

DB 65

新疆维吾尔自治区地方标准

DB65/T 4526—2022

工作场所空气有毒物质 23 种金属及其化合物测定 电感耦合等离子体质谱法

Workplace air toxic substances determination of 23 metals and their compounds
inductively coupled plasma mass spectrometry

2022 - 10 - 10 发布

2022 - 12 - 09 实施

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 方法原理 2

5 试剂和材料 2

6 仪器和设备 3

7 样品采集与制备 3

8 分析步骤 4

9 结果计算与表示 4

10 质量保证和质量控制 5

11 废弃物的处理 5

12 注意事项 5

13 其他 6

附录 A（资料性） 仪器参考条件 7

附录 B（规范性） 方法的性能指标 11

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由新疆维吾尔自治区分析测试研究院提出。

本文件由新疆维吾尔自治区卫生健康委员会归口并组织实施。

本文件起草单位：新疆维吾尔自治区分析测试研究院、新疆工程学院、新疆维吾尔自治区疾病预防控制中心、新疆维吾尔自治区职业病防治院、韶关学院化学与土木工程学院、新疆农业科学院农业质量标准与检测技术研究院、新疆维吾尔自治区有色地质勘查局测试中心、自治区人民政府国家305项目办公室。

本文件主要起草人：王爱霞、车磊、王芬、陈国通、左书瑞、罗建民、董雅茹、刘峰、阿不力孜·艾力、陈俊宇、郑伟华、郭开强、文娜、邵家丽、赵林同、白雪敏、战国利、冯彤彤、袁辉、汪晖、王荣荣、王萌。

本文件实施应用中的疑问，请咨询新疆维吾尔自治区分析测试研究院。

对本文件的修改意见及建议，请反馈至新疆维吾尔自治区分析测试研究院（乌鲁木齐市科学二街374号）、新疆维吾尔自治区疾病预防控制中心（乌鲁木齐市碱泉一街380号）、新疆维吾尔自治区卫生健康委员会（乌鲁木齐市龙泉街191号）、新疆维吾尔自治区市场监督管理局（乌鲁木齐市新华南路167号）。

新疆维吾尔自治区分析测试研究院 联系电话：0991-3835926 传真：0991-3835162 邮编：830011

新疆维吾尔自治区疾病预防控制中心 联系电话：0991-2615081 传真：0991-2625962 邮编：830002

新疆维吾尔自治区卫生健康委员会 联系电话：0991-8561122 传真：0991-3835926 邮编：830001

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 联系电话：0991-2818750 传真：0991-2311250 邮编：830004

工作场所空气有毒物质 23 种金属及其化合物测定 电感耦合等离子体质谱法

1 范围

本文件规定了测定工作场所空气中锂、铍、钒、铬、锰、钴、镍、铜、锌、砷、锑、钼、锆、钨、镉、铟、锡、锑、铯、钡、铊、铅、铋23种金属及其化合物的电感耦合等离子体质谱（ICP-MS）法的术语和定义、方法原理、试剂和材料、仪器和设备、样品采集和制备、分析步骤、结果计算与表示、质量保证和质量控制、废弃物的处理、注意事项及其他的要求。

本文件适用于工作场所空气中23种气溶胶态金属及其化合物含量的测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GBZ 159 工作场所空气中有害物质监测的采样规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工作场所 workplace

