



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 803-2016

土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法

Soil and sediment-Determination of aqua regia extracts of 12 metal
elements-Inductively coupled plasma mass spectrometry

(发布稿)

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

2016-06-24发布

2016-08-01实施

环 境 保 护 部 发 布

目 次

前 言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 方法原理.....	1
4 干扰和消除.....	2
5 试剂和材料.....	2
6 仪器和设备.....	3
7 样品.....	3
8 分析步骤.....	4
9 结果计算与表示.....	6
10 精密度和准确度.....	6
11 质量保证和质量控制.....	7
12 废物处理.....	7
13 注意事项.....	7
附录 A (资料性附录) 多原子离子干扰和干扰校正方程.....	8
附录 B (资料性附录) 方法的精密度和准确度汇总数据.....	10

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》，保护环境，保障人体健康，规范土壤和沉积物中金属元素的测定方法，制定本标准。

本标准规定了用王水提取测定土壤和沉积物中镉、钴、铜、铬、锰、镍、铅、锌、钒、砷、钼、锑共 12 种金属元素的电感耦合等离子体质谱法。

本标准首次发布。

本标准附录 A 和附录 B 为资料性附录。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：云南省环境监测中心站。

本标准验证单位：四川省环境监测总站、江苏省环境监测中心、云南省农业科学院质量标准与检测技术研究所、重庆市环境监测中心、曲靖市环境监测站和泰州市环境监测中心站。

本标准环境保护部 2016 年 6 月 24 日批准。

本标准自 2016 年 8 月 1 日起实施。

本标准由环境保护部解释。

土壤和沉积物 12 种金属元素的测定

王水提取-电感耦合等离子体质谱法

警告：硝酸和盐酸具有强腐蚀性和强氧化性，操作时应按规定要求佩戴防护用品，避免接触皮肤和衣服。样品的预处理过程应在通风橱中进行操作。

1 适用范围

本标准规定了测定土壤和沉积物王水提取液中 12 种金属元素的电感耦合等离子体质谱法。

本标准适用于土壤和沉积物中镉 (Cd)、钴 (Co)、铜 (Cu)、铬 (Cr)、锰 (Mn)、镍 (Ni)、铅 (Pb)、锌 (Zn)、钒 (V)、砷 (As)、钼 (Mo)、锑 (Sb) 共 12 种金属元素的测定。若通过验证，本标准也可适用于其它金属元素的测定。

当取样量为 0.10 g，消解后定容体积为 50 ml 时，12 种金属元素的方法检出限和测定下限见表 1。

表 1 方法检出限和测定下限 (mg/kg)

元素		镉	钴	铜	铬	锰	镍	铅	锌	钒	砷	钼	锑
电热板 消解	方法 检出限	0.07	0.03	0.5	2	0.7	2	2	7	0.7	0.6	0.1	0.3
	测定下限	0.28	0.12	2.0	8	2.8	8	8	28	2.8	2.4	0.4	1.2
微波 消解	方法 检出限	0.09	0.04	0.6	2	0.4	1	2	1	0.4	0.4	0.05	0.08
	测定下限	0.36	0.16	2.4	8	1.6	4	8	4	1.6	1.6	0.20	0.32

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

- HJ/T 166 土壤环境监测技术规范
 HJ 613 土壤 干物质和水分的测定 重量法
 GB 17378.3 海洋监测规范 第3部分：样品采集、贮存与运输
 GB 17378.5 海洋监测规范 第5部分：沉积物分析

3 方法原理

土壤和沉积物样品用盐酸/硝酸（王水）混合溶液经电热板或微波消解仪消解后，用电感耦合等离子体质谱仪进行检测。根据元素的质谱图或特征离子进行定性，内标法定量。

试样由载气带入雾化系统进行雾化后，目标元素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进行分离并定性、定量分析。在一定浓度范围内，离子的质荷比所对应的响应值与其浓度成正比。

4 干扰和消除

4.1 质谱干扰

质谱干扰主要包括多原子离子干扰、同量异位素干扰、氧化物和双电荷离子干扰等。

多原子离子干扰是 ICP-MS 最主要的干扰来源，可利用干扰校正方程、仪器优化以及碰撞反应池技术加以解决，常见的多原子离子干扰见附录 A 中的表 A.1。同量异位素干扰可使用干扰校正方程进行校正，或在分析前对样品进行化学分离等方法进行消除，主要的干扰校正方程见附录 A 中的表 A.2。氧化物干扰和双电荷干扰可通过调节仪器参数降低影响。

4.2 非质谱干扰

非质谱干扰主要包括基体抑制干扰、空间电荷效应干扰、物理效应干扰等。其干扰程度与样品基体性质有关，可采用稀释样品、内标法、优化仪器条件等措施消除和降低干扰。

5 试剂和材料

除非另有说明，分析时均使用符合国家标准的优级纯试剂。实验用水为新制备的去离子水或同等纯度的水。

5.1 盐酸： $\rho(\text{HCl}) = 1.19 \text{ g/ml}$ 。

5.2 硝酸： $\rho(\text{HNO}_3) = 1.42 \text{ g/ml}$ 。

5.3 盐酸-硝酸溶液（王水）：3+1，用（5.1）和（5.2）配制。

5.4 硝酸溶液： $c(\text{HNO}_3) = 0.5 \text{ mol/L}$ ，用（5.2）配制。

5.5 硝酸溶液：2+98，用（5.2）配制。

5.6 硝酸溶液：1+4，用（5.2）配制。

5.7 标准溶液

5.7.1 单元素标准储备液

用高纯度的金属（纯度大于 99.99 %）或金属盐类（基准或高纯试剂）配制成 100 mg/L ~ 1000 mg/L 含硝酸溶液（5.4）的标准储备溶液，溶液酸度保持在 1.0 % (v/v) 以上。亦可购买市售有证标准物质。

5.7.2 多元素混合标准储备液： $\rho = 10.0 \text{ mg/L}$ 。

用硝酸溶液（5.4）稀释单元素标准储备液（5.7.1）配制。亦可购买市售有证标准物质。

5.7.3 多元素标准使用液： $\rho = 200 \text{ } \mu\text{g/L}$ 。

用硝酸溶液（5.4）稀释标准储备液（5.7.1 或 5.7.2）配制成多元素混合标准使用液。亦可购买市售有证标准物质。

5.7.4 内标标准储备液： $\rho = 10.0 \text{ mg/L}$ 。

宜选用 ^6Li 、 ^{45}Sc 、 ^{74}Ge 、 ^{89}Y 、 ^{103}Rh 、 ^{115}In 、 ^{185}Re 、 ^{209}Bi 为内标元素。可用高纯度的金属（纯度大于 99.99%）或金属盐类（基准或高纯试剂）配制。亦可购买市售有证标准物质进行配制，介质为硝酸溶液（5.4）。

