

助力元素形态分析

ICP-MS 联用技术解决方案

备受关注的元素形态分析

目前，元素形态分析的重要性已经日益受到分析工作者和健康民众的共同关注。元素的不同形态具有不同的物理化学性质和生物活性，例如无机砷的毒性很大，有机砷的毒性较小或者基本没有毒性；甲基汞毒性较大，但无机汞却相反，毒性相对比较小。此外，六价铬对健康有很大的危害，可导致多器官功能衰竭和发生肠道肿瘤，但是三价铬却是机体中的葡萄糖耐量因子的重要组成部分，被认为适量有益健康。目前形态分析已经成为分析科学领域的一个重要分支。



历史上最严重的汞中毒事件—
1953年日本水俣病事件



2012年中国问题胶囊事件

国内外形态分析标准和法规

国际上现存的法规和指令对元素分析的总量和形态都给予相当的重视。备受关注的欧盟玩具新安全指令（BS EN 71-3:2019）对形态分析提出了前所未有的严格限值要求，明确禁止限制六价铬在液态或粘性材料中含量超过 0.005 mg/kg 的产品在欧盟市场销售。

国内对元素形态分析也备受关注，通常采用仪器联用分析方法，如国标 GB5009.11-2014 食品中无机砷的测定：通过液相色谱 - 电感耦合等离子体质谱法，使用阴离子分析柱 IonPac AG19 对元素进行分离，在形态分析中核心技术使用液相色谱的外衣，离子色谱的心脏

《2021 年国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册》规定采用液相色谱 - 电感耦合等离子体质谱法测定食用菌标准操作程序，还增加虾姑肌肉组织检测方法。

中国药典 2020 年版四部通则 2322 汞、砷元素形态及价态测定法。针对矿物药及其制剂和动、植物类中药（除甲类、毛发类）的供试品溶液制备方案以及色谱分析条件。为药品在元素形态领域提供标准方法。

赛默飞元素形态分析全面解决方案



IC-ICP-MS 联用技术



HPLC-ICP-MS 联用技术



元素形态分析设计的领域 (As、Cr、Hg、Sn、Se、Br、I、Pb...)

- 食品药品化妆品
- 儿童玩具及涂料样品
- 环境及生物样品
- 电子电器等各行各业

ICP-MS 联用技术优势概述

联用技术	IC-ICP-MS	HPLC-ICP-MS
分析对象	IC是以离子型化合物为分析对象的色谱法	LC是上个世纪上半叶开始发展起来的一种高效快速的有机物分离方法
分离条件	形态分析的待分离目标物通常结果和性质差别较大。如三价砷是阳离子，六价砷是阴离子，常规IC即可达到快速有效分离。通常低压和等度即可	HPLC待分离的有机物通常结构和性质非常相似。需要较高的塔板数和苛刻的淋洗条件。如高压和梯度等。其最大的缺点是耗时长。
固定性	IC通常使用离子交换剂固定性。它既不溶于一般的酸或碱溶液，也不溶于有机溶剂。	硅胶基质填料式HPLC最广泛使用的固定相，常规分析pH范围为2-8，流动相的选择对分离十分重要，pH值通常需要调节成弱酸 ($3 < pKa < 7$) 或弱碱 ($7 < pKa < 8$)
系统硬件	IC全系统使用的PEEK材质可耐强酸强碱直接进样	无机金属离子的形态分析前处理过程中使用的无机强酸碱对LC的自动进样器针头，不锈钢管路和泵等都可能带来铬、铁、镍等污染。
合规性	国内外标准方法规定的提取液可直接在IC上进行分析，与提取液相同的淋洗条件最大限度保留样品的实际状态，避免了使用缓冲盐，保证了测定结果的可靠性和重现性，其易用性合法规推广。	国内外标准方法中HPLC-ICP-MS联用技术分析元素形态，其核心技术主要基于离子色谱或离子对色谱柱，并需要调节pH值及使用缓冲盐等。对操作人员要求高，不利于法规的进一步推广。

赛默飞技术优势要诀

你能想象 3 分钟内完成三价砷和五价砷的分离吗？
你能想象 10 分钟内，五中剧毒 / 高毒的砷都被检测吗？
你能想象在 NaCl 基体中，可以直接分析痕量的 Cd 吗？

IC-ICP-MS 的诞生宣布一切皆有可能！

IC-ICP-MS 联用技术采用赛默飞传统的优势产品 IC 与 ICP-MS 联用，提供了传统色谱分离手段使用的电导检测器、紫外检测器等常规检测器无可比拟的检出限。离子色谱系统支持多通道、多检测方式，支持多维色谱，具有更高的灵敏度，分析过程完全不采用金属系统，因此非常适合元素分析和形态的研究，具有超强的联用功能，轻松实现 IC 和 ICP-MS 联用。

离子色谱技术

——为超微量无污染的分离提供值得信赖的可靠保证

赛默飞 Dionex 离子色谱已经有超过 30 年的历史，无论是产品创新，应用及研发等都处于离子色谱的绝对领先地位。离子色谱系统全部管路均为惰性 PEEK，采用自主研发和生产的高容量色谱柱，可满足各种分析条件下，相关组分

分离要求。

全系统 PEEK 材质，可食用强酸、强碱或盐流动相；可通过调节淋洗液 PH 达到优化分离度的目的
聚合物基质离子交换色谱柱可使用强酸、强碱或高盐等水系流动相；可加入甲醇、乙腈等有机改性剂，优化分离度
抑制器可将强酸或强碱流动相转化为中性，更适于联机
多种型号的离子色谱均可实现与 ICP-MS 联用



ICP-MS 技术

——为超痕量无污染的分离提供值得信赖的可靠保证

iCAP RQ 源于用户灵感设计，采用了全新的先进工艺和突破性技术，是 ICP-MS 发展过程中的革命性颈部。iCAP RQ 比其他任何系统都更易使用、更易维护，而且具备更强的分析能力。无论您进行常规分析还是前沿研究，均可为您提供值得信赖的分析结果。