劳动者进行职业活动的全部地点。

3.2

采样时间 sampling duration

每次采样从开始到结束所持续的时间。

3.3

短时间采样 short time sampling

采样时间一般不超过15 min的采样。

3.4

长时间采样 long time sampling

采样时间一般在1 h以上的采样。

3.5

标准采样体积 standard sample volume

在气温为20 ℃，大气压为101.3 kPa（760 mmHg）下，采集空气样品的体积，以L表示。

3.6

时间加权平均接触浓度 time-weighted Average

一个工作日内，各时段接触职业性化学物浓度与时间乘积的和，除以规定工作时间（一般为8 h），不应超过的接触水平。

4 方法原理

空气中气溶胶态金属及其化合物用微孔滤膜采集，酸消解后，采用电感耦合等离子体质谱进行检测，根据元素的质谱图或特征离子进行定性，内标法定量。样品由载气带入雾化系统进行雾化后，以气溶胶形式进入等离子体的轴向通道，在高温和惰性气体中被充分蒸发、解离、原子化和电离，转化成的带电荷的正离子经离子采集系统进入质谱仪，质谱仪根据离子的质荷比即元素的质量数进行分离并定性、定量的分析。在一定浓度范围内，元素质量数处所对应的信号响应值与其浓度成正比。23种金属及其化合物的基本信息参见表A.1。

5 试剂和材料

5.1 试剂

5.1.1 本文件所用试剂除非另有说明，分析时均使用符合国家标准的优级纯化学试剂。

5.1.2 一级实验用水：电阻率 $\geq 18\text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ ，其余指标满足 GB/T 6682 中的一级标准。

5.1.3 硝酸： $\rho(\text{HNO}_3)=1.42\text{ g/mL}$ ，优级纯或优级纯以上，必要时经纯化处理。

5.1.4 硝酸溶液：1+99 (v+v)。

5.1.5 硝酸溶液：2+98 (v+v)。

5.1.6 硝酸溶液：1+4 (v+v)。

5.1.7 高氯酸： $\rho(\text{HClO}_4)=1.67\text{ g/mL}$ ，优级纯或优级纯以上，必要时经纯化处理。

5.1.8 消解液：1 体积高氯酸($\rho_{20}=1.67\text{ g/mL}$)与 9 体积硝酸($\rho_{20}=1.42\text{ g/mL}$)混合或纯硝酸($\rho_{20}=1.42\text{ g/mL}$)溶液。

5.1.9 内标标准储备溶液： $\rho=100\text{ }\mu\text{g/L}$ 。

注：宜选用 ^{45}Sc 、 ^{74}Ge 、 ^{103}Rh 、 ^{185}Re 为内标元素（参见表A.2）。可直接购买经国家认证并授予标准物质证书的标准溶液，用硝酸溶液（见5.1.3）稀释至 $100\text{ }\mu\text{g/L}$ 。

5.1.10 内标标准使用溶液。用硝酸溶液（见 5.1.3）稀释内标储备液（见 5.1.8），配制内标标准使用溶液。由于不同仪器采用不同内径蠕动泵管在线加入内标，致使内标进入样品中的浓度不同，故配制内标使用液浓度时应考虑使内标元素在样液中的浓度约为 $5\text{ }\mu\text{g/L}\sim 50\text{ }\mu\text{g/L}$ 。

5.1.11 仪器调谐溶液： $\rho=10\text{ }\mu\text{g/L}$ 。宜选用含有 Be、In、Tl、Pb、Bi、Ba、Ce 元素为质谱仪的调谐溶液。可直接购买经国家认证并授予标准物质证书的标准溶液，用硝酸溶液（见 5.1.3）稀释至 $10\text{ }\mu\text{g/L}$ 。

注：亦可根据仪器厂家推荐选择调谐元素及调谐浓度。

5.1.12 单元素标准储备溶液： $\rho=1000\text{ mg/L}$ 。可用光谱纯金属（纯度 $>99.99\%$ ）或其他标准物质配制成浓度为 1.00 mg/mL 的标准储备溶液，根据各元素的性质选用合适的介质参见表 A.3。

5.1.13 多元素混合标准储备溶液。可购买经国家认证并授予标准物质证书的混合标准溶液，也可根据元素间相互干扰的情况、标准溶液的性质以及待测元素的含量，将元素分组配制成混合标准储备溶液参见表 A.3。