5.7.5 内标标准使用液： $\rho = 100 \text{ } \mu\text{g/L}$ 。

用硝酸溶液（5.4）稀释内标储备液（5.7.4）配制成内标标准使用液。由于不同仪器使用的蠕动泵管管径不同，在线加入内标时，加入的浓度也不同，因此在配制内标标准使用液时应使内标元素在试样中的浓度为 10 $\mu\text{g/L}$ ~ 50 $\mu\text{g/L}$ 。

5.7.6 调谐液： $\rho=10\ \mu\text{g/L}$ 。

宜选用含有Li、Be、Mg、Y、Co、In、Tl、Pb和Bi元素的溶液为质谱仪的调谐溶液。可用高纯度的金属（纯度大于99.99%）或相应的金属盐类（基准或高纯试剂）进行配制，亦可直接购买市售有证标准物质。

注1：所有元素的标准溶液配制后均应在密封的聚乙烯或聚丙烯瓶中保存。

5.8 慢速定量滤纸。

5.9 载气：氩气，纯度 $\geq 99.999\%$ 。

6 仪器和设备

6.1 电感耦合等离子体质谱仪：能够扫描的质量范围为 $5\ \text{amu}\sim 250\ \text{amu}$ ，分辨率在 10% 峰高处的峰宽应介于 $0.6\ \text{amu}\sim 0.8\ \text{amu}$ 。

6.2 温控电热板：控制精度 $\pm 0.2\ ^\circ\text{C}$ ，最高温度可设定至 $250\ ^\circ\text{C}$ 。

6.3 微波消解仪：输出功率 $1000\ \text{W}\sim 1600\ \text{W}$ 。具有可编程控制功能，可对温度、压力和时间（升温时间和保持时间）进行全程监控；具有安全防护功能。

6.4 分析天平：精度为 $0.0001\ \text{g}$ 。

6.5 聚四氟乙烯密闭消解罐：可抗压、耐酸、耐腐蚀，具有泄压功能。

6.6 锥形瓶： $100\ \text{ml}$ 。

6.7 玻璃漏斗。

6.8 容量瓶： $50\ \text{ml}$ 。

6.9 尼龙筛： $0.15\ \text{mm}$ （100目）。

6.10 一般实验室常用仪器和设备。

7 样品

7.1 样品采集与保存

按照 HJ/T 166 的相关规定采集和保存土壤样品，按照 GB 17378.3 的相关规定采集和保存沉积物样品。样品采集、运输和保存过程应避免沾污和待测元素损失。

7.2 水分的测定

土壤样品干物质测定按照 HJ 613 执行，沉积物样品含水率按照 GB 17378.5 执行。

7.3 样品的制备

除去样品中的枝棒、叶片、石子等异物，按照 HJ/T 166 和 GB 17378.5 的要求，将采集的样品进行风干、粗磨、细磨至过孔径 $0.15\ \text{mm}$ （100目）筛（6.9）。样品的制备过程应避免沾污和待测元素损失。

7.4 试样的制备

7.4.1 电热板加热消解

移取 $15\ \text{ml}$ 王水（5.3）于 $100\ \text{ml}$ 锥形瓶中，加入3粒或4粒小玻璃珠，放上玻璃漏斗（6.7），于电热板上加热至微沸，使王水蒸气浸润整个锥形瓶内壁约 $30\ \text{min}$ ，冷却后弃去，用实验用水洗净锥形瓶内壁，晾干待用。

称取待测样品 $0.1\ \text{g}$ （精确至 $0.0001\ \text{g}$ ），置于上述已准备好的 $100\ \text{ml}$ 锥形瓶中，加入6

ml 王水溶液 (5.3), 放上玻璃漏斗 (6.7), 于电热板上加热, 保持王水处于微沸状态 2 h (保持王水蒸汽在瓶壁和玻璃漏斗上回流, 但反应不能过于剧烈而导致样品溢出)。消解结束后静置冷却至室温, 用慢速定量滤纸 (5.8) 将提取液过滤收集于 50 ml 容量瓶 (6.8)。待提取液滤尽后, 用少量硝酸溶液 (5.4) 清洗玻璃漏斗、锥形瓶和滤渣至少 3 次, 洗液一并过滤收集于容量瓶中, 用实验用水定容至刻度。

7.4.2 微波消解

称取待测样品 0.1 g (精确至 0.0001 g), 置于聚四氟乙烯密闭消解罐 (6.5) 中, 加入 6 ml 王水 (5.3)。将消解罐安置于消解罐支架, 放入微波消解仪中, 按照表 2 提供的微波消解参考程序进行消解, 消解结束后冷却至室温。打开密闭消解罐, 用慢速定量滤纸 (5.8) 将提取液过滤收集于 50 ml 容量瓶 (6.8) 中。待提取液滤尽后, 用少量硝酸溶液 (5.4) 清洗聚四氟乙烯消解罐的盖子内壁、罐体内壁和滤渣至少 3 次, 洗液一并过滤收集于容量瓶中, 用实验用水定容至刻度。也可参照微波消解仪说明书, 优化其功率、升温时间、温度、保持时间等参数。

表 2 微波消解参考程序

步骤	升温时间 (min)	目标温度 (°C)	保持时间 (min)
1	5	120	2
2	4	150	5
3	5	185	40

7.5 实验室空白试样的制备

不加样品, 按照与试样的制备 (7.4) 相同步骤制备实验室空白试样。

8 分析步骤

8.1 仪器调谐

点燃等离子体后, 仪器预热稳定 30 分钟。用质谱仪调谐液 (5.7.6) 对仪器的灵敏度、氧化物和双电荷进行调谐, 在仪器的灵敏度、氧化物和双电荷满足要求的条件下, 质谱仪给出的调谐液中所含元素信号强度的相对标准偏差应 $\leq 5\%$ 。在涵盖待测元素的质量范围内进行质量校正和分辨率校验, 如质量校正结果与真实值差值超过 ± 0.1 amu 或调谐元素信号的分辨率在 10%峰高处所对应的峰宽超过 0.6 amu~0.8 amu 的范围, 应按照仪器使用说明书对质谱仪进行校正。

8.2 仪器参考条件

仪器参考条件见表 3, 推荐使用和同时检测的同位素以及对应内标物见表 4。

表 3 仪器参考条件

功率	雾化器	采样锥和截取锥	载气流速	采样深度	内标加入方式	检测方式
1240 W	高盐雾化器	镍	1.10 L/min	6.9 mm	在线加入内标: 锆、钨、铋等多元素混合标准溶液	自动测定 3 次

