

电感耦合等离子体发射光谱法测定饮用天然矿泉水中 21 种元素含量

ICP-146

摘要：参考《GB 8537-2018 食品安全国家标准 饮用天然矿泉水》及《GB 8538-2016 食品安全国家标准 饮用天然矿泉水检验方法》，利用岛津电感耦合等离子体发射光谱仪 ICPE-9820 测定了某品牌饮用天然矿泉水中的 21 种元素含量。分析结果表明，该方法检出限低，所有元素回收率在 95-120% 之间，该方法灵敏度高，重复性良好，可用于天然矿泉水中多元素含量的快速测定。

关键词：电感耦合等离子体发射光谱法 矿泉水 多元素 定量

饮用天然矿泉水含有多种人体必需的微量元素及矿物质盐，与一般淡水或生活饮用水有严格的区别。饮用天然矿泉水是一种宝贵的地下资源，是在特定的地质条件下的产物，它是直接取自天然的或人工钻孔而得的地下含水层的水，含有更多的矿物质盐和特殊的化学成分，并保持原有的纯度，不受任何种类的污染。

2019 年 6 月 21 日开始实施的国家标准《GB 8537-2018 食品安全国家标准 饮用天然矿泉水》对饮用天然矿泉水首要的要求是，7 种对人体健康有益的化学组分—锂、锶、锌、碘、硒、偏硅酸等，必须有

一项以上达到所规定的界限指标要求，方可称其为饮用天然矿泉水。其次是，18 种对人体可能有害的组分不得超过所规定的限量。

电感耦合等离子体发射光谱法（ICP-OES）作为一种成熟的多元素分析方法，应用范围广，分析速度快，线性范围宽，能实现不同含量的多指标元素同时分析。本文参考《GB 8538-2016 食品安全国家标准 饮用天然矿泉水检验方法》，利用岛津电感耦合等离子体发射光谱仪 ICPE-9820 测定了某品牌饮用天然矿泉水中的 21 种元素含量。

■ 实验部分

1.1 仪器设备

岛津 ICPE-9820 型电感耦合等离子体发射光谱仪。



图 1 岛津 ICPE-9820 型电感耦合等离子体发射光谱仪

1.2 仪器条件

表 1 ICP-OES 分析条件

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 / 径向	同心	Mini	旋流	1.2	10	0.7	27.12	1.2

■ 样品前处理

直接进样。

■ 结果与讨论

3.1 标准曲线

以 2% HNO_3 将多元素混合溶液稀释配制成混合标准溶液序列 Al、Ag、Ba、Be、B、Cr、Co、Cu、Fe、Mn、Mo、Ni、Li、Sr、V 和 Zn 混合标准浓度为：0、10、50、100、200 $\mu\text{g/L}$ ，K、Na、Ca、Mg、Si，浓度见表 2。Si 元素标准溶液使用纯水定容。

表 2 元素标准序列浓度

元素	波长 (nm)	标准曲线浓度 ($\mu\text{g/L}$)				
		Blank	STD7	STD8	STD9	STD10
K	766.490	0.00	200	400	1000	2000
Na	330.232	0.00	1000	2000	5000	10000
Mg	383.826	0.00	1000	2000	5000	10000

元素	波长 (nm)	标准曲线浓度 ($\mu\text{g/L}$)				
		Blank	STD11	STD12	STD13	STD14
Si	251.611	0.00	5000	10000	20000	50000

元素	波长 (nm)	标准曲线浓度 ($\mu\text{g/L}$)				
		Blank	STD15	STD16	STD17	STD18
Ca*	317.933	0.00	5000	10000	20000	100000