注：所有元素的标准储备溶液配制后均应在密封的聚乙烯或聚丙烯瓶中保存。

5.1.14 混合标准使用溶液。可购买有证混合标准溶液，也可根据元素间相互干扰的情况、标准溶液的性质以及待测元素的含量，用硝酸溶液（见 5.1.3）稀释元素标准储备溶液（见 5.1.12、5.1.13），将元素分组配制成混合标准使用溶液，混合标准使用溶液浓度为 10 mg/L 。

5.2 材料

5.2.1 微孔滤膜，孔径 $0.8\text{ }\mu\text{m}$ 。

5.2.2 大采样夹，滤料直径37 mm 或40 mm。

5.2.3 小采样夹，滤料直径25 mm。

5.2.4 氩气，纯度不低于 99.99%。

6 仪器和设备

6.1 仪器

6.1.1 空气采样器，流量范围为 0 L/min~2 L/min 和 0 L/min~10 L/min。

6.1.2 控温电热板。

6.1.3 石墨电热仪。

6.1.4 电感耦合等离子体质谱仪。

6.2 设备

6.2.1 容量瓶：聚乙烯 25 mL。

6.2.2 消解管：聚四氟乙烯 50 mL。

6.2.3 烧杯：聚四氟乙烯 100 mL。

6.2.4 表面皿。

7 样品采集与制备

7.1 样品的采集运输和保存

7.1.1 现场采样按照 GBZ 159 执行。

7.1.2 短时间采样：在采样点，用装好微孔滤膜的大采样夹，以 5.0 L/min 流量采集 15 min 空气样品。

7.1.3 长时间采样：在采样点，用装好微孔滤膜的小采样夹，以 1.0 L/min 流量采集 2 h~8 h 空气样品。

7.1.4 采样后，打开采样夹，取出滤膜，接尘面朝里对折两次，放入清洁的塑料袋或纸袋中，置清洁容器内运输和保存。样品在室温下可以保存 7 d。

7.1.5 样品空白：在采样点，打开装好微孔滤膜的采样夹，立即取出滤膜，放入清洁的塑料袋或纸袋中，然后同样品一起运输、保存和测定。每批次样品不少于 2 个样品空白。

7.2 试样的制备

7.2.1 试样消解

可根据试样中待测元素的含量水平和检测水平要求选择相应的消解方法及消解容器，如下：

- a) 电热板消解法。将微孔滤膜放入聚四氟乙烯烧杯（见 6.2.3）中，加入 5 mL 消解液（见 5.1.7），盖好表面皿，在控温电热板上 150 °C 左右消解，至溶液无色透明近干为止。取下稍冷后，用一级实验用水（见 5.1.1）定量转移残液至 25 mL 容量瓶中（见 6.2.1），并稀释至刻度。样品溶液供测定。同时取 2 个洁净的聚四氟乙烯烧杯（见 6.2.3）不加入微孔滤膜，其余过程与样品消解过程相同，进行试剂空白测定。
- b) 石墨电热消解法。将微孔滤膜放入 50 mL 聚四氟乙烯消解管（见 6.2.2）中，加入 5 mL 消解液（见 5.1.7），加盖放置石墨电热仪上，以 70 °C 初温逐渐升温至 150 °C 至冒白烟，开盖以 120 °C 加热至溶液无色透明近干为止，待消解冷却后，用一级实验用水（见 5.1.1）定量转移残液至 25 mL 容量

瓶中（见 6.2.1），并稀释至刻度。样品溶液供测定。同时取两个洁净的聚四氟乙烯烧杯（见 6.2.3）不加入微孔滤膜，其余过程与样品消解过程相同，进行试剂空白测定。

8 分析步骤

8.1 标准曲线绘制

8.1.1 依次配制一系列待测元素标准溶液，可根据测量需要调整校准曲线的浓度范围。在容量瓶中取一定体积的标准使用液（见 5.1.12），使用硝酸溶液（见 5.1.3）逐级稀释配成混合标准溶液系列，各元素质量浓度参见表 A.4 执行。