表 4 推荐使用和同时检测的质量数以及对应内标物

元素	质量数	内标	元素	质量数	内标
镉	<u>111</u> , 114	Rh 或 In	铅	<u>206</u> , <u>207</u> , <u>208</u>	Re 或 Bi
钴	<u>59</u>	Sc 或 Ge	锌	<u>66</u> , 67, 68	Ge
铜	<u>63</u> , 65	Ge	钒	<u>51</u>	Sc 或 Ge
铬	<u>52</u> , 53	Sc 或 Ge	砷	<u>75</u>	Ge
锰	<u>55</u>	Sc 或 Ge	钼	95, <u>98</u>	Rh
镍	<u>60</u> , 62	Sc 或 Ge	铈	<u>121</u> , 123	Rh 或 In

注：下划线标识为推荐使用的质量数。

8.3 标准曲线的绘制

分别移取一定体积的多元素标准使用液（5.7.3）于同一组 100 ml 容量瓶中，用硝酸溶液（5.4）稀释定容至刻度，混匀。以硝酸溶液（5.4）为标准系列的最低浓度点，另制备至少 5 个浓度点的标准系列。标准系列浓度见表 5。内标标准使用液（5.7.5）可直接加入到标准系列中，也可通过蠕动泵在线加入。内标应选择试样中不含有的元素，或浓度远大于试样本身含量的元素。按优化的仪器参考条件（8.2），将标准系列从低浓度到高浓度依次导入雾化器进行分析，以各元素的质量浓度为横坐标，对应的响应值和内标响应值的比值为纵坐标，建立标准曲线。标准曲线的浓度范围可根据测定实际需要进行调整。

表 5 标准系列溶液浓度

元素	C ₀ (μg/L)	C ₁ (μg/L)	C ₂ (μg/L)	C ₃ (μg/L)	C ₄ (μg/L)	C ₅ (μg/L)
镉	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
钴	0	10.0	20.0	40.0	60.0	80
铜	0	25.0	50.0	75.0	100	150
铬	0	25.0	50.0	100	150	200
锰	0	200	400	600	800	1000
镍	0	10.0	20.0	50.0	80.0	100
铅	0	20.0	40.0	60.0	80.0	100
锌	0	20.0	40.0	80.0	160	320
钒	0	20.0	40.0	80.0	160	320
砷	0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0
钼	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
铈	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0

8.4 试样的测定

每个试样测定前，用硝酸溶液（5.5）冲洗系统直至信号降至最低，待分析信号稳定后开始测定。按照与建立标准曲线（8.3）相同的仪器参考条件和操作步骤进行试样的测定。若试样中待测目标元素浓度超出标准曲线范围，须经稀释后重新测定，稀释液使用硝酸溶液（5.4），稀释倍数为 f。

8.5 实验室空白试样的测定

按照与试样的测定（8.4）相同的仪器参考条件和操作步骤测定实验室空白试样。

9 结果计算与表示

9.1 结果计算

9.1.1 土壤样品中各金属元素的含量 ω_1 (mg/kg), 按照公式 (1) 进行计算。

$$\omega_1 = \frac{(\rho - \rho_o) \times V \times f}{m \times W_{dm}} \times 10^{-3} \quad (1)$$

式中: ω_1 — 土壤样品中金属元素的含量, mg/kg;

ρ — 由标准曲线计算所得试样中金属元素的质量浓度, $\mu\text{g/L}$;

ρ_o — 实验室空白试样中对应金属元素的质量浓度, $\mu\text{g/L}$;

V — 消解后试样的定容体积, ml;

f — 试样的稀释倍数;

m — 称取过筛后样品的质量, g;

W_{dm} — 土壤样品干物质的含量, %。

9.1.2 沉积物样品中各金属元素的含量 ω_2 (mg/kg), 按照公式 (2) 进行计算。

$$\omega_2 = \frac{(\rho - \rho_o) \times V \times f}{m \times (1 - W_{H_2O})} \times 10^{-3} \quad (2)$$

式中: ω_2 — 沉积物样品中金属元素的含量, mg/kg;

ρ — 由标准曲线计算所得试样中金属元素的质量浓度, $\mu\text{g/L}$;

ρ_o — 实验室空白试样中该金属元素的质量浓度, $\mu\text{g/L}$;

V — 消解后试样的定容体积, ml;

f — 试样的稀释倍数;

m — 称取过筛后样品的质量, g;

W_{H_2O} — 沉积物样品含水率, %。

9.2 结果表示

测定结果小数位数的保留与方法检出限一致, 最多保留三位有效数字。

10 精密度和准确度

10.1 精密度

6家实验室分别用电热板消解法和微波消解法对5种不同含量水平的统一标准土壤样品和沉积物样品进行测定, 电热板消解法的精密度汇总数据见附录B中的表B.1, 微波消解法的精密度汇总数据见附录B中的表B.2。

10.2 准确度

6家实验室分别用电热板消解法和微波消解法对2种不同含量水平的统一标准土壤样品和沉积物样品进行测定, 电热板消解法的准确度汇总数据见附录B中的表B.3, 微波消解法

的准确度汇总数据见附录 B 中的表 B.4。

11 质量保证和质量控制

11.1 每批样品至少做 2 个实验室空白试样，其测定结果均应低于测定下限。

11.2 每次分析应建立标准曲线，其相关系数应大于 0.999。每 20 个样品或每批次（少于 20 个样品/批）样品，应分析一个标准曲线中间浓度点，其测定结果与实际浓度值的相对偏差应 $\leq 10\%$ ，否则应查找原因或重新建立标准曲线。每 20 个样品或每批次（少于 20 个样品/批）样品分析完毕后，应进行一次标准曲线零点分析，其测定结果与实际浓度值的相对偏差应 $\leq 30\%$ 。

11.3 每批次样品至少按 10%的比例进行平行双样测定，样品数量少于 10 个时，应至少测定一个平行双样。平行双样测定结果中，电热板消解测定钴（Co）、铜（Cu）、铬（Cr）、锰（Mn）、镍（Ni）、铅（Pb）、锌（Zn）、钒（V）、砷（As）的相对偏差应小于 30%，镉（Cd）、钼（Mo）、锑（Sb）的相对偏差应小于 40%；微波消解测定 12 种金属元素的相对偏差应小于 30%。

