

解决方案|ICP-TOF-MS 法测定水样中 B、Al、V、Cr、Cu、Zn 等元素

对于水样中包含的元素如硼（B）、铝（Al）、钒（V）、铬（Cr）、铜（Cu）、锌（Zn）等进行精确测定，具有至关重要的意义。硼元素的测定有助于监测水体中肥料施用的效果以及潜在的农业面源污染问题。铬元素在水体中存在的形式和含量对水生生态系统具有显著影响，尤其是六价铬因其毒性较高，其测定对于确保水环境安全至关重要。铜和锌作为生物必需微量元素，它们的测定不仅关系到水生生物的健康，还直接影响到人类的食品安全和健康。如果水体中这些元素含量过高，可能会导致生物富集现象，对生态系统和人类健康造成不利影响。



对水样中这些元素进行准确测定，不仅有助于我们深入了解水体的元素含量，评估水质状况，而且对于维护水环境的健康、保障人民群众的饮水安全以及实现水资源的可持续利用均发挥着重要作用。本文参考 GB 8538-2022 测定的方法，经过检测条件的优化，建立了 OptiMass 9600 电感耦合等离子体飞行时间质谱仪测定水样中 B、Al、V、Cr、Cu、Zn 等元素的方法，该方法重复性好，准确度高，可多元素快速分析，供相关人员参考。



OptiMass 9600 电感耦合等离子体飞行时间质谱仪

实验部分

仪器设备与试剂

OptiMass 9600 电感耦合等离子体飞行时间质谱仪

仪器条件

| | |
|-------------------------------|----------------|
| SmartGate Ranges | (12-25, 30-43) |
| Acquisition Time | 5 |
| Replicates | 3 |
| Sample Intro Time | 40 |
| Sample Pump Speed | 10 |
| Flush Pump Speed | 30 |
| Flush Time | 20 |
| Rinse Time | 10 |
| Rinse Pump Speed | 10 |
| Sample Introduction | Manual |
| Torch X position (mm) | 8 |
| Torch Y position (mm) | 0.6 |
| Torch Z position (mm) | 0 |
| Gasbox nebulizer flow (l/min) | 0.73 |
| Gasbox plasma flow (l/min) | 10 |
| Gasbox auxiliary flow (l/min) | 0.5 |
| Generator set power (W) | 1300 |
| Skimmer (V) | -1500 |
| Extraction (V) | -1500 |
| Multiplier Gain (V) | 2500 |

实验结果

元素标准曲线方程及其线性相关系数

| 元素 | 定量离子 | 内标 | 线性相关系数 R2 | 标准曲线方程 |
|-----------|------|------|-----------|----------------------------------|
| Li | 7 | 内标 1 | ----- | |
| Be | 9 | Li | 0.99958 | Conc = 100.487 * Resp - 0.433623 |
| B | 11 | Li | 0.99933 | Conc = 132.298 * Resp - 313.653 |
| Al | 27 | Sc | 0.99955 | Conc = 122.487 * Resp - 29.7751 |
| Sc | 45 | 内标 2 | ----- | |
| V | 51 | Sc | 0.99993 | Conc = 27.7237 * Resp - 1.25432 |
| Cr | 52 | Sc | 0.99991 | Conc = 35.8664 * Resp - 5.7275 |
| Mn | 55 | Sc | 0.9999 | Conc = 27.1497 * Resp - 3.66331 |
| Fe | 57 | Y | 0.99926 | Conc = 3740.11 * Resp - 392.585 |
| Ni | 60 | Y | 0.99995 | Conc = 403.058 * Resp - 54.343 |
| Cu | 65 | Y | 0.99997 | Conc = 359.498 * Resp - 0.457078 |
| Zn | 66 | Y | 0.99998 | Conc = 777.539 * Resp - 1.61437 |
| Ge | 74 | 内标 3 | ----- | |
| As | 75 | Y | 0.99997 | Conc = 590.131 * Resp - 3.01444 |
| Se | 77 | Ge | 0.99834 | Conc = 1187.55 * Resp - 21.7301 |
| Y | 89 | 内标 4 | ----- | |
| Mo | 98 | In | 0.999994 | Conc = 193.841 * Resp - 0.394932 |
| Ag | 107 | In | 0.99982 | Conc = 113.447 * Resp + 0.57408 |
| Cd | 114 | In | 0.99996 | Conc = 209.408 * Resp - 0.468405 |
| In | 115 | 内标 5 | ----- | |
| Sb | 121 | In | 0.99979 | Conc = 155.117 * Resp - 0.305475 |
| Ba | 138 | In | 0.99991 | Conc = 56.8567 * Resp - 1.49957 |
| Tl | 205 | Bi | 0.99995 | Conc = 57.0515 * Resp - 0.140077 |
| Pb | 208 | Bi | 0.99993 | Conc = 41.646 * Resp - 0.358587 |
| Bi | 209 | 内标 6 | ----- | |

分析结果

水样样品 ICP-tof-MS 测定结果

| 序号 | 元素 | 定量离子 | 水样 8 含量(μg/L) | 含量范围 (μg/L) |
|----|----|------|---------------|-------------|
| 1 | Be | 9 | 5.53 | 0-20 |
| 2 | B | 11 | 1100.0 | 800-2000 |
| 3 | Al | 27 | 645.3 | 100-1000 |
| 4 | V | 51 | 220.0 | 50-1000 |
| 5 | Cr | 52 | 184.4 | 10-200 |
| 6 | Mn | 55 | 164.4 | 10-1000 |
| 7 | Fe | 57 | 370.0 | 100-200 |
| 8 | Ni | 60 | 69.5 | 10-500 |
| 9 | Cu | 65 | 974.2 | 50-2000 |
| 10 | Zn | 66 | 1493.0 | 100-2000 |
| 11 | As | 75 | 23.2 | 0-100 |
| 12 | Se | 77 | 8.9 | 0-100 |
| 13 | Mo | 98 | 92.0 | 10-200 |
| 14 | Ag | 107 | 90.0 | 20-500 |
| 15 | Cd | 114 | 26.2 | 0-50 |
| 16 | Sb | 121 | 27.4 | 0-100 |
| 17 | Ba | 138 | 2068.0 | 500-3000 |
| 18 | Tl | 205 | 9.92 | 0-20 |
| 19 | Pb | 208 | 26.5 | 0-100 |

实验总结

在本文中，我们使用 OptiMass 9600 电感耦合等离子体飞行时间质谱仪，实现了对水体中 19 种关键元素含量的同步精准测定。为确保测定结果的准确无误，引入了 Li、Sc、Ge、Y、In、Bi 作为内标物质加入校正，实验结果显示，在检测范围内，这 19 种元素线性关系和精密度良好，充分验证了该方法的科学性与有效性。该方法不仅操作简便、快捷高效，更兼具灵敏度高与准确度强的双重优势，可供相关人员参考。