



中华人民共和国国家生态环境标准

HJ □□□□—202□

固定污染源废气 铜、镍、镉的测定 火焰原子吸收分光光度法

Stationary source emission—Determination of copper,nickel,cadmium

—Flame atomic absorption spectrophotometric method

（征求意见稿）

202□-□□-□□发布

202□-□□-□□实施

生态环境部 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 试剂和材料	1
5 仪器和设备	2
6 样品	3
7 分析步骤	4
8 结果计算与表示	4
9 准确度	5
10 质量保证和质量控制	6
附录 A（资料性附录） 方法的精密度和正确度	7

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》，防治生态环境污染，改善生态环境质量，规范固定污染源有组织排放废气颗粒物中铜、镍、镉的测定方法，制定本标准。

本标准规定了测定固定污染源有组织排放废气颗粒物中铜、镍、镉的火焰原子吸收分光光度法。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准是对《大气固定污染源 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法》(HJ/T 63.1-2001)、《大气固定污染源 镉的测定 火焰原子吸收分光光度法》(HJ/T 64.1-2001)的修订。

《大气固定污染源 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法》(HJ/T 63.1-2001)、《大气固定污染源 镉的测定 火焰原子吸收分光光度法》(HJ/T 64.1-2001)首次发布于 2001 年，起草单位为中国环境监测总站。本次为第一次修订，修订的主要内容有：

- 适用范围调整为固定污染源有组织排放废气；
- 目标元素由镍、镉调整为铜、镍、镉；
- 前处理方法增加微波消解法；
- 订正原标准计算公式；
- 增加质量保证和质量控制章节。

自本标准实施之日起，《大气固定污染源 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法》(HJ/T 63.1-2001)、《大气固定污染源 镉的测定 火焰原子吸收分光光度法》(HJ/T 64.1-2001)有组织排放内容废止。

本标准由生态环境部生态环境监测司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：天津市生态环境监测中心、山东省淄博生态环境监测中心。

本标准验证单位：湖北省生态环境监测中心站、广西壮族自治区生态环境监测中心、天津市滨海新区生态环境监测中心、华测检测认证集团北京有限公司、国检测试控股集团京诚检测有限公司、天津市宇相津准科技有限公司、天津市环科检测技术有限公司。

本标准生态环境部 202□年□□月□□日批准。

本标准自 202□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

固定污染源废气 铜、镍、镉的测定 火焰原子吸收分光光度法

警告：实验过程中使用的镉及其化合物毒性较强、镍及其化合物具有一定致癌性，硝酸和高氯酸具有强腐蚀性和强氧化性，样品前处理过程应在通风橱内操作，按要求佩戴防护器具，避免接触皮肤和衣物。

1 适用范围

本标准规定了测定固定污染源有组织排放废气颗粒物中铜、镍、镉的火焰原子吸收分光光度法。

本标准适用于固定污染源有组织排放废气颗粒物中铜、镍、镉的测定。

采样量为 0.600 m^3 （标准状态），消解定容体积为 50 ml 时，铜、镍、镉的检出限分别为 $3\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $4\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $2\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，测定下限分别为 $12\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $16\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $8\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

HJ/T 48 烟尘采样器技术条件

HJ/T 397 固定源废气监测技术规范

3 方法原理

样品中的颗粒物用酸消解后注入火焰原子化器中，经高温原子化，形成目标元素的基态原子蒸气，对相应元素的锐线光源或连续光源发射的特征谱线产生选择性吸收，在一定范围内其吸光度与质量浓度成正比。

4 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相当纯度的水。

4.1 硝酸（ HNO_3 ）： $\rho=1.42\text{ g/ml}$ ， $w\in[65.0\%,68.0\%]$ 。

4.2 高氯酸（ HClO_4 ）： $\rho=1.68\text{ g/ml}$ 。

4.3 盐酸（ HCl ）： $\rho=1.18\text{ g/ml}$ ， $w\in[36.0\%,38.0\%]$ 。

4.4 金属铜： $w(\text{Cu})\geq 99.99\%$ 。

4.5 金属镍： $w(\text{Ni})\geq 99.99\%$ 。

4.6 金属镉： $w(\text{Cd})\geq 99.99\%$ 。

4.7 硝酸溶液 I。

硝酸（4.1）和水以 1:1 的体积比混合。

4.8 硝酸溶液 II。

硝酸（4.1）和水以 1:99 的体积比混合。

4.9 硝酸-盐酸混合溶液。

于约 500 ml 水中加入 55.5 ml 硝酸（4.1）及 167.5 ml 盐酸（4.3），再用水稀释至 1 L。

4.10 铜标准贮备液： $\rho(\text{Cu})=1000 \text{ mg/L}$ 。

称取 1.0000 g（精确到 0.0001 g）金属铜（4.4），用 30 ml 硝酸溶液 I（4.7）加热溶解，冷却后用水定容至 1 L。贮存于聚乙烯瓶内，4 °C 以下冷藏保存，有效期 2 a。或直接购买市售有证标准物质。