11.4 每批次样品至少分析 10%的加标回收样，样品数量小于 10 个时，应至少做一个加标回收样。加标回收样测定结果中，电热板消解测定镉（Cd）、钴（Co）、铜（Cu）、铬（Cr）、锰（Mn）、镍（Ni）、铅（Pb）、锌（Zn）、钒（V）、砷（As）的加标回收率应控制在 70%~125%之间，钼（Mo）、锑（Sb）的加标回收率应控制在 50%~125%之间；微波消解测定 12 种金属元素的加标回收率应控制在 70%~125%之间。

11.5 ICP-MS 对试剂纯度要求较高，应使用纯度高的试剂，且每批次试剂须通过空白实验检验，试剂空白值不得大于方法检出限。同一批次样品应使用同一批次实验用水，实验用水应进行空白实验，空白值不得大于方法检出限。

11.6 每次分析应测定内标的响应强度，试样中内标的响应值应介于标准曲线响应值的 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。若发现基体干扰，须稀释试样后测定；若发现试样中含有内标元素，须更换内标或提高内标元素浓度。

12 废物处理

实验过程中产生的废液和废物，应置于密闭容器中分类保管，委托有资质的单位处理。

13 注意事项

13.1 实验所用的玻璃器皿须使用硝酸溶液（5.6）浸泡 24 h，依次用自来水和实验用水洗净后方可使用。

13.2 为保证仪器的稳定性和实验的准确性，应参照仪器说明书，定期或测定一定数量样品后对仪器的雾化器、炬管、采样锥和截取锥进行清洗。

13.3 使用微波消解样品时，注意消解罐使用的温度和压力限制，消解前后应检查消解罐密封性。检查方法为：当消解罐加入样品和消解液后，盖紧消解罐并称量（精确到 0.01 g），样品消解完待消解罐冷却至室温后，再次称量，记录每个罐的重量。如果消解后的重量比消解前的重量减少超过 10%，舍弃该样品，并查找原因。

附录 A
(资料性附录)

多原子离子干扰和干扰校对方程

表 A.1 给出了 ICP-MS 测定中常见的多原子离子干扰，表 A.2 给出了常用的干扰校对方程。

表 A.1 ICP-MS 测定中常见的多原子离子干扰

多原子离子	质量数	受干扰元素	多原子离子	质量数	受干扰元素
$^{14}\text{N}^1\text{H}^+$	15	\	$^{40}\text{Ar}^{81}\text{Br}^+$	121	Sb
$^{16}\text{O}^1\text{H}^+$	17	\	$^{35}\text{C}^1^{16}\text{O}^+$	51	V
$^{16}\text{O}^1\text{H}_2^+$	18	\	$^{35}\text{C}^1^{16}\text{O}^1\text{H}^+$	52	Cr
$^{12}\text{C}_2^+$	24	Mg	$^{37}\text{C}^1^{16}\text{O}^+$	53	Cr
$^{12}\text{C}^{14}\text{N}^+$	26	Mg	$^{37}\text{C}^1^{16}\text{O}^1\text{H}^+$	54	Cr
$^{12}\text{C}^{16}\text{O}^+$	28	Si	$^{40}\text{Ar}^{35}\text{C}^1^+$	75	As
$^{14}\text{N}_2^+$	28	Si	$^{40}\text{Ar}^{37}\text{C}^1^+$	77	Se
$^{14}\text{N}_2^1\text{H}^+$	29	Si	$^{32}\text{S}^{16}\text{O}^+$	48	Ti
$^{14}\text{N}^{16}\text{O}^+$	30	Si	$^{32}\text{S}^{16}\text{O}^1\text{H}^+$	49	Ti
$^{14}\text{N}^{16}\text{O}^1\text{H}^+$	31	P	$^{34}\text{S}^{16}\text{O}^+$	50	V, Cr
$^{16}\text{O}_2^1\text{H}^+$	32	S	$^{34}\text{S}^{16}\text{O}^1\text{H}^+$	51	V
$^{16}\text{O}_2^1\text{H}_2^+$	33	S	$^{34}\text{S}^{16}\text{O}_2^+, ^{32}\text{S}_2^+$	64	Zn
$^{36}\text{Ar}^1\text{H}^+$	37	Cl	$^{40}\text{Ar}^{32}\text{S}^+$	72	Ge
$^{38}\text{Ar}^1\text{H}^+$	39	K	$^{40}\text{Ar}^{34}\text{S}^+$	74	Ge
$^{40}\text{Ar}^1\text{H}^+$	41	K	$^{31}\text{P}^{16}\text{O}^+$	47	Ti
$^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2^+$	44	Ca	$^{31}\text{P}^{17}\text{O}^1\text{H}^+$	49	Ti
$^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2^1\text{H}^+$	45	Se	$^{31}\text{P}^{16}\text{O}_2^+$	63	Cu
$^{40}\text{Ar}^{12}\text{C}^+, ^{36}\text{Ar}^{16}\text{O}^+$	52	Cr	$^{40}\text{Ar}^{31}\text{P}^+$	71	Ga
$^{40}\text{Ar}^{14}\text{N}^+$	54	Cr, Fe	$^{40}\text{Ar}^{23}\text{Na}^+$	63	Cu
$^{40}\text{Ar}^{14}\text{N}^1\text{H}^+$	55	Mn	$^{40}\text{Ar}^{39}\text{K}^+$	79	Br
$^{40}\text{Ar}^{16}\text{O}^+$	56	Fe	$^{40}\text{Ar}^{40}\text{Ca}^+$	80	Se
$^{40}\text{Ar}^{16}\text{O}^1\text{H}^+$	57	Fe	$^{130}\text{Ba}^{2+}$	65	Cu
$^{40}\text{Ar}^{36}\text{Ar}^+$	76	Se	$^{132}\text{Ba}^{2+}$	66	Cu
$^{40}\text{Ar}^{38}\text{Ar}^+$	78	Se	$^{134}\text{Ba}^{2+}$	67	Cu
$^{40}\text{Ar}_2^+$	80	Se	TiO	62-66	Ni, Cu, Zn
$^{81}\text{Br}^1\text{H}^+$	82	Se	ZrO	106-112	Ag, Cd
$^{79}\text{Br}^{16}\text{O}^+$	95	Mo	MoO	108-116	Cd
$^{81}\text{Br}^{16}\text{O}^+$	97	Mo	$^{93}\text{Ar}^{16}\text{O}^+$	109	Ag
$^{81}\text{Br}^{16}\text{O}^1\text{H}^+$	98	Mo			