- 全新接口设计，最低的记忆效应，最小的信号漂移，确保最高工作效率
- Qcell 碰撞反应池——在碰撞模式简便操作的通用性优势的技术上提供了反应模式的最优干扰去除效果
- 直角离子传输——终生免维护的 90 度转角离子传输光学系统设计，结合二次离轴提取透镜提供了优异的灵敏度性能指标，业内最佳信噪比



HPLC-ICP-MS 技术基于赛默飞生物兼容性钛系统液相色谱技术，该系统的流路由钛金属、陶瓷、PEEK 管等高性能聚合物构成，消除和解决了铁及其他过度金属离子对分离柱。样品和溶剂所造成的污染。利用自动化的二维多步分级分离和平行配置下的多模式分离都可提高通量，可用 ProPac 系列的色谱柱完成对金属结合蛋白的分析，如固定化金属离子亲和色谱（IMAC），达到修饰水平上的金属结合蛋白快速分析。

HPLC-ICP-MS 可联合加速溶剂提取（ASE）技术，对样品中的待测物进行提取并测量，如三价砷、甲基胂酸（MMA）和二甲基亚胂酸（DMA）等，同样也可用 HPLC-ICP-MS 对甲基汞、甲基硒等有机物进行分析。

液相色谱技术

——为专业的化学和生物学应用提供有力的执行支持

赛默飞液相色谱是元素形态分析的理想选择，无论您需要普通等度方法还是需要复杂的梯度淋洗分离。我们都可以根据您的需要为您的实验室提供对用的 Vanquish® 液相色谱系统。所有的系统均具有卓越的重复性、检测灵敏度、线性及基线漂移指标。

- 提高样品通量，降低样品分析成本
- 卓越的 Vanuish 平台耐用性
- 节省宝贵的实验室空间
- 扩展样品的定性和定量信息
- 通过智能软件工具简化您的工作流程



加速溶剂提取（ASE®）技术

——省时简便的操作突破繁琐样品前处理的障碍

加速溶剂萃取（ASE）是指在较高的温度（50-200°C）和压力（1500psi）下，用有机溶剂萃取固体或半固体的自动化过程。赛默飞 Dionex ASE® 拥有专利技术，通过提高温度和压力，能够使用常见溶剂从固体和半固体样品中萃取分析物。相比常规前处理技术（如索氏提取、超声提取、微波提取、超临界提取等），ASE 只需更少的事件和溶剂即可得到良好的实验结果。

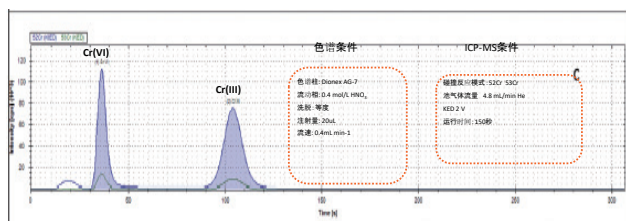
- 省时省力，数分钟完成 1 至 100 g 样品提取，全自动化操作，无人值守运行
- 省溶剂，与其他现有技术比，可节约 50-90% 的溶剂
- 结果重现性好，减少人为操作误差，提高工作效率
- 能处理酸性基质及碱性基质的样品
- 经验证可用于 U.S.EPA、GB/T 和 CLP 计划等



应用实例——Cr 形态篇

饮用水中铬（III）及铬（VI）形态分析

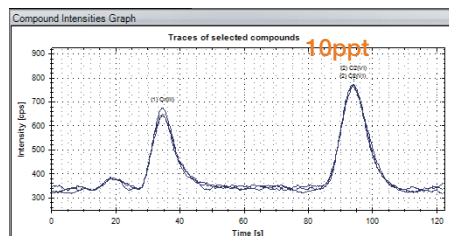
本方法使用 Dionex AG-7 阴离子交换柱，其高效分离介质具备将阳离子和三价阴离子分离的能力，并使用 iCAP RQ ICP-MS 作为高性能元素检测器，检测从 ICS-900 洗脱的铬。iCAP RQ 能够选择性抑制光谱干扰，同时又能保持相联设备检测痕量金属的高灵敏度。



流速: 1.2 mL/min

进样体积: 100 μL

持续时间: 150 s



iCAP RQ 测定条件

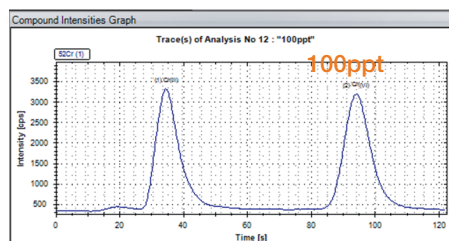
RF 功率: 1550 W

雾化室气体: 1.10 L/min

中心管: 2 mm 内径石英

碰撞池气体流量 /KED 电压: 3.5 mL/min He/3 V

驻留时间: 100 ms



玩具中铬（III）及铬（VI）形态分析

不同价态铬元素的形态分析成为当前相关领域的研究热点，设计的行业从传统的电子电器扩展到食品药品及化妆品、环境与生物样品、儿童玩具及涂料样品等。IC-ICP-MS 联用技术提供了传统色谱技术无可比拟的检出限，充分满足欧盟玩具新安全指令对限制元素的严格要求，开拓了三价铬和六价铬形态分析测定的新时代。

IC-900 测定条件

色谱柱: Dionex AG-7 (4 mm 内径, 50 mm 长)

流动相: 70mmol/L NH_4NO_3 调节 pH7.1

应用实例——Hg 形态分析

隐形眼镜溶液中的汞形态分析

人们对食品中的汞污染 (Hg 和 MeHg^+) 已经有了普遍的认识，却很少关注食物中存在潜在风险的二乙汞 (EtHg^+ 或 EtHgX)，其主要原因是 EtHg^+ 在人体中的代谢速度很快，毒性较低。但仍然会有急性摄入 EtHg^+ 的情况，如眼药水和隐形眼镜消毒液中的药用杀菌剂邻乙汞硫基苯酸钠，其使用的浓度为 0.001-0.01%，其水解后形成 EtHg^+ 具有杀菌作用。目前德国和美国已在减少邻乙汞硫基苯酸钠的使用