4.11 铜标准使用液： $\rho(\text{Cu})=100.0 \text{ mg/L}$ 。

准确移取铜标准贮备液（4.10）10.00 ml 于 100 ml 容量瓶中，用硝酸溶液 II（4.8）定容至标线，摇匀。贮存于聚乙烯瓶内，4 °C 以下冷藏保存，有效期 1 a。

4.12 镍标准贮备液： $\rho(\text{Ni})=1000 \text{ mg/L}$ 。

称取 1.0000 g（精确到 0.0001 g）金属镍（4.5），用 30 ml 硝酸溶液 I（4.7）加热溶解，冷却后用水定容至 1 L。贮存于聚乙烯瓶内，4 °C 以下冷藏保存，有效期 2 a。或直接购买市售有证标准物质。

4.13 镍标准使用液： $\rho(\text{Ni})=100.0 \text{ mg/L}$ 。

准确移取镍标准贮备液（4.12）10.00 ml 于 100 ml 容量瓶中，用硝酸溶液 II（4.8）定容至标线，摇匀。贮存于聚乙烯瓶内，4 °C 以下冷藏保存，有效期 1 a。

4.14 镉标准贮备液： $\rho(\text{Cd})=1000 \text{ mg/L}$ 。

称取 1.0000 g（精确到 0.0001 g）金属镉（4.6），用 30 ml 硝酸溶液 I（4.7）溶解，用水定容至 1 L。贮存于聚乙烯瓶内，4 °C 以下冷藏保存，有效期 2 a。或直接购买市售有证标准物质。

4.15 镉标准使用液： $\rho(\text{Cd})=10.0 \text{ mg/L}$ 。

准确移取镉标准贮备液（4.14）5.00 ml 于 500 ml 容量瓶中，用硝酸溶液 II（4.8）定容至标线，摇匀。贮存于聚乙烯瓶内，4 °C 以下冷藏保存，有效期 1 a。

4.16 燃气：乙炔，纯度 $\geq 99.5\%$ 。

4.17 助燃气：空气，进入燃烧器前应除去其中的水、油和其他杂质。

4.18 滤筒：石英滤筒，对粒径大于 0.3 μm 颗粒物的阻留效率不低于 99.9%。

5 仪器和设备

除非另有说明，分析时均使用符合国家标准的 A 级玻璃器皿。

5.1 烟尘采样器：采样流量为 5 L/min~60 L/min，其他性能和技术指标符合 HJ/T 48 的规定。

5.2 火焰原子吸收分光光度计：具有背景校正功能。

5.3 光源：铜、镍、镉元素锐线光源或连续光源。

5.4 电热板：温控电热板，温控精度 $\pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

5.5 微波消解装置：由微波消解仪、微波消解容器、旋转盘等组成，具有温度控制和程序升温功能。

5.6 抽滤装置：循环水式多用真空泵，压力量程为 $-0.1 \text{ MPa} \sim 0 \text{ MPa}$ 。

5.7 陶瓷剪刀。

5.8 一般实验室常用仪器和设备。

6 样品

6.1 样品的采集

布点、采样过程按照 GB/T 16157 及 HJ/T 397 中相关规定执行。采样时，将滤筒（4.18）装入采样管头部的滤筒夹内，并检查系统的气密性。将装有滤筒的采样管伸入排气筒内的采样点，开启烟尘采样器（5.1）进行等速采样，采集的样品体积不少于 0.600 m³（标准状态下干烟气）。

6.2 样品的保存

采样完毕，小心取出滤筒（6.1）将封口向内折叠，竖直放回原滤筒盒内，带回实验室放入干燥器中保存。

6.3 现场空白

取与样品相同批次的空白滤筒（4.18），带至采样现场，不连接采样器，并与样品在相同的条件下保存、运输。

6.4 试样的制备

6.4.1 电热板消解法

用陶瓷剪刀（5.7）将滤筒（6.1）剪碎，置于 150 ml 锥形瓶中，用少量水润湿，加入 30 ml 硝酸（4.1）和 1 ml 高氯酸（4.2）（以酸液浸过样品为宜，不足时加硝酸（4.1）；对于有机物含量较高的试样，可增加高氯酸（4.2）用量），瓶口插入一短颈玻璃漏斗，在电热板（5.4）上加热至沸腾，蒸至近干时取下冷却。再加 10 ml 硝酸（4.1），继续加热至近干，稍微冷却。加少量水静置 0.5 h 浸提，抽滤（5.6），用水定容至 50.0 ml，摇匀，待测。