表 A.2 ICP-MS 测定中常用的干扰校正方程

元素	干扰校正方程
^{51}V	$[51]\text{M} \times 1 - [53]\text{M} \times 3.127 + [52]\text{M} \times 0.353$
^{75}As	$[75]\text{M} \times 1 - [77]\text{M} \times 3.127 + [82]\text{M} \times 2.733 - [83]\text{M} \times 2.757$
^{82}Se	$[82]\text{M} \times 1 - [83]\text{M} \times 1.009$
^{98}Mo	$[98]\text{M} \times 1 - [99]\text{M} \times 0.146$
^{111}Cd	$[111]\text{M} \times 1 - [108]\text{M} \times 1.073 - [106]\text{M} \times 0.712$
^{114}Cd	$[114]\text{M} \times 1 - [118]\text{M} \times 0.027 - [108]\text{M} \times 1.63$
^{115}In	$[115]\text{M} \times 1 - [118]\text{M} \times 0.016$
^{208}Pb	$[206]\text{M} \times 1 + [207]\text{M} \times 1 + [208]\text{M} \times 1$

注 1：“M”为通用元素符号。

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。

附录 B
(资料性附录)

方法的精密度和准确度汇总数据

表 B.1 和表 B.2 给出了本标准测定 12 种金属元素的方法精密度，表 B.3 和表 B.4 给出了本标准测定 12 种金属元素的方法准确度。

表 B.1 方法的精密度汇总表（电热板消解）

名称	样品编号	平均值 (mg/kg)	实验室内相对 标准偏差 (%)	实验室间相对 标准偏差 (%)	重复性限 r (mg/kg)	再现性限 R (mg/kg)
镉	土壤标样 1	0.13	3.4~28	19	0.04	0.08
	土壤标样 2	0.14	2.8~18.	29	0.04	0.12
	土壤标样 3	0.22	1.6~9.7	26	0.04	0.16
	土壤标样 4	0.15	1.5~14	31	0.04	0.14
	土壤标样 5	0.11	5.1~19	31	0.04	0.10
	沉积物标样 1	0.15	2.4~20	25	0.13	0.15
	沉积物标样 2	0.10	3.3~27	10	0.04	0.05
	沉积物标样 3	0.14	1.4~16	12	0.03	0.05
	沉积物标样 4	0.15	1.8~12	21	0.04	0.01
	沉积物标样 5	0.16	2.0~24	18	0.06	0.10
钴	土壤标样 1	9.47	0.91~11	17	1.64	4.69
	土壤标样 2	9.50	0.66~6.1	20	1.10	5.43
	土壤标样 3	12.6	0.49~9.4	18	2.08	6.48
	土壤标样 4	8.97	0.47~6.1	25	0.83	6.37
	土壤标样 5	8.46	0.51~3.7	18	0.64	4.39
	沉积物标样 1	12.4	0.77~10	21	2.13	7.54
	沉积物标样 2	11.1	0.70~5.1	18	1.18	5.70
	沉积物标样 3	10.1	0.60~5.5	20	1.16	5.68
	沉积物标样 4	5.99	0.60~7.9	14	0.68	2.47
	沉积物标样 5	8.49	0.67~6.4	17	0.85	4.18
铜	土壤标样 1	18.6	2.3~6.7	17	2.2	9.2
	土壤标样 2	19.6	1.7~4.1	32	1.6	17.7
	土壤标样 3	20.8	1.3~11	24	3.1	14.3
	土壤标样 4	18.7	1.4~8.2	40	3.2	21.1
	土壤标样 5	15.4	0.52~8.2	26	2.4	11.4
	沉积物标样 1	26.3	2.0~12	24	4.2	17.7
	沉积物标样 2	24.3	1.6~4.9	16	2.1	11.1
	沉积物标样 3	17.4	0.50~6.4	21	2.0	10.5
	沉积物标样 4	4.4	2.0~16	30	1.1	3.9
	沉积物标样 5	18.9	0.54~6.7	28	2.5	14.8
铬	土壤标样 1	35	1.2~8.9	16	5	17
	土壤标样 2	32	1.3~10	33	4	30
	土壤标样 3	39	2.2~9.4	30	6	34
	土壤标样 4	29	1.8~6.2	38	3	31
	土壤标样 5	26	2.1~13	28	6	21
	沉积物标样 1	37	2.3~9.7	27	7	29
	沉积物标样 2	35	1.8~11	21	5	21
	沉积物标样 3	32	1.6~12	23	6	21
沉积物标样 4	9	0.84~19	32	3	8	

续表

名称	样品编号	平均值 (mg/kg)	实验室内相对 标准偏差 (%)	实验室间相对 标准偏差 (%)	重复性限 r (mg/kg)	再现性限 R (mg/kg)
铬	沉积物标样 5	31	1.8~13	26	6	23
锰	土壤标样 1	420	0.57~11	18	73.5	217
	土壤标样 2	414	0.96~8.3	15	49.1	183
	土壤标样 3	502	1.1~8.2	12	71.7	179
	土壤标样 4	397	0.63~6.6	13	43.4	149
	土壤标样 5	383	0.46~5.6	15	38.4	167
	沉积物标样 1	659	0.82~6.1	14	63.3	273
	沉积物标样 2	586	0.61~3.6	11	33.6	185
	沉积物标样 3	420	0.56~8.0	12	52.2	146
	沉积物标样 4	516	0.49~4.5	12	43.0	179
	沉积物标样 5	533	0.70~4.6	9.5	45.7	148
镍	土壤标样 1	21	1.7~15	16	4	10
	土壤标样 2	26	0.88~7.2	22	3	16
	土壤标样 3	30	1.4~12	19	5	17
	土壤标样 4	24	2.4~10	32	5	22
	土壤标样 5	20	2.5~8.1	24	3	14
	沉积物标样 1	30	2.4~12	18	5	15
	沉积物标样 2	19	1.6~7.6	21	2	11
	沉积物标样 3	23	1.5~4.6	17	2	11
	沉积物标样 4	2	2.6~15	17	1	1
	沉积物标样 5	24	2.2~6.6	17	3	12
铅	土壤标样 1	21	1.7~17	23	5	15
	土壤标样 2	20	1.6~11	27	4	16
	土壤标样 3	29	1.6~15	27	5	22
	土壤标样 4	19	3.1~9.5	47	4	25
	土壤标样 5	15	0.42~6.4	40	2	17
	沉积物标样 1	28	2.8~11	19	5	16
	沉积物标样 2	36	1.0~5.4	20	4	20
	沉积物标样 3	20	1.0~5.2	25	2	14
	沉积物标样 4	38	1.2~6.3	23	5	25
	沉积物标样 5	16	0.47~6.7	31	2	14
锌	土壤标样 1	59	0.98~19	7.8	17	20
	土壤标样 2	55	0.88~13	15	12	25
	土壤标样 3	79	0.72~15	15	16	36
	土壤标样 4	49	1.2~7.8	14	8	20
	土壤标样 5	47	1.3~7.4	14	7	19
	沉积物标样 1	77	1.2~8.6	16	12	36
	沉积物标样 2	68	1.1~15	15	14	32
	沉积物标样 3	54	0.53~9.1	10	8	17
	沉积物标样 4	60	1.3~12	19	9	33
	沉积物标样 5	47	1.7~5.7	25	6	34
钒	土壤标样 1	36.6	1.9~6.1	21	4.5	21.6
	土壤标样 2	30.3	2.0~13	19	6.5	17.4
	土壤标样 3	41.6	1.3~7.8	20	6.0	24.5
	土壤标样 4	27.1	1.3~5.0	20	3.1	15.2