ICS-900 测定条件

色谱柱: Dionex CS5A (2 mm 内径, 250 mm 长)

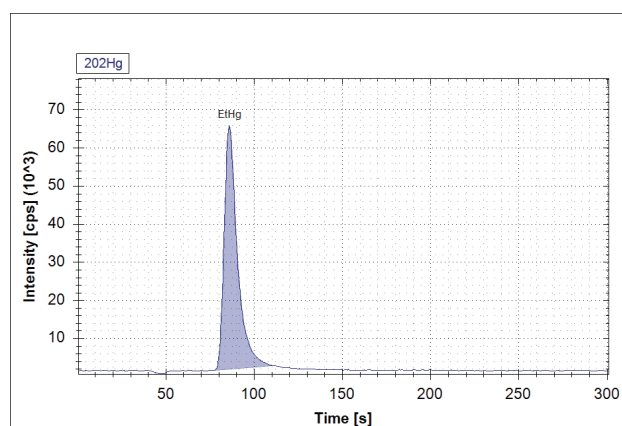
洗脱: 等度: 0.5 mL/min

流动相: 10 mmol/L NaClO_4 , 10 mmol/L 乙酸, 10 mmol/L 半胱氨酸

流速: 400 $\mu\text{L}/\text{min}$

进样体积: 20 μL

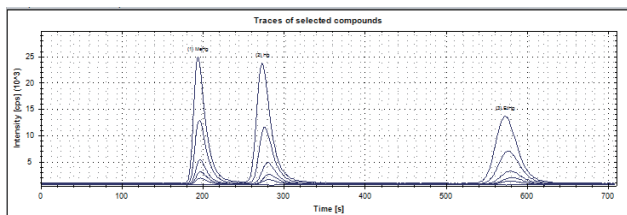
持续时间: 5 min



鱼肉中 Hg 形态分析

由于不同形态的 Hg 毒性有较大差异，同时，它们在环境中的迁移以及在动植物体内的转化及毒性与其形态直接相关，环境和生态研究中 Hg 的形态分析越来越引起人们的关注。

无机汞包括金属态、一价和二价离子等，有机汞主要包括甲基汞、乙基汞和苯基汞等。本方法建立了用 HPLC 与 ICP-MS 联机的方案分析无机汞、甲基汞及乙基汞，其检出限在进样量 50 μ l 的情况下分别达到 20ppt, 5ppt 及 6ppt。



色谱条件

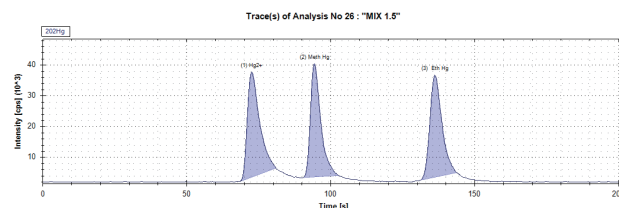
色谱柱: Thermo Acclaim C18, 5 μ m, 4.6*50mm
 流动相: 60mM 乙酸铵, 5% 甲醇, 0.01% 2- 巯基乙醇 (巯基乙醇可替换为 0.1% 的 L- 半胱氨酸)
 流速: 1.0mL/min
 进样体积: 25 μ L
 持续时间: 10 min

2020 版药典汞形态分析

2322 汞元素形态及其价态测定法进行了更新和完善；针对矿物药及其制剂和动、植物类中药（除甲类、毛发类）的供试品溶液制备方案给出了较为清晰明确的前处理过程。

色谱条件

色谱柱: Thermo Hypersil GOLD, 5 μ m, 4.6*150mm
 流动相: 60mM 乙酸铵, 5% 甲醇, 0.1% 的 L- 半胱氨酸
 流速: 1.0mL/min
 进样体积: 25 μ L
 持续时间: 3 min



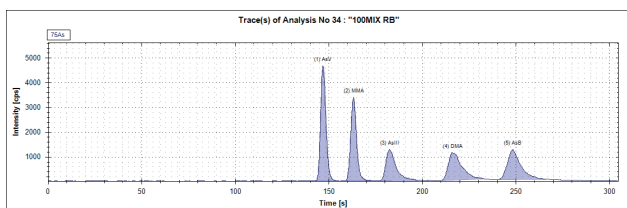
应用实例——As 形态分析

环境水质中砷形态分析

研究人员采用 HPLC-ICP-MS 分析水质样品，以确定五种砷的浓度: 两种无机砷 (As(III)和 As(V))以及三种有机砷 (砷甜菜碱 (AsB)、一甲基砷酸 (MMA)和二甲基砷酸 (DMA))。

色谱条件

色谱柱: Golden Synchronise AQ 4.6*250mm
 洗脱: 等度
 流动相: 5mM 己烷磺酸钠, 20mM 的柠檬酸, 用氢氧化钠调至 pH=4.3
 进样体积: 20 μ L
 持续时间: 6 min

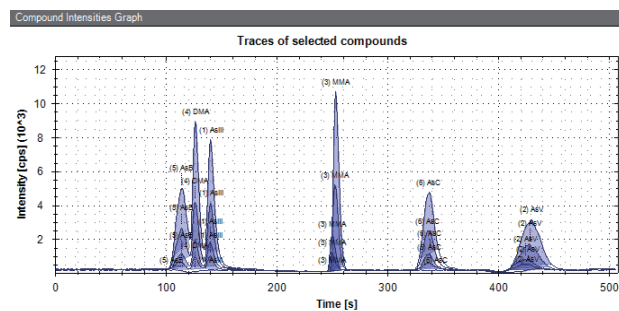


冬虫夏草中无机砷的测定

随着 2020 版《药典》的问世，中药材中有毒元素及元素形态得到了更高度的认识。近期市场上出现大量的报道涉及到在冬虫夏草相关中药中砷元素超标的问题。配制人工肠液对冬虫夏草中不同砷形态进行提取，采用 IC-ICPMS 联用测定测定无机总砷的含量，采用人工肠液模拟人体吸收过程，则更有利于对研究中药中所含砷形态在人体中的吸收情况