注：依据样品消解溶液中元素质量浓度水平，适当调整标准系列中各元素质量浓度范围。

8.1.2 内标元素标准使用溶液（见 5.1.9）可直接加入工作溶液中，也可在样品雾化之前通过蠕动泵自动加入。内标的浓度应远高于样品自身所含内标元素的浓度，常用的内标元素及浓度范围见 5.1.9。

8.1.3 用 ICP-MS 测定标准溶液，以标准溶液浓度为横坐标，以样品信号与内标信号的比值为纵坐标建立校准曲线。用线性回归分析方法求得其斜率用于样品含量计算。

8.2 试样的测定

每个试样测定前，先用硝酸溶液（见 5.1.4）冲洗系统直到信号降至最低，待分析信号稳定后才可开始测定。试样测定时应加入与绘制校准曲线时相同量的内标元素标准使用溶液（见 5.1.9）。若样品中待测元素浓度超出校准曲线范围，需用硝酸溶液（见 5.1.3）稀释后重新测定，稀释倍数为 f 。试样溶液基体复杂，多原子离子干扰严重时，可通过表 A.5 所列的校正方程进行校正，也可根据各仪器厂家推荐的条件，通过碰撞/反应池模式技术进行校正。测定中常见的多原子离子干扰参见表 A.6。

8.3 样品空白的测定

按照与试样相同的测定条件测定样品空白（见 7.1.5）。

9 结果计算与表示

9.1 结果计算

按式（1）计算工作场所空气中金属及其化合物的浓度：

$$C = \frac{VC_0}{1000V_0} \times k \times f \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- C ——空气中金属及其化合物浓度，单位为毫克每立方米（ mg/m^3 ）；
- C_0 ——测得样品溶液中金属的浓度（减去样品空白），单位为微克每升（ $\mu\text{g}/\text{L}$ ）；
- V ——样品溶液的测定体积，单位为毫升（ mL ）；
- V_0 ——标准采样体积，单位为升（ L ）；
- k ——金属与金属化合物的换算系数，以金属计， $k=1$ ；以金属化合物计， $k=$ 金属化合物的分子量/金属元素的原子量；
- f ——试样的稀释倍数。

9.2 结果表示

测定结果小数位数的保留与方法最低检出浓度一致，最多保留3位有效数字。空气中的时间加权平均接触浓度（ C_{TWA} ）按GBZ 159的规定计算。

10 质量保证和质量控制

10.1 标准曲线

每次分析样品均应绘制校准曲线。通常情况下，校准曲线的相关系数应达到0.999以上。

10.2 内标

在每次分析中应监测内标的强度，试样中内标的响应值应介于校准曲线响应值的70%~130%，否则说明仪器发生漂移或有干扰产生，应查找原因后重新分析。如果发现基体干扰，需要进行稀释后测定；如果发现样品中含有内标元素，需要更换内标或提高内标元素浓度。

10.3 实验室控制样品

在每批样品中，应在试剂空白中加入每种分析物质，其加标回收率应在80%~120%之间；也可以使用经国家认证并授予标准物质证书的标准样品代替加标，其测定值应在标准要求的范围内。

10.4 连续校准

每分析10个样品，应分析一次校准曲线中间浓度点，其测定结果与实际浓度值相对偏差应 $\leq 10\%$ ，否则应查找原因或重新建立校准曲线。每批样品分析完毕后，应进行一次曲线最低点的分析，其测定结果与实际浓度值相对偏差应 $\leq 30\%$ 。

11 废弃物的处理

实验中产生的废液和废物应集中收集，并清楚地做好标记贴上标签，如“有毒废液（重金属）”，应置于密闭容器中分类保管，委托有资质的单位进行处理。

12 注意事项

12.1 实验所用消解管及玻璃器皿，在使用前须用硝酸溶液（见5.1.4）浸泡 ≥ 12 h后，应用一级实验用水冲洗干净后方可使用。

12.2 丰度较大的同位素会产生拖尾峰，影响相邻质量峰的测定。可调整质谱仪的分辨率以减少这种干扰。

12.3 在连续分析浓度差异较大的样品或标准品时，样品中待测元素易沉积并滞留在真空界面、喷雾腔和雾化器上会导致记忆干扰，可通过延长样品间的洗涤时间来避免这类干扰的发生，或参照仪器说明书定期进行仪器维护。