注 1：在试样溶液蒸至近干时，温度不宜过高，以免迸溅。

注 2：在满足本方法原理和质量控制要求的前提下，经验证后可使用其他手动或自动消解方法。

6.4.2 微波消解法

用陶瓷剪刀（5.7）将滤筒（6.1）剪碎，置于微波消解罐中，加入 25 ml 硝酸-盐酸混合溶液（4.9），使滤筒碎片浸没其中，盖上消解盖，200 °C 下消解 15 min。消解结束后，取出消解罐组件，冷却，以水淋洗消解罐内壁，加入约 10 ml 水，静置 0.5 h 进行浸提，抽滤（5.6），用水定容至 50.0 ml，摇匀，待测。

6.5 空白试样的制备

6.5.1 现场空白试样制备

将现场空白样品（6.3），按照试样的制备（6.4）相同的步骤，制备现场空白试样。

6.5.2 实验室空白试样制备

将与样品相同批次的空白滤筒（4.18），按照试样的制备（6.4）相同的步骤制备实验室空白试样。

7 分析步骤

7.1 仪器参考测量条件

不同型号仪器的最佳测试条件不同，根据仪器操作说明书调节仪器至最佳工作状态。仪器参考测量条件见表1。

表1 仪器参考测量条件

目标元素	铜	镍	镉
光源	铜空心阴极灯	镍空心阴极灯	镉空心阴极灯
测定波长（nm）	324.7	232.0	228.8
灯电流（mA）	3.0	5.0	3.0
通带宽度（nm）	1.2	0.2	1.2
燃烧头高度（mm）	5		
火焰类型	空气-乙炔火焰，贫燃		
背景校正方式	塞曼、氘灯等背景校正方式		

7.2 标准曲线绘制

铜和镍：分别移取 0.00 ml、0.20 ml、0.50 ml、1.00 ml、2.00 ml、3.00 ml 的铜标准使用液（4.11），镍标准使用液（4.13）分别置于 100 ml 容量瓶中，用硝酸溶液 II（4.8）定容至标线，摇匀。此标准系列浓度（含铜、镍）为 0.00 mg/L、0.20 mg/L、0.50 mg/L、1.00 mg/L、2.00 mg/L、3.00 mg/L。按照仪器参考测量条件（表1）调节至最佳工作状态，由低浓度到高浓度依次进样分析。以标准系列溶液中铜、镍的质量浓度为横坐标，对应的吸光度为纵坐标，建立铜、镍标准曲线。

镉：分别移取 0.00 ml、1.00 ml、2.00 ml、5.00 ml、8.00 ml、10.00 ml 的镉标准使用液（4.15）于 100 ml 容量瓶中，用硝酸溶液 II（4.8）定容至标线，摇匀。此标准系列浓度（含镉）为 0.00 mg/L、0.10 mg/L、0.20 mg/L、0.50 mg/L、0.80 mg/L、1.00 mg/L。按照仪器参考测量条件（表1），由低浓度到高浓度依次进样分析。以标准系列中镉的质量浓度为横坐标，对应的吸光度为纵坐标，建立镉的标准曲线。

7.3 试样的测定

按照与标准曲线建立（7.2）相同的测量条件（7.1）测定试样。若试样浓度超出标准曲线范围，应将试样用硝酸溶液 II（4.8）稀释后重新测定。

7.4 空白试样的测定

按照与试样测定（7.3）相同的分析条件测定空白试样。

8 结果计算与表示

8.1 结果计算

固定污染源有组织排放废气颗粒物中目标元素的质量浓度，按照公式（1）计算：

$$\rho = \frac{(\rho_i - \rho_0) \times D \times V}{V_{nd}} \quad (1)$$

式中： ρ ——样品中目标元素*i*的质量浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

ρ_i ——试样中目标元素*i*的质量浓度， mg/L ；

ρ_0 ——空白试样中目标元素*i*的质量浓度， mg/L ；

D ——试样稀释倍数；

V ——试样消解后定容体积， ml ；

V_{nd} ——标准状态（273.15 K，101.325 kPa）下干烟气的采样体积， m^3 。

8.2 结果表示

测定结果保留位数与方法检出限一致，最多保留3位有效数字。

9 准确度

9.1 精密度

7家实验室分别对铜质量浓度为0.502 mg/L、1.51 mg/L、2.51 mg/L的飞灰标准物质重复测定6次：实验室内相对标准偏差分别为1.1%~3.8%、1.3%~7.9%、0.6%~2.5%，实验室间相对标准偏差分别为1.7%、5.0%、4.8%，重复性限分别为 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，再现性限分别为 $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