色谱条件

色谱柱: Thermo Dionex IonPac AG19(4*50mm)
 流动相: 10mmol/L 乙酸钠 3mmol/L 硝酸钾 2mmol/L 磷酸二氢钠 0.2mmol/L EDTA-2Na 1% 乙醇调节 pH10.7
 流速: 等度 1.0mL/min
 进样体积: 25 μ L
 持续时间: 8.5 min

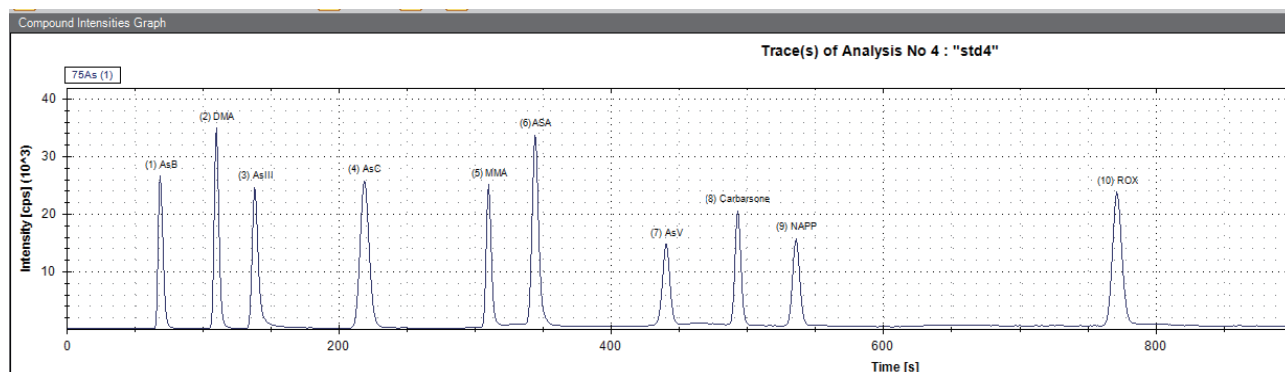


动物源食品中兽残砷分析

SNT 2316-2019 出口动物源食品中阿散酸、硝苯砷酸、洛克沙砷残留量的检测方法,此方法对饲养家禽兽药残留中砷形态进行检测,赛默飞提供了简便的检测方法包括砷(As(III))和砷(As(V));以及四种有机砷(砷甜菜碱(AsB)、一甲基砷酸(MMA)和二甲基砷酸(DMA);还包括卡巴硝苯砷酸、阿散酸、卡巴砷、洛克沙砷,总共十种砷形态的检测方法

色谱条件

色谱柱: Thermo AG7(4.0*50mm) AS7 (4.0*250)
流动相: A相: 去离子水 B相: 200mM (NH₄)₂CO₃
流速: 梯度 1.0mL/min
进样体积: 25 μL
持续时间: 15 min



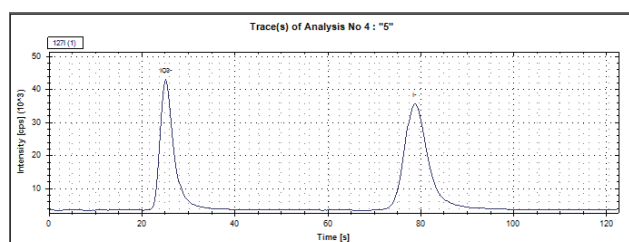
应用实例——I 形态

母乳及奶粉中的碘形态分析

人体内碘元素的匮乏或过量将影响婴幼儿的成长发育及成人甲状腺的正常功能。对于婴幼儿来说,其摄入碘的主要食物之一为母乳或配方食品(包括配方奶粉)。根据美国食品和药品管理局(FDA)的建议,人类每天只须摄取 150 微克的碘,而国际食品法典委员会要求配方奶粉中每 100 千卡至少有 10 微克碘;而碘酸和碘酸盐具有一定毒性。本文通过有效的提取方式对母乳及奶粉中的碘形态进行提取,然后采用离子色谱与电感耦合等离子体质谱联用技术,建立了一种快速、有效的母乳及配方奶粉中碘形态分析方法。

色谱条件

色谱柱: Dionex IonPac AG 14a (4×50 mm)
洗脱: 等度
流动相: 50 mmol NH₄NO₃, 用氨水溶液调 pH=8.7 左右
流速: 1.2 mL/min
进样体积: 25 μL
持续时间: 120 s

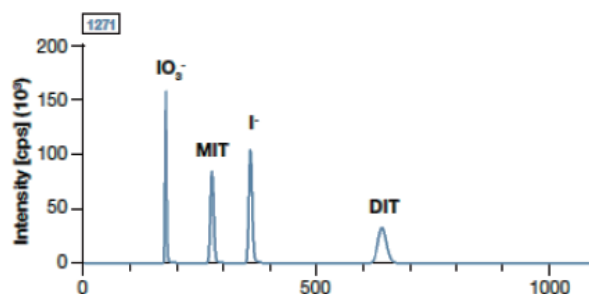


海带中碘形态分析

海带中含有丰富的碘盐,除了常规碘单质,还存在丰富的有机碘,可预防中老年痴呆及高血压病,能改善人体甲状腺功能,提高人体尿碘水平,维持中枢神经系统结构,同时可护肝、养肾、降脂,有效提高人体免疫力,以及对减肥、美容、护肤都会起到意想不到的食疗作用。下面这个方法介绍有机碘的测定方法:

ICS 1100 测定条件

Columns Thermo Scientific™ AG20 (2 × 50 mm) AS20 (2 × 250 mm) Injection volume 5 μL Eluent 100 mM KOH in 5% (v/v) MeOH Eluent source Thermo Scientific™ Dionex™ EGC 500 KOH cartridge with Thermo Scientific™ Dionex™ CR-ATC 600 Continuously Regenerated Anion Trap Column Elution isocratic Flow rate 0.25 mL·min⁻¹



