

# 湖北省地方标准编制说明

2022 年 7 月 1 日

标 准 名 称	固定污染源废气 铜、锌、铬、镍、铅和镉金属元素的测定 原子吸收分光光度法		
被 修 订 或 整 合 标 准 名 称	无	被 代 替 标准编号	无
起 草 单 位 ( 