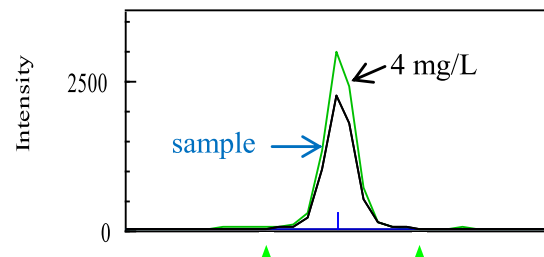


图 12 Zn 元素谱峰轮廓

2.4 铝合金样品分析结果

使用 ICP-AES 基体匹配法测定 GBW02222 铝合金中的 4 种金属元素含量，测定结果如表 4。

表3 GBW02222 铝合金分析结果

测定元素	观测方向	分析波长 (nm)	(mg/L)	BCR-176R 标准 值 (%)	BCR-176R 测定结果 (%)	RSD (%)
Fe	纵向	259.940	0.0138	0.14± 0.006	0.139	0.47
Ti	轴向	336.121	0.0024	0.0196± 0.0005	0.0201	0.40
Zr	纵向	339.198	0.0085	0.127± 0.005	0.131	0.08
Cu	纵向	324.754	0.0104	2.30± 0.03	2.33	0.37
Mg	纵向	279.553	0.0003	2.21± 0.04	2.19	0.33
Zn	纵向	213.856	0.0124	6.21± 0.06	6.17	0.22

结论

本文参考铝合金国家标准，采用法 ICP-AES 基体匹配法测定了 GBW02222 铝合金 (Aluminum Alloy) 中的 6 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 大于 0.99992，RSD 均小于 0.5%，方法检出限低，测定结果准确，分析结果与标准值吻合，可准确测定铝合金中的多种金属元素。