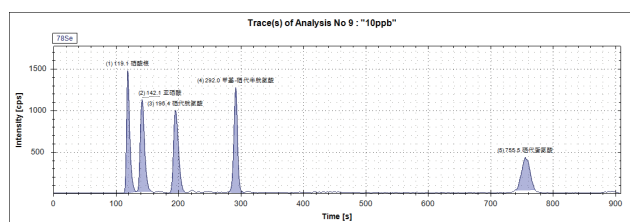
应用实例——Se 形态

Se 的形态分析

硒化合物具有多种形态，不同形态的硒功能、生物效应和毒性不同，可分为无机硒和有机硒两种存在形式。无机硒主要包括硒酸根 (SeO_4^{2-}) 和亚硒酸根 (SeO_3^{2-})，具有较大毒性；有机硒包括硒蛋白、多糖等大分子硒和硒代胱氨酸 (SeCys_2)、硒甲基硒代半胱氨酸 (MeSeCys_2)、硒代蛋氨酸 (SeMet)、硒代乙硫氨酸 (SeEt)、硒脲 (SeU) 等小分子硒化合物，有机硒毒性远低于无机硒，生物活性更高，富含营养，更有利于人体吸收。以下介绍三种形态硒的分离方法：

色谱条件

色谱柱：Hypersil Gold C8 (4.6*250 mm, 5 μm)
洗脱：等度
流动相：20 mM KH_2PO_4 , 0.1% 七氟丁酸, 5% 甲醇
流速：1.2 mL/min
进样体积：25 μL
持续时间：800 s



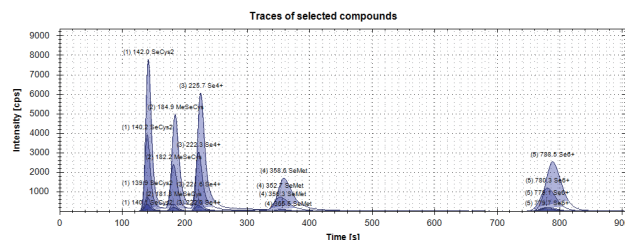
色谱条件

色谱柱：Hamilton PRP X-100 (4*250mm)
洗脱：等度
流动相：5mM 柠檬酸, 氨水调节 pH4.7

流速：1.0 mL/min

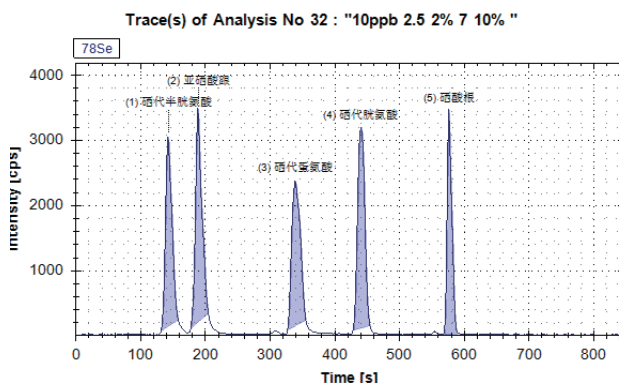
进样体积：25 μL

持续时间：900 s



色谱条件

色谱柱：Dionex AS-7 (4x250 mm)
流动相：A: 50 mM 碳酸铵
B: 50 mM 碳酸铵 +100mM 乙酸铵
洗脱：梯度
进样量：20 μL
流速：1.0 mL min⁻¹
持续时间：700 s



应用实例——Br 和 Sb 形态

生活饮用水中 Br 形态分析

溴在自然界中广泛存在，溴主要包含溴离子 (Br^-) 和溴酸根离子 (BrO_3^-) 两种形式。溴离子为无毒害物质，而国际研究表明溴酸钾对实验动物有致癌作用。国际卫生组织将溴酸盐列为 2B 级潜在致癌物质。下文将离子色谱与 iCAP RQ ICP-MS 联用快速、准确分析饮用水中溴酸根和溴离子的方法。

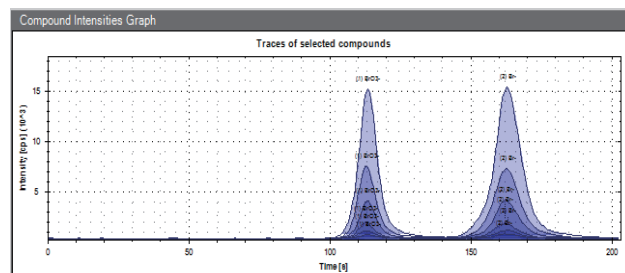
色谱条件

色谱柱：Dionex IonPac AG 19(4*50 mm)
洗脱：等度
流动相：1mmolHNO₃ (65%)

流速：0.25mL/min

进样体积：100 μL

持续时间：200s



环境当中 Sb 形态分析

大气当中的锑主要来源于煤炭和石油的燃烧，锑及其化合物的毒性大小取决于锑的氧化物及其结合体。不同价态的无机锑化合物的毒性大小顺序为：Sb(0) > Sb(III) > Sb(V)，有机锑化合物的毒性一般较小。Sb(III) 与红细胞具有高亲和性，其毒性是 Sb(V) 的 10 倍左右。目前发现三价锑化合物不仅有致癌作用，还会影响人体某些酶及器官的作用。以下提供了一种分析三价和五价锑的分析方法：

色谱条件

色谱柱：Hamilton PRP X-100 (4*250mm)