续表

名称	样品编号	平均值 (mg/kg)	实验室内相对 标准偏差 (%)	实验室间相对 标准偏差 (%)	重复性限 r (mg/kg)	再现性限 R (mg/kg)
钒	土壤标样 5	27.6	1.7~13	18	6.4	15.3
	沉积物标样 1	40.2	2.8~7.5	20	6.5	22.8
	沉积物标样 2	42.8	1.5~8.7	15	6.5	18.8
	沉积物标样 3	39.5	1.6~12	24	7.8	27.1
	沉积物标样 4	12.2	0.35~12	25	2.0	8.8
	沉积物标样 5	42.9	1.4~3.4	28	6.6	34.7
砷	土壤标样 1	6.5	1.3~12	15	1.2	3.0
	土壤标样 2	9.8	0.51~6.0	27	1.0	7.5
	土壤标样 3	5.0	0.90~15	25	1.0	3.6
	土壤标样 4	10.1	0.44~11	30	2.1	8.7
	土壤标样 5	6.8	0.63~6.3	15	1.0	3.1
	沉积物标样 1	9.8	0.84~7.8	27	1.1	7.4
	沉积物标样 2	13.9	2.4~18	9.9	3.8	5.2
	沉积物标样 3	6.4	0.38~14	23	1.2	4.4
	沉积物标样 4	6.8	0.55~9.3	22	1.0	4.2
	沉积物标样 5	9.6	0.55~7.8	18	1.2	5.0
钼	土壤标样 1	0.4	2.9~12	12	0.1	0.2
	土壤标样 2	0.4	1.2~16	15	0.1	0.2
	土壤标样 3	0.4	0.78~14	21	0.1	0.2
	土壤标样 4	0.5	1.2~18	16	0.1	0.2
	土壤标样 5	0.5	0.66~18	9.8	0.2	0.2
	沉积物标样 1	0.5	1.0~22	17	0.1	0.3
	沉积物标样 2	0.7	0.72~10	17	0.1	0.4
	沉积物标样 3	0.3	2.8~19	39	0.1	0.4
	沉积物标样 4	1.1	1.3~12	17	0.2	0.6
	沉积物标样 5	0.9	0.96~7.1	27	0.1	0.7
铈	土壤标样 1	0.5	1.7~9.9	19	0.1	0.3
	土壤标样 2	0.8	0.83~9.5	21	0.2	0.5
	土壤标样 3	0.5	1.2~2.	44	0.2	0.7
	土壤标样 4	0.5	1.0~9.7	28	0.1	0.4
	土壤标样 5	0.4	1.9~5.5	37	0.1	0.4
	沉积物标样 1	0.7	0.65~7.9	23	0.1	1.0
	沉积物标样 2	0.8	0.98~13	16	0.2	0.4
	沉积物标样 3	0.6	0.99~22	21	0.2	0.4
	沉积物标样 4	0.3	2.4~18	51	0.1	0.5
	沉积物标样 5	0.8	0.79~6.6	34	0.1	0.8

注 1: 标准土壤样品编号。1: GBW07425(GSS-11); 2: GBW07427(GSS-13); 3: GBW07428(GSS-14);
4: GBW07447(GSS-18); 5: GBW07448(GSS-19)。

注 2: 标准沉积物标样编号。1: GBW07452(GSS-23); 2: GBW07453(GSS-24); 3: GBW07455(GSS-26);
4: GBW07308a(GSD-8a); 5: GBW07365 (GSD-22)。

表 B.2 方法的精密度汇总表（微波消解）

名称	样品编号	平均值 (mg/kg)	实验室内相对 标准偏差 (%)	实验室间相对 标准偏差 (%)	重复性限 r (mg/kg)	再现性限 R (mg/kg)
镉	土壤标样 1	0.13	1.9~14	6.6	0.02	0.03
	土壤标样 2	0.12	1.8~8.0	4.2	0.02	0.02
	土壤标样 3	0.20	2.3~14	11	0.05	0.08
	土壤标样 4	0.15	2.7~6.3	3.1	0.02	0.21
	土壤标样 5	0.10	1.4~22	12	0.03	0.05
	沉积物标样 1	0.14	1.1~11	16	0.02	0.17
	沉积物标样 2	0.09	3.0~19	29	0.02	0.07
	沉积物标样 3	0.11	2.5~12	16	0.02	0.05
	沉积物标样 4	0.15	1.5~17	11	0.04	0.06
	沉积物标样 5	0.17	2.5~14	31	0.05	0.15
钴	土壤标样 1	9.46	0.46~6.3	22	1.16	5.95
	土壤标样 2	9.28	0.56~5.6	20	0.84	5.38
	土壤标样 3	11.4	1.0~17	9.8	2.73	4.00
	土壤标样 4	8.24	0.64~9.6	20	1.36	4.66
	土壤标样 5	8.54	1.2~15	14	1.71	3.76
	沉积物标样 1	12.6	2.0~8.4	23	1.91	8.30
	沉积物标样 2	10.5	1.5~11	13	1.64	4.19
	沉积物标样 3	10.3	1.2~8.4	21	1.19	6.07
	沉积物标样 4	5.92	0.74~6.8	16	0.68	2.77
	沉积物标样 5	8.70	1.1~9.5	19	1.36	4.88
铜	土壤标样 1	18.8	1.3~5.1	14	1.9	7.3
	土壤标样 2	19.1	0.63~7.3	17	2.5	9.3
	土壤标样 3	21.1	1.8~16	23	4.3	14.0
	土壤标样 4	18.2	3.6~20	21	5.4	11.7
	土壤标样 5	14.3	1.5~12	14	2.4	6.2
	沉积物标样 1	28.5	1.0~5.3	16	3.1	13.4
	沉积物标样 2	25.1	1.4~8.0	13	3.1	9.7
	沉积物标样 3	16.4	1.0~6.9	19	2.3	8.9
	沉积物标样 4	4.1	2.5~16	22	1.2	2.8
	沉积物标样 5	19.7	2.6~5.8	20	2.3	11.2
铬	土壤标样 1	42	1.2~17	15	10	20
	土壤标样 2	41	1.4~9.2	8.1	6	11
	土壤标样 3	47	1.6~7.7	8.5	6	12
	土壤标样 4	40	0.52~8.0	18	5	21
	土壤标样 5	33	2.3~8.0	9.6	5	10
	沉积物标样 1	53	2.5~11	15	11	25
	沉积物标样 2	44	1.7~7.2	8.9	2	12
	沉积物标样 3	43	2.2~10	17	7	21
	沉积物标样 4	10	2.7~14	19	3	6
	沉积物标样 5	41	2.0~10	19	6	23
锰	土壤标样 1	508	1.1~9.2	4.0	71.0	86.5
	土壤标样 2	486	0.78~10	11	68.1	158
	土壤标样 3	587	0.52~14	9.5	103	182
	土壤标样 4	496	0.60~20	7.0	136	157
	土壤标样 5	456	0.79~11	7.8	62.8	115