12.4 可同时检测多种金属及其化合物，但检测的是每种金属元素的总浓度。在工作场所空气中有这种金属的多种化合物共存时，不能进行分别检测。只有存在某种金属的一种化合物时，才能按式（1）计算该种金属化合物的浓度。

12.5 配制及测定铍、砷、镉等剧毒致癌物质的标准溶液时，应避免与皮肤直接接触。高氯酸、硝酸均具有强烈的化学腐蚀性和刺激性，操作时应按规定要求佩戴防护器具，并在通风橱中进行，避免酸雾吸入呼吸道和接触皮肤、衣物。

13 其他

13.1 当定容体积为 25 mL、采样体积为 75 L 时，方法检出限为 $0.00003\ \mu\text{g/mL}$ ~ $0.0071\ \mu\text{g/mL}$ ，测定下限为 $0.00012\ \mu\text{g/mL}$ ~ $0.029\ \mu\text{g/mL}$ ，最低检出浓度为 $0.00001\ \text{mg/m}^3$ ~ $0.0024\ \text{mg/m}^3$ ，最低定量浓度 $0.00004\ \text{mg/m}^3$ ~ $0.0096\ \text{mg/m}^3$ 。各元素的性能指标见表 B.1。

13.2 锰、钴、铜、锌、钡在选定的 $0.0\ \mu\text{g/L}$ ~ $500\ \mu\text{g/L}$ 范围内具有良好的线性关系；锂、铍、钒、铬、镍、砷、锶、钇、锆、钼、镉、铟、锡、锑、铯、铊、铅、铋选定的 $0.0\ \mu\text{g/L}$ ~ $50\ \mu\text{g/L}$ 范围内具有良好的线性关系。平均采样效率均 $>90\%$ 。

附 录 A
(资料性)
仪器参考条件

A.1 23种金属及其化合物的基本信息

23种金属及其化合物的基本信息见表A.1。

表A.1 23种金属及其化合物的基本信息

序号	化学物质	化学文摘号 (CAS 号)	包含的化学物质
1	锂及其化合物(Lithium)	7439-93-2(Li)	金属锂、氢化锂等
2	铍及其化合物(Beryllium)	7440-41-7(Be)	金属铍等
3	钒及其化合物 (Vanadium)	7440-62-6(V)	钒铁合金、五氧化二钒
4	铬及其化合物 (Chromium)	7740-47-3(Cr)	铬酸盐、重铬酸盐、三氧化铬等
5	锰及其化合物 (Manganese)	7439-96-5(Mn)	金属锰、二氧化锰等
6	钴及其化合物 (Cobalt)	7440-48-4(Co)	金属钴、氧化钴等
7	镍及其化合物 (Nickel)	7440-02-0(Ni)	难溶性镍、可溶性镍
8	铜及其化合物 (Copper)	7440-50-8(Cu)	金属铜、氧化铜等
9	锌及其化合物 (Zinc)	7440-66-6(Zn)	氧化锌、氯化锌
10	砷及其化合物 (Arsenic)	7440-38-2(As)	砷、三氧化二砷、五氧化二砷和砷化氢等
11	锶及其化合物 (Strontium)	7440-24-6(Sr)	氧化锶、氯化锶等
12	钇及其化合物 (Yttrium)	7440-65-5(Y)	金属钇、氧化钇等
13	锆及其化合物 (Zirconium)	7440-67-7(Zr)	金属锆、氧化锆等
14	钼及其化合物 (Molybdenum)	7439-98-7(Mo)	不溶性钼、可溶性钼
15	镉及其化合物 (Cadmium)	7440-43-9(Cd)	金属镉、氧化镉等
16	铟及其化合物 (Indium)	7440-74-6(In)	金属铟、氧化铟等
17	锡及其化合物 (Tin)	7440-31-5(Sn)	金属锡、二氧化锡等
18	锑及其化合物 (Antimony)	7440-36-0(Sb)	金属锑、氧化锑等
19	铯及其化合物 (Caesium)	7440-46-2(Cs)	金属铯、氢氧化铯
20	钡及其化合物 (Barium)	7440-39-3(Ba)	可溶性钡、硫酸钡等
21	铊及其化合物 (Thallium)	7440-28-0(Tl)	金属铊、氧化铊等
22	铅及其化合物 (Lead)	7439-91-1(Pb)	铅烟、铅尘、氧化铅、硫化铅等