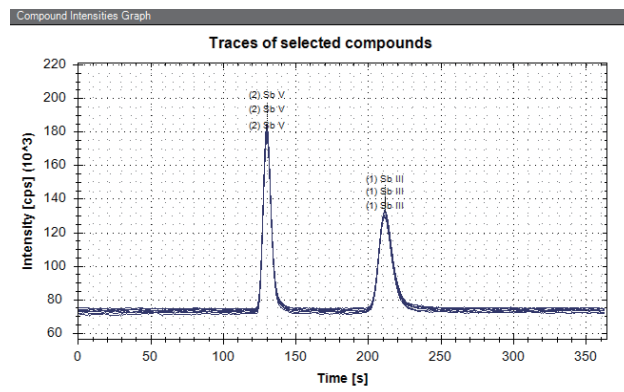
洗脱：等度

流动相：10 mmol/L EDTA-2Na, 2mmol/L KHP

流速：0.25mL/min

进样体积：20 μ L

持续时间：360s



应用实例——Fe 和 Sn 形态

琥珀酸亚铁中铁形态分析

铁来源无论是食物还是药物，在骨髓利用时都必须是二价铁状态，在幼红细胞线粒体内原卟啉与二价铁结合先形成血红素，后者在成熟红细胞内与 β 球蛋白结合并最后形成血红蛋白；而三价铁在人体内是不能正常代谢的，若人体内存在超量三价铁或大量二价铁被氧化成三价铁则会使人患上高铁血红蛋白血症，使其失去转运氧的作用，血液呈巧克力颜色。对于各种补铁食品或诸如琥珀酸亚铁片这类补铁药品而言，二价铁和三价铁的测定显得尤为重要。

实验探索性研究建立了一种采用离子色谱—电感耦合等离子体质谱 (ICS-ICP-MS) 联用检测琥珀酸亚铁片中三价铁和二价铁含量的方法

色谱条件

色谱柱：Dionex IonPac CG5A(4*50mm)

洗脱：等度

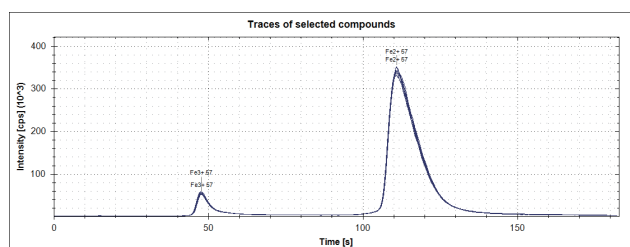
流动相：7.0 mM PDCA / 66 mM KOH / 5.6 mM Na₂SO₄ / 74 mM 甲酸；

pH (4.2 ± 0.1)

流速：1.5mL/min

进样体积：1.3 μ L

持续时间：180s



二丁基锡 (DBT)、三苯基锡 (TPhT)、三丁基锡 (TBT)、二辛基锡 (DOT) 的形态分析

本方法采用高效液相色谱 U3000 与 iCAP Qc ICPMS 联用技术使用 C18 色谱柱，实现了二丁基锡 (DBT)、三苯基锡 (TPhT)、三丁基锡 (TBT)、二辛基锡 (DOT) 的同时分离，并且检出限能够分别达到：(以信噪比 (S/N) 3 倍峰高对应浓度为检出限) 0.3、0.21、0.26、0.8 μ g/L

色谱条件

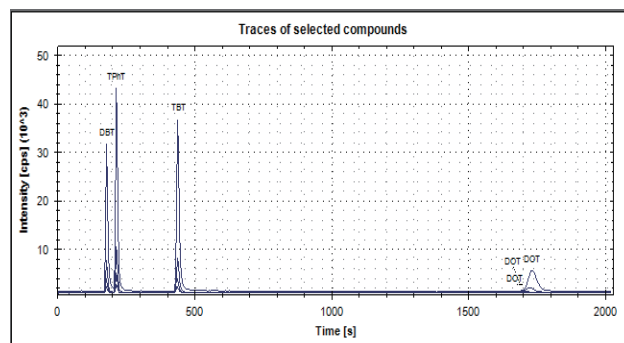
色谱柱：Acclaim RSLC 120 C18, 2.2 μ m, 3.0x100 mm

洗脱方式：梯度

流动相：V(乙腈) : V(水) : V(乙酸) = 65 : 23 : 12 的混合溶液，0.1% 三乙胺，pH 为 3.6

流速：0-4 min : 0.35 mL/min, 5-33 min : 0.45 mL/min

进样方式和进样量：20 μ L 自动进样



应用实例——B 元素及多元素同时测定

化妆品中痕量硼酸

硼在化妆品中以硼酸或硼砂的形式存在，具有一定的抗菌防腐功能，也作 pH 调节剂，增加产品黏度，稳定配方。硼酸外用一般毒性不大，但如不慎吸入或被创口吸收，可引起急性中毒，出现恶心、腹泻等症状，大量摄入甚至可能昏厥、肾衰竭甚至死亡。2021-03-02 国家药监局发布了最新修订的《化妆品中硼酸和硼酸盐检验方法》，该方法 2021 年 5 月 1 日起施行，采用抑制电导 - 离子排斥色谱测定化妆品中硼酸和硼酸盐的含量。采用离子色谱 - 电感耦合等离子体质谱法进行硼酸的结果确证。

色谱条件

色谱柱：IonPac ICE Borate (9 mm × 250 mm)

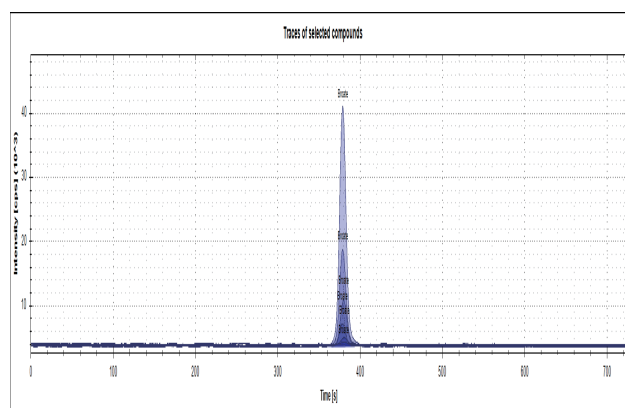
洗脱方式：等度

流动相：3 mmol/L 甲烷磺酸 + 60 mmol/L 甘露醇

流速：1.0 mL/min

进样 T 体积：25 μL

M 持续时间：10 min



As、Br、I 和 Cr 元素同时分析

生活饮用水标准 GB5749-2016 中对很多重金属元素进行限量要求，其中溴酸盐和六价铬具体规定了有毒有害具体形态，限值分别为 0.01 和 0.05 mg/L。对砷元素进行了限值规定 0.01 mg/L。碘是人体每日必需的微量元素，在体内被用于合成甲状腺激素，摄入过高或过低均对健康产生危害；水中碘主要以碘酸根和碘离子形态存在。有报道，高剂量的碘酸钾对机体有一定的损伤，而碘化钾则无损伤或损伤较小。水中的溴、铬、砷、碘的监测，为安全用水提供必要的技术支持，具有广泛的检测需求。四种元素流动相和分析柱都会有所不同，所以分析流程耗时耗力。