续表

名称	样品编号	平均值 (mg/kg)	实验室内相对 标准偏差 (%)	实验室间相对 标准偏差 (%)	重复性限 r (mg/kg)	再现性限 R (mg/kg)
锰	沉积物标样 1	747	0.87~9.0	18	106	381
	沉积物标样 2	655	0.73~6.4	5.1	76.2	117
	沉积物标样 3	512	1.2~4.6	6.4	42.3	100
	沉积物标样 4	567	0.98~4.1	8.4	45.1	140
	沉积物标样 5	655	0.55~16	16	175	337
镍	土壤标样 1	23	0.89~9.3	14	3	9
	土壤标样 2	25	0.98~8.5	14	4	10
	土壤标样 3	29	1.4~6.7	9.7	3	8
	土壤标样 4	23	1.9~9.5	13	4	9
	土壤标样 5	19	1.9~5.9	13	2	7
	沉积物标样 1	32	1.7~11	16	6	15
	沉积物标样 2	20	1.0~6.8	9.3	2	6
	沉积物标样 3	22	2.0~12	10	4	8
	沉积物标样 4	2	1.8~14	36	0.5	2
	沉积物标样 5	25	3.2~13	17	6	13
铅	土壤标样 1	22	1.1~7.7	6.6	3	5
	土壤标样 2	20	2.2~17	9.9	5	7
	土壤标样 3	29	1.4~9.1	8.8	4	8
	土壤标样 4	17	2.8~9.1	19	3	10
	土壤标样 5	17	2.4~17	21	4	11
	沉积物标样 1	27	1.6~7.0	7.0	3	6
	沉积物标样 2	35	1.1~7.7	11	5	11
	沉积物标样 3	22	2.2~7.7	18	3	11
	沉积物标样 4	36	1.3~5.7	5.9	4	7
	沉积物标样 5	16	2.0~13	16	3	8
锌	土壤标样 1	64	3.1~5.0	8.3	7	16
	土壤标样 2	65	2.6~6.2	9.6	9	19
	土壤标样 3	95	1.0~10	18	11	48
	土壤标样 4	60	1.5~10	26	10	45
	土壤标样 5	52	2.0~6.1	10	6	16
	沉积物标样 1	94	1.1~7.3	16	10	44
	沉积物标样 2	82	0.88~12	18	15	43
	沉积物标样 3	55	2.7~6.3	12	7	20
	沉积物标样 4	72	1.4~10	32	14	66
	沉积物标样 5	66	1.3~16	14	16	30
钒	土壤标样 1	49.8	0.85~7.2	18	6.0	25.4
	土壤标样 2	54.4	1.8~5.3	8.8	4.7	14.0
	土壤标样 3	65.3	2.6~10	4.9	10.8	13.3
	土壤标样 4	55.0	2.2~4.0	15	5.3	24.0
	土壤标样 5	48.6	2.5~5.6	10	5.9	14.9
	沉积物标样 1	64.0	1.5~9.7	12	10.0	24.1
	沉积物标样 2	63.8	1.6~9.7	7.7	10.4	16.7
	沉积物标样 3	57.6	2.5~3.9	13	5.2	21.0
	沉积物标样 4	28.1	1.6~6.8	14	3.8	11.6
	沉积物标样 5	58.5	2.7~4.2	12	5.6	20.5

续表

名称	样品编号	平均值 (mg/kg)	实验室内相对 标准偏差 (%)	实验室间相对 标准偏差 (%)	重复性限 r (mg/kg)	再现性限 R (mg/kg)
砷	土壤标样 1	6.8	1.8~16	17	1.6	3.6
	土壤标样 2	9.1	3.2~17	11	2.0	3.4
	土壤标样 3	5.8	1.2~9.7	23	1.1	3.9
	土壤标样 4	9.3	3.2~9.4	11	1.6	3.2
	土壤标样 5	6.9	3.1~16	8.3	1.8	2.3
	沉积物标样 1	10.1	2.1~12	16	2.0	5.0
	沉积物标样 2	14.4	3.2~10	21	2.5	8.7
	沉积物标样 3	7.4	2.9~13	12	1.6	3.0
	沉积物标样 4	6.8	0.71~16	9.6	1.4	2.2
	沉积物标样 5	9.5	1.4~11	4.3	1.6	1.9
钼	土壤标样 1	0.37	2.6~8.8	17	0.05	0.18
	土壤标样 2	0.32	4.0~7.2	18	0.05	0.17
	土壤标样 3	0.37	2.2~13	8.2	0.08	0.11
	土壤标样 4	0.45	2.9~6.9	24	0.07	0.31
	土壤标样 5	0.39	2.6~12	18	0.07	0.21
	沉积物标样 1	0.43	2.9~13	14	0.08	0.18
	沉积物标样 2	0.71	0.88~8.0	32	0.10	0.64
	沉积物标样 3	0.35	1.2~16	17	0.07	0.18
	沉积物标样 4	1.00	1.3~9.8	28	0.17	0.81
	沉积物标样 5	0.70	2.2~11	17	0.11	0.36
铈	土壤标样 1	0.44	1.9~10	16	0.09	0.22
	土壤标样 2	0.81	1.1~9.2	12	0.15	0.30
	土壤标样 3	0.57	2.0~16	16	0.14	0.28
	土壤标样 4	0.65	2.8~16	5.7	0.14	0.83
	土壤标样 5	0.53	1.0~16	48	0.20	0.74
	沉积物标样 1	0.66	1.8~15	15	0.27	0.37
	沉积物标样 2	0.80	1.4~14	19	0.17	0.46
	沉积物标样 3	0.66	1.4~8.8	22	0.11	0.42
	沉积物标样 4	0.25	3.3~11	23	0.06	0.17
沉积物标样 5	0.68	1.2~9.0	17	0.10	0.33	