表A.1 23种金属及其化合物的基本信息（续）

序号	化学物质	化学文摘号（CAS 号）	包含的化学物质
23	铋及其化合物（Bismuth）	7440-69-9(Bi)	金属铋、碲化铋等

A.2 推荐的分析物质量数与内标物

推荐的分析物质量数与内标物见表A.2。

表A.2 推荐的分析物质量数与内标物

序号	化学物质	元素符号	推荐分析质量数	内标
1	锂（Lithium）	Li	7	Sc
2	铍（Beryllium）	Be	9	Sc
3	钒（Vanadium）	V	51	Sc
4	铬（Chromium）	Cr	52	Sc
5	锰（Manganese）	Mn	55	Sc
6	钴（Cobalt）	Co	59	Sc
7	镍（Nickel）	Ni	60	Sc
8	铜（Copper）	Cu	63/65	Ge
9	锌（Zinc）	Zn	66	Ge
10	砷（Arsenic）	As	75	Ge
11	锶（Strontium）	Sr	88	Rh
12	钇（Yttrium）	Y	89	Ge
13	锆（Zirconium）	Zr	90	Rh
14	钼（Molybdenum）	Mo	95/98	Rh
15	镉（Cadmium）	Cd	111/114	Rh
16	铟（Indium）	In	115	Rh
17	锡（Tin）	Sn	118/120	Rh
18	锑（Antimony）	Sb	121	Rh
19	铯（Caesium）	Cs	133	Rh
20	钡（Barium）	Ba	135	Rh
21	铊（Thallium）	Tl	205	Rh
22	铅（Lead）	Pb	208	Rh

表A.2 推荐的分析物质量数与内标物（续）

序号	化学物质	元素符号	推荐分析质量数	内标
23	铋 (Bismuth)	Bi	209	Rh

A.3 推荐的混合标准储备溶液分组及保存介质

推荐的混合标准储备溶液分组及保存介质见表A.3。

表A.3 推荐的混合标准储备溶液分组及保存介质

元素	介质
As、Ba、Be、Bi、Cs、Cd、Cr、Co、Cu、In、Pb、Li、Mn、Ni、Sr、Tl、V、Zn	5%硝酸
Y	5%硝酸
Sb、Sn	10%盐酸及 1%硝酸1%硝酸
Mo、Zr、	水及痕量硝酸、痕量氢氟酸

A.4 元素的标准溶液系列质量浓度

ICP-MS方法中元素的标准溶液系列质量浓度见表A.4。

表A.4 ICP-MS 方法中元素的标准溶液系列质量浓度

序号	元素	单位	标准系列质量浓度						
			系列1	系列2	系列3	系列4	系列5	系列6	系列7
1	锂、铍、铬镍、 砷、钇锆、钼、 铟锡、铈、铊 铅、铋	μg/L	0.50	1.00	5.00	10.0	20.0	40.0	50.0
2	锰、钴、 铜、锌、钡	μg/L	5.00	10.0	50.0	100	200	400	500