本方法采用同一个流动相条件，相同色谱柱在 10 min 之内同时分析溴、碘、铬、砷不同形态，优化了分析方法，降低检出限，提高分析效率。

色谱条件

色谱柱：Dionex IonPac AG 19(4*50 mm) AS 19(4*250 mm)

洗脱方式：梯度

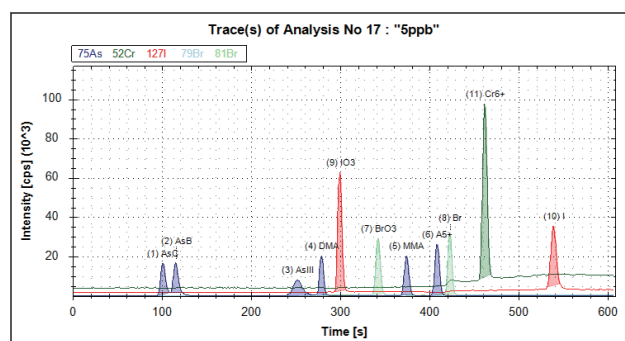
流动相：A 相：水

B 相：100 mM 碳酸铵 + 100 mM 硝酸铵

流速：1.2 mL/min

进样 T 体积：25 μL

Mass：79Br、81Br、127I、52Cr、75As

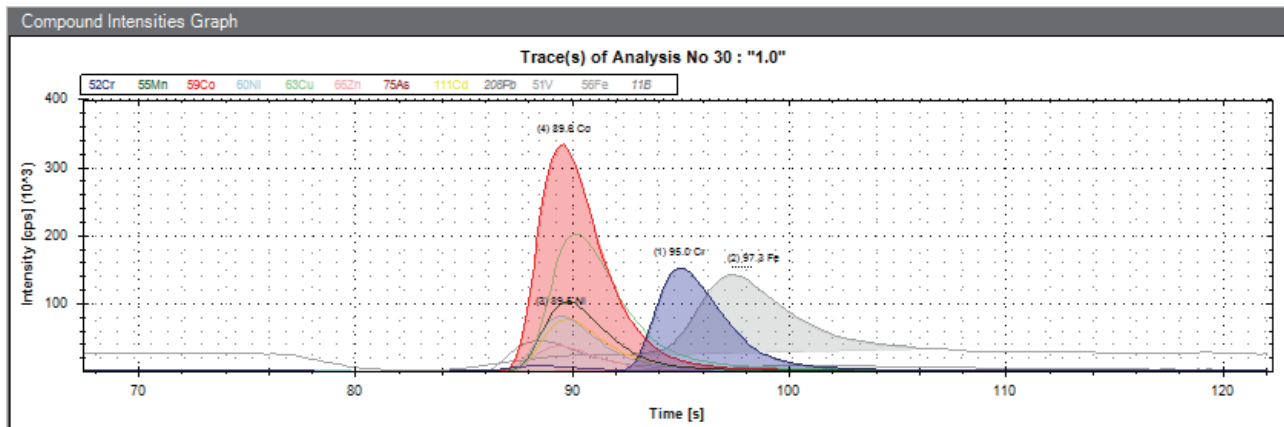
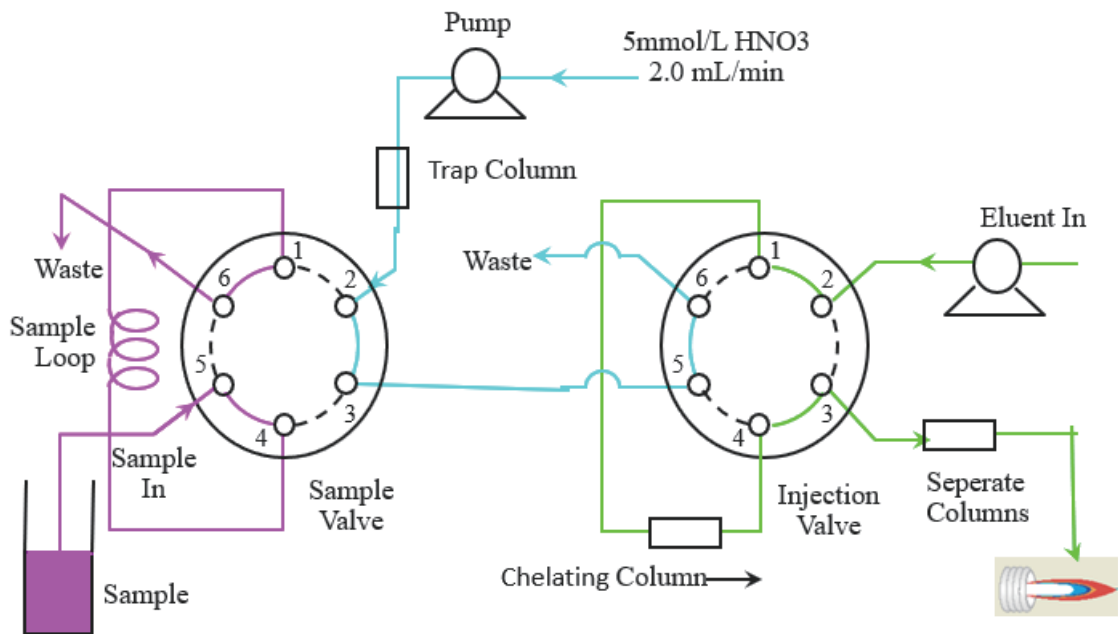


应用实例——多元素同时测定

硼酸中重金属分析

硼酸作为中子屏蔽剂在核工业中主要用于控制反应堆内核反应速度，使核反应堆稳定、安全地运行。但是如果硼酸产品中含有较高的 Cr³⁺、V⁺、Cd²⁺、Co²⁺、Ni²⁺、Pb²⁺、Fe³⁺ 等杂质会导致在管道内部出现大量沉积物，影响设备正常使用，对金属部件也会造成腐蚀，甚至导致严重的放射性物质的泄漏。