7家实验室分别对镍质量浓度为0.069 mg/L、0.206 mg/L、0.344 mg/L的飞灰标准物质重复测定6次：实验室内相对标准偏差分别为3.9%~8.2%、2.3%~4.0%、2.1%~3.9%，实验室间相对标准偏差分别为8.5%、6.7%、8.1%，重复性限分别为 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，再现性限分别为 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

7家实验室分别对镉质量浓度为0.031 mg/L、0.094 mg/L、0.157 mg/L的飞灰标准物质重复测定6次：实验室内相对标准偏差分别为3.0%~13%、2.0%~8.0%、2.5%~4.9%，实验室间相对标准偏差分别为7.9%、6.6%、6.9%，重复性限分别为 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，再现性限分别为 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

7家实验室分别对铜质量浓度为1.73 mg/L、5.19 mg/L、8.72 mg/L飞灰统一实际样品平行测定6次：实验室内相对标准偏差分别为0.8%~3.7%、0.9%~3.4%、0.7%~3.0%，实验室间相对标准偏差分别为13%、14%、14%，重复性限分别为 $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，再现性限分别为 $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $204 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $336 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

7家实验室分别对镍质量浓度为0.083 mg/L、0.255 mg/L、0.426 mg/L飞灰统一实际样品平行测定6次：实验室内相对标准偏差分别为1.4%~15%、0.9%~4.8%、1.0%~4.8%，镍实验室间相对标准偏差分别为5.5%、11%、11%，镍重复性限分别为 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，镍再现性限分别为 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

7家实验室分别对镉质量浓度为0.453 mg/L、1.37 mg/L、2.26 mg/L飞灰统一实际样品平行测定6次：实验室内相对标准偏差分别为0.7%~4.8%、1.2%~3.8%、1.5%~4.6%；镉实验室间相对标准偏差

分别为 8.6%、7.8%、6.8%；镉重复性限分别为 $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ；镉再现性限分别为 $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

精密度结果参见附录 A 中表 A.1 和表 A.2。

9.2 正确度

7 家实验室分别对铜质量浓度为 0.502 mg/L、1.51 mg/L、2.51 mg/L 的飞灰标准物质重复测定 6 次：相对误差分别为 -6.2%~7.2%、-5.9%~10%、-5.6%~8.0%，相对误差最终值分别为 $2.6\% \pm 11\%$ 、 $1.6\% \pm 12\%$ 、 $0.9\% \pm 11\%$ 。

7 家实验室分别对镍质量浓度为 0.069 mg/L、0.206 mg/L、0.344 mg/L 的飞灰标准物质重复测定 6 次：相对误差分别为 -7.6%~24%、-3.5%~15%、-3.2%~14%，相对误差最终值分别为 $3.0\% \pm 20\%$ 、 $3.7\% \pm 12\%$ 、 $2.6\% \pm 12\%$ 。

7 家实验室分别对镉质量浓度为 0.031 mg/L、0.094 mg/L、0.157 mg/L 的飞灰标准物质重复测定 6 次：相对误差分别为 -1.3%~17%、-2.6%~12%、-3.2%~10%，相对误差最终值分别为 $5.5\% \pm 14\%$ 、 $4.6\% \pm 10\%$ 、 $4.4\% \pm 11\%$ 。

7 家实验室分别对铜质量浓度为 1.73 mg/L、5.19 mg/L、8.72 mg/L 的飞灰统一实际样品重复测定 6 次：加标回收率分别为 80.9%~122%、80.0%~129%、80.2%~126%。铜的加标回收率最终值分别为 $104\% \pm 25.4\%$ 、 $104\% \pm 28.4\%$ 、 $105\% \pm 27.5\%$ 。

7 家实验室分别对镍质量浓度为 0.083 mg/L、0.255 mg/L、0.426 mg/L 的飞灰统一实际样品重复测定 6 次：加标回收率分别为 94.7%~108%、88.0%~123%、89.0%~121%。镍的加标回收率最终值为 $102\% \pm 11.0\%$ 、 $103\% \pm 22.2\%$ 、 $102\% \pm 20.8\%$ 。