表 B.3 方法的准确度汇总表（电热板消解）

名称	样品编号	平均值 (mg/kg)	加标回收率 (%)	加标回收率最终值 (%)
镉	土壤标样 1	0.13	91.6~105	97.4
	土壤标样 4	0.15	91.6~104	96.7
	沉积物标样 1	0.15	92.3~106	98.3
	沉积物标样 5	0.16	93.3~106	99.0
钴	土壤标样 1	9.47	83.3~109	91.9
	土壤标样 4	8.97	88.3~110	95.4
	沉积物标样 1	12.4	84.3~116	99.3
	沉积物标样 5	8.49	87.2~104	94.8
铜	土壤标样 1	18.6	75.8~105	91.9
	土壤标样 4	18.7	88.0~110	98.5
	沉积物标样 1	26.3	80.3~107	96.4
	沉积物标样 5	18.9	77.3~104	93.3
铬	土壤标样 1	35	71.5~110	91.8
	土壤标样 4	29	81.0~104	95.9
	沉积物标样 1	37	79.5~111	99.2
	沉积物标样 5	31	71.2~114	98.4
锰	土壤标样 1	420	88.2~109	97.0
	土壤标样 4	397	92.5~110	104
	沉积物标样 1	659	89.4~119	102
	沉积物标样 5	533	91.0~106	96.7
镍	土壤标样 1	21	76.2~114	94.2
	土壤标样 4	24	92.3~120	98.4
	沉积物标样 1	30	82.3~108	96.6
	沉积物标样 5	24	72.5~106	94.6
铅	土壤标样 1	21	74.7~106	91.5
	土壤标样 4	19	89.8~107	99.8
	沉积物标样 1	28	84.7~110	96.8
	沉积物标样 5	16	85.2~108	97.2
锌	土壤标样 1	59	81.5~117	95.7
	土壤标样 4	49	91.8~120	101
	沉积物标样 1	77	84.2~104	94.5
	沉积物标样 5	47	70.5~116	98.4
钒	土壤标样 1	36.6	85.2~111	97.4
	土壤标样 4	27.1	95.8~109	101
	沉积物标样 1	40.2	87.6~119	97.9
	沉积物标样 5	42.9	95.9~112	102
砷	土壤标样 1	6.5	85.1~98.1	92.7
	土壤标样 4	10.1	92.4~106	97.7
	沉积物标样 1	9.8	86.9~116	97.8
	沉积物标样 5	9.6	86.1~104	95.4
钼	土壤标样 1	0.4	76.2~112	93.5
	土壤标样 4	0.5	87.7~109	95.1
	沉积物标样 1	0.5	60.8~109	88.8
	沉积物标样 5	0.9	80.2~106	96.9
铈	土壤标样 1	0.5	54.9~106	86.2

续表

名称	样品编号	平均值 (mg/kg)	加标回收率 (%)	加标回收率最终值 (%)
镉	土壤标样 4	0.5	60.8~113	90.2
	沉积物标样 1	0.7	58.7~116	92.9
	沉积物标样 5	0.8	56.4~106	87.9

表 B.4 方法的准确度汇总表（微波消解）

名称	样品编号	平均值 (mg/kg)	加标回收率 (%)	加标回收率最终值 (%)
镉	土壤标样 1	0.13	86.0~107	98.8
	土壤标样 4	0.15	94.2~119	102
	沉积物标样 1	0.14	84.5~107	101
	沉积物标样 5	0.17	76.0~107	98.0
钴	土壤标样 1	9.46	80.7~107	95.2
	土壤标样 4	8.24	85.2~105	94.6
	沉积物标样 1	12.6	90.0~100	96.2
	沉积物标样 5	8.70	75.7~107	91.8
铜	土壤标样 1	18.8	86.0~107	94.7
	土壤标样 4	18.2	78.2~106	94.6
	沉积物标样 1	28.5	75.7~104	94.0
	沉积物标样 5	19.7	90.1~106	95.5
铬	土壤标样 1	42	74.3~100	91.6
	土壤标样 4	40	88.9~115	103
	沉积物标样 1	53	76.5~111	93.1
	沉积物标样 5	41	87.2~103	96.2
锰	土壤标样 1	508	88.4~110	95.5
	土壤标样 4	496	81.2~102	95.4
	沉积物标样 1	747	77.7~105	95.0
	沉积物标样 5	655	87.8~117	99.4
镍	土壤标样 1	23	76.2~117	94.5
	土壤标样 4	23	87.6~118	98.5
	沉积物标样 1	32	88.0~110	96.6
	沉积物标样 5	25	88.1~113	94.3
铅	土壤标样 1	22	75.2~106	94.6
	土壤标样 4	17	90.3~104	96.2
	沉积物标样 1	27	89.3~109	98.5
	沉积物标样 5	16	87.8~111	101
锌	土壤标样 1	64	89.3~114	99.8
	土壤标样 4	60	104~109	106
	沉积物标样 1	94	80.5~113	98.9
	沉积物标样 5	66	79.5~110	98.2
钒	土壤标样 1	49.8	85.6~103	98.1
	土壤标样 4	55.0	90.4~107	97.9
	沉积物标样 1	64.0	88.4~112	96.6
	沉积物标样 5	58.5	90.8~110	102
砷	土壤标样 1	6.8	73.2~107	92.0
	土壤标样 4	9.3	79.4~98.7	90.6
	沉积物标样 1	10.1	72.7~113	89.5
	沉积物标样 5	9.5	81.3~111	93.3
钼	土壤标样 1	0.37	85.6~115	94.8
	土壤标样 4	0.45	88.9~105	96.9
	沉积物标样 1	0.43	78.5~103	92.6
	沉积物标样 5	0.70	77.3~104	94.2
铈	土壤标样 1	0.44	72.1~110	97.5

续表

名称	样品编号	平均值 (mg/kg)	加标回收率 (%)	加标回收率最终值 (%)
镉	土壤标样 4	0.65	70.3~109	90.3
	沉积物标样 1	0.66	77.3~105	92.9
	沉积物标样 5	0.68	71.8~109	90.5