常规采用 ICP-MS 直接分析硼酸中的由于受到基体影响，不能符合检出限要求，而且整个 ICP-MS 系统受到高浓度硼酸基质污染，造成会影响对 B 的记忆效应严重，而且很难通过清洗维护进样系统消除。本文介绍了 IC6000+ 与 ICP-MS 联用，采用二维阀切换技术，在线去除硼酸基质，进行重金属杂质富集后，再采用 ICP-MS 同时检测多种元素杂质。此方法既可以达到在线富集杂质离子，而且可以去除硼酸基质，从而达到更低检出限。



色谱条件

色谱柱:

Dionex MetPac CC-1 Concentrator Column Dionex IonPac Trace Metal Concentrator Column Dionex IonPac CG10 Guard Column

洗脱方式: 阀切换

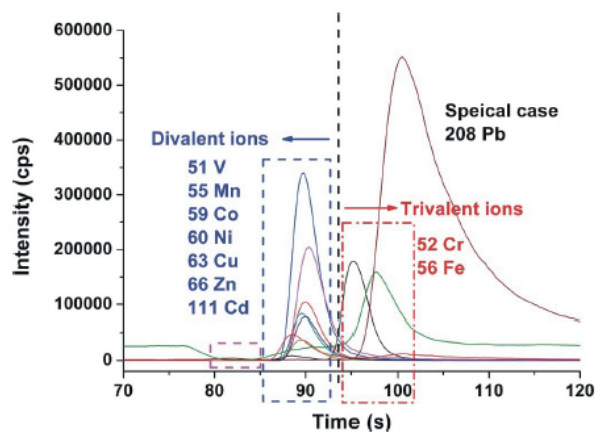
流动相: A: 5mM 硝酸 B: 1M 硝酸

流速: A: 2.0mL/min B: 1.0mL/min

进样 T 体积: 1.0 mL

持续时间: 180s

Mass : Cr、Fe、Co、Ni、V、Mn、Cu、Zn、Cd、Pb



ICP-MS 联用技术部分应用文集

As

IC-ICP-MS 分析动物源性食品中 As 的形态

IC-iCAP Q/RQ ICP-MS 联用分析白酒中砷形态

U3000 联用 iCAP RQ ICPMS 分析稻米中的总砷和无机砷

IC 与 iCAP RQ ICP-MS 联用技术分析饮用中砷碘溴铬形态

IC-ICP-MS speciation analysis of As in apple juice using the Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS

ICP-ICP-MS speciation analysis of As in organic brown rice syrup (ORBS) using the Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS

Arsenic speciation in human urine by hyphenated ion chromatography (IC) and inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS)

Determination of inorganic arsenic in rice using IC-ICP-MS

Br

ICS600 与 iCAP Q ICP-MS 联用技术分析饮用水中溴形态

Speciation of bromine compounds in ozonated drinking water using ion chromatography and inductively coupled plasma mass spectrometry

Cr

ASE 提取 IC-ICPMS 联用测定茶叶中的三价和六价铬

Speciation analysis of Cr(III) and Cr(VI) in drinking waters using anion exchange chromatography coupled to the Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS

The migration of elements from toys and speciation of chromium (VI) in toy material using a low cost IC-ICP-MS Solution

Fe

IC-ICP-MS 测定琥珀酸亚铁片中不同价态铁的含量

Hg

HPLC-iCAP Q ICPMS 测定鱼肉中汞形态

Combining the synergies of ion chromatography and inductively coupled plasma to identify mercury contamination in herbal medicines

Total and speciation analysis of mercury in contact lens solutions by ICP-MS

I

用 IC 与 iCAP Q ICP-MS 联用技术分析母乳及奶粉中的碘离子及碘酸根离子

Determination of iodide and iodate in soy- and milk-based infant formulas

Determination of iodine-containing species in seaweed using IC-ICP-MS

Se

HPLC-ICP-MS 分析富硒酵母中的 Se 形态

富硒食品中硒元素总量及形态测定解决方案

Sn

LC-iCAP Q ICPMS 分析有机锡形态

B

IC 与 ICPMS 联用测定化妆品中痕量硼酸的含量

多元素

IC-ICP-MS 基质分离分析核电级高纯硼酸中杂质元素的含量

IC-ICP-MS 联用技术同时测定饮用水中砷、铬、碘、溴四种元素的不同形态

赛默飞世尔科技

上海

上海市浦东新区新金桥路27号3,6,7号楼
邮编 201206
电话 021-68654588*2570

北京

北京市东城区北三环东路36号环球贸易中心C座7层/8层
邮编 100000
电话 010-87946888

广州

广州国际生物岛寰宇三路36、38号合景星辉广场北塔204-206单元
邮编 510000
电话 020-82401600

成都

成都市临江西路1号锦江国际大厦1406室
邮编 610041
电话 028-65545388*5300

沈阳

沈阳市沈河区惠工街10号卓越大厦3109室
邮编 110013
电话 024-31096388*3901

西安

西安市高新区科技路38号林凯国际大厦1006-08单元
邮编 710075
电话 029-84500588*3801

南京

南京市中央路201号南京国际广场南楼1103室
邮编 210000
电话 021-68654588*2901

武汉

武汉市东湖高新技术开发区高新大道生物园路生物医药园C8栋5楼
邮编 430075
电话 027-59744988*5401

昆明

云南省昆明市五华区三市街6号柏联广场写字楼908单元
邮编 650021
电话 0871-63118338*7001

欲了解更多信息，请扫描二维码关注我们的微信公众账号

赛默飞世尔科技在全国有共21个办事处。本资料中的信息、说明和技术指标如有变更，恕不另行通知。



赛默飞
官方微信



赛默飞
中国技术培训中心
China Service Training Center

热线 800 810 5118
电话 400 650 5118
www.thermofisher.com

ThermoFisher
SCIENTIFIC