7 家实验室分别对镉质量浓度为 0.453 mg/L、1.37 mg/L、2.26 mg/L 的飞灰统一实际样品重复测定 6 次：加标回收率分别为 93.4%~121%、96.1%~117%、94.7%~117%。镉的加标回收率最终值为 $103\% \pm 17.7\%$ 、 $102\% \pm 15.5\%$ 、 $103\% \pm 14.0\%$ 。

正确度结果参见附录 A 中表 A.3 和表 A.4。

10 质量保证和质量控制

10.1 空白试验

每批样品应至少分析 1 个现场空白和 1 个实验室空白。空白样品中目标元素测定值应低于测定下限。

10.2 标准曲线

标准曲线线性相关系数应 ≥ 0.999 。

10.3 连续校准

每 20 个样品或每批次样品（少于 20 个）应至少分析 1 个标准曲线中间点浓度的标准溶液，其测定结果与标准曲线该点浓度的相对误差应在 $\pm 10\%$ 范围内。否则，应找出原因予以纠正，并待仪器稳定后重新建立标准曲线。

附 录 A
(资料性附录)
方法的精密度和正确度

7 家实验室分别对 3 个不同质量的飞灰标准物质进行测定，测得的各目标元素的方法精密度结果见表 A.1。

表 A.1 飞灰标准物质方法精密度

元素名称	加标浓度 (mg/L)	平均测定值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	实验室内相对 标准偏差 (%)	实验室间相对 标准偏差 (%)	重复性限 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	再现性限 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
铜	0.502	43	1.1~3.8	1.7	3	4
	1.51	128	1.3~7.9	5.0	13	25
	2.51	209	0.6~2.5	4.8	8	36
镍	0.069	6	3.9~8.2	8.5	1	2
	0.206	18	2.3~4.0	6.7	2	5
	0.344	29	2.1~3.9	8.1	3	9
镉	0.031	3	3.0~13	7.9	1	1
	0.094	8	2.0~8.0	6.6	1	3
	0.157	13	2.5~4.9	6.9	2	4

7 家实验室分别对 3 个不同质量的飞灰实际样品进行测定，测得的各目标元素的方法精密度结果见表 A.2。

表 A.2 飞灰实际样品方法精密度

元素名称	加标浓度 (mg/L)	平均测定值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	实验室内相对 标准偏差 (%)	实验室间相对 标准偏差 (%)	重复性限 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	再现性限 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
铜	1.73	147	0.8~3.7	13	11	62
	5.19	441	0.9~3.4	14	31	204
	8.72	745	0.7~3.0	14	46	336
镍	0.083	7	1.4~15	5.5	2	2
	0.255	21	0.9~4.8	11	2	9
	0.426	36	1.0~4.8	11	3	13
镉	0.453	38	0.7~4.8	8.6	4	12
	1.37	114	1.2~3.8	7.8	10	31
	2.26	190	1.5~4.6	6.8	16	47

7家实验室分别对3个不同质量的飞灰标准物质进行测定，测得的各目标元素的方法正确度结果见表A.3。

表 A.3 飞灰标准物质方法正确度

元素名称	加标浓度 (mg/L)	平均测定值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	相对误差 (%)	相对误差最终值 (%)
铜	0.502	43	-6.2~7.2	2.6±11
	1.51	128	-5.9~10	1.6±12
	2.51	209	-5.6~8.0	0.9±11
镍	0.069	6	-7.6~24	3.0±20
	0.206	18	-3.5~15	3.7±12
	0.344	29	-3.2~14	2.6±12
镉	0.031	3	-1.3~17	5.5±14
	0.094	8	-2.6~12	4.6±10
	0.157	13	-3.2~10	4.4±11

7家实验室分别对3个不同质量的飞灰实际样品进行测定，测得的各目标元素的方法正确度结果见表A.4。

表 A.4 飞灰实际样品方法正确度

元素名称	加标浓度 (mg/L)	平均测定值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	加标回收率范围 (%)	加标回收率最终值 (%)
铜	1.73	147	80.9~122	104±25.4
	5.19	441	80.0~129	104±28.4
	8.72	745	80.2~126	105±27.5
镍	0.083	7	94.7~108	102±11.0
	0.255	21	88.0~123	103±22.2
	0.426	36	89.0~121	102±20.8
镉	0.453	38	93.4~121	103±17.7
	1.37	114	96.1~117	102±15.5
	2.26	190	94.7~117	103±14.0