注：* 径向观测

标准曲线见图 2~ 图 5。

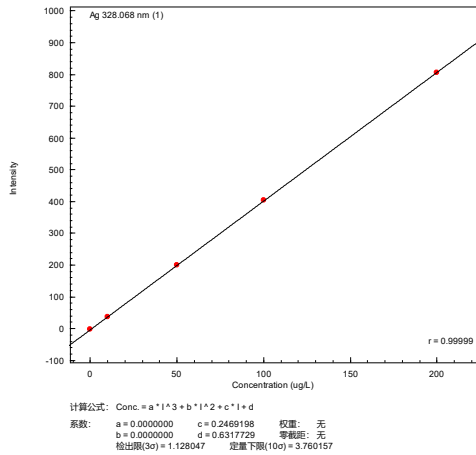


图 2 Ag 标准曲线

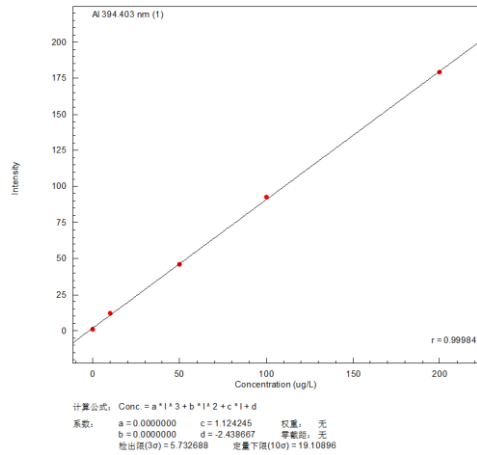


图 3 Al 标准曲线

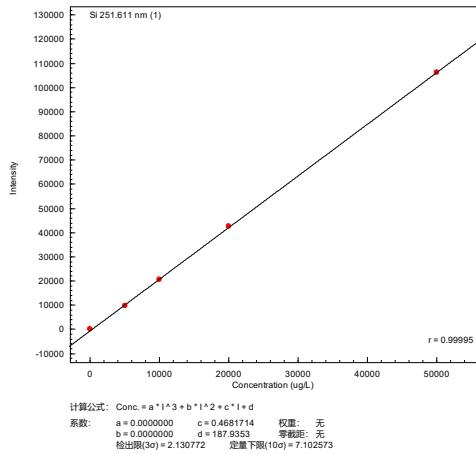


图 4 Si 标准曲线

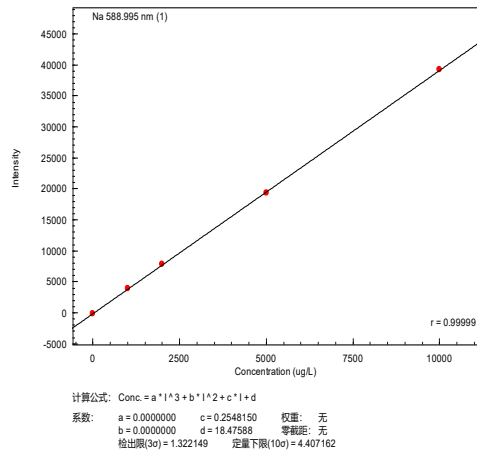


图 5 Na 标准曲线

3.2 部分元素谱线轮廓

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、信噪比以及谱线间相互干扰情况，自动选择最佳波长。

部分样品元素轮廓见图 6~ 图 7。

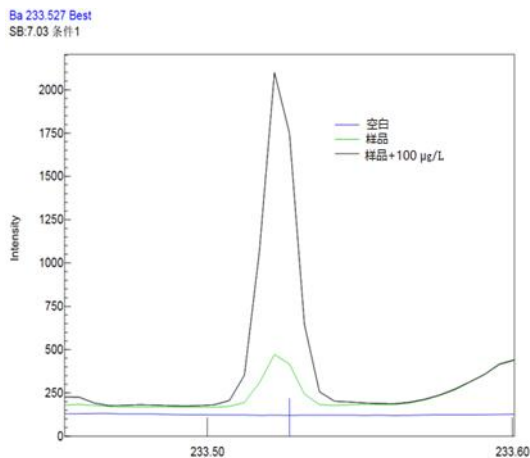


图 6 钡 (Ba) 谱峰轮廓图

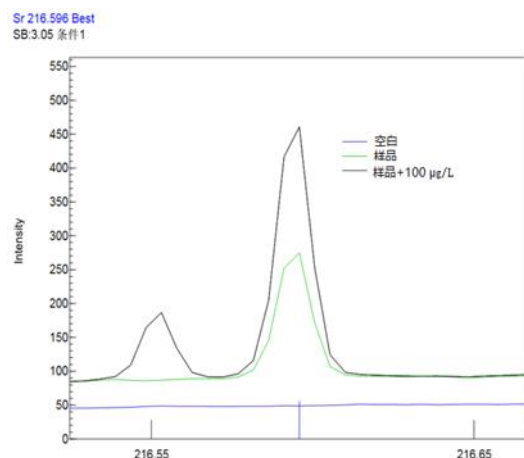


图 7 锶 (Sr) 谱峰轮廓图

3.3 样品分析及检出限

使用 ICPE-9820 直接测定市售某品牌矿泉水中多种元素的含量。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及定量限。实验结果见表 3。

表 3 样品测试结果

元素	分析波长 (nm)	定量限 (µg/L)	测定结果 (µg/L)	加标值 (µg/L)	加标后测定值 (µg/L)	回收率 (%)
Ag	328.068	3.76	N.D.	100	98.1	98
Al	394.403	19.1	N.D.	100	102	102
B	249.773	1.51	3.06	100	108	105
Ba	233.527	0.58	22.9	100	121	98
Be	313.107	0.11	0.24	100	107	106
Ca*	396.847	72.1	55700	20000	76100	102
Co	237.862	2.30	N.D.	100	97.6	98
Cr	267.716	0.93	1.0	100	101	100
Cu	324.754	1.85	N.D.	100	102	102
Fe	238.204	0.71	N.D.	100	97.2	97
K	769.896	42.6	475	400	876	100
Li	610.364	20.7	N.D.	100	102	102
Mg	383.231	27.6	6330	2000	8290	98
Mn	260.569	0.27	0.27	100	98.3	98
Mo	202.030	3.24	N.D.	100	96.3	96
Na	588.995	4.41	3640	2000	6040	120
Ni	231.604	4.47	N.D.	100	94.9	95
Si	251.611	7.10	11600	10000	21400	98
Sr	216.596	3.85	95.5	100	190	95
V	311.071	1.19	1.49	100	103	102
Zn	213.856	1.99	N.D.	100	103	103

注：N.D. 未检出，* 为径向观测

■ 结论

参考标准《GB 8537-2018 食品安全国家标准 饮用天然矿泉水》，使用岛津公司 ICPE-9820 全谱直读型电感耦合等离子体发射光谱仪同时测定了市售某品牌天然矿泉水中 Ag、Al、Be、Co、Cr 等 21 种元素含量，分析元素定量限低，线性相关系数好，回收率良好。该方法具有灵敏度高，检出限低，分析速度快，操作简单，可行度高等特点，可满足水质中高低含量多种元素同时分析的要求。

岛津应用云