A.5 测定中常用的干扰校正方程

ICP-MS测定中常用的干扰校正方程见表A.5。

表A.5 ICP-MS测定中常用的干扰校正方程

同位素	干扰校正方程
111Cd	$111M - 1.073 \times 108M - 0.712 \times 106M$
114Cd	$114M - 0.027 \times 118M - 1.63 \times 108M$
115In	$115M - 0.016 \times 118M$
208Pb	$206M + 207M + 208M$
注1：“M”为元素通用符号。	
注2：在仪器配备碰撞反应池的条件下，选用碰撞反应池技术消除干扰时，可忽略上述干扰校正方程。	

A.6 测定中常见的多原子离子干扰

ICP-MS测定中常见的多原子离子干扰见表A.6。

表A.6 ICP-MS测定中常见的多原子离子干扰

分子离子	质量	受干扰离子	分子离子	质量	受干扰离子
$^{40}\text{Ar}^{12}\text{C}^+, ^{36}\text{Ar}^{16}\text{O}^+$	52	Cr	$^{34}\text{S}^{16}\text{O}_2^+, ^{32}\text{S}_2^+$	64	Zn
$^{40}\text{Ar}^{14}\text{N}^+$	54	Cr	$^{40}\text{Ar}^{23}\text{Na}^+$	63	Cu
$^{40}\text{Ar}^{14}\text{N}^1\text{H}^+$	55	Mn	$^{31}\text{P}^{16}\text{O}_2^+$	63	Cu
$^{79}\text{Br}^{16}\text{O}^+$	95	Mo	$^{130}\text{Ba}^{2+}$	65	Cu
$^{81}\text{Br}^{16}\text{O}^+$	97	Mo	$^{132}\text{Ba}^{2+}$	66	Cu
$^{81}\text{Br}^{16}\text{O}^1\text{H}^+$	98	Mo	$^{134}\text{Ba}^{2+}$	67	Cu
$^{40}\text{Ar}^{81}\text{Br}^+$	121	Sb	TiO	62-66	Ni, Cu, Zn
$^{35}\text{Cl}^{16}\text{O}^+$	51	V	ZrO	106-112	Cd
$^{35}\text{Cl}^{16}\text{O}^1\text{H}^+$	52	Cr	MoO	108-116	Cd

附 录 B
(规范性)
方法的性能指标

方法的性能指标见表B.1。

表B.1 方法的性能指标

序号	元素	检出限 $\mu\text{g/mL}$	定量下线 $\mu\text{g/mL}$	最低检出浓度 mg/m^3	最低定量浓度 mg/m^3
1	锂	0.0005	0.002	0.0002	0.0008
2	铍	0.0003	0.0012	0.0001	0.0004
3	钒	0.0002	0.0008	0.0001	0.0004
4	铬	0.0012	0.0048	0.0004	0.0016
5	锰	0.0008	0.0032	0.0003	0.0012
6	钴	0.0001	0.0004	0.00003	0.00012
7	镍	0.0025	0.01	0.0008	0.0032
8	铜	0.0007	0.0028	0.0002	0.0008
9	锌	0.0071	0.029	0.0024	0.0096
10	砷	0.001	0.004	0.0003	0.0012
11	锶	0.0009	0.0036	0.0003	0.0012
12	钇	0.0008	0.0032	0.0003	0.0012
13	锆	0.001	0.004	0.0003	0.0012
14	钼	0.00006	0.00024	0.00002	0.00008
15	镉	0.00004	0.00016	0.00001	0.00004
16	铟	0.00008	0.00032	0.00003	0.00012
17	锡	0.0002	0.0008	0.0001	0.0004
18	铋	0.00003	0.00012	0.00001	0.00004
19	铯	0.00003	0.00012	0.00001	0.00004
20	钡	0.0009	0.0036	0.0003	0.0012
21	铊	0.00006	0.00024	0.00002	0.00008
22	铅	0.0002	0.0008	0.0001	0.0004

表B.1 方法的性能指标（续）

序号	元素	检出限 μg/mL	定量下线 μg/mL	最低检出浓度 mg/m³	最低定量浓度 mg/m³
23	铋	0.001	0.004	0.0003	0.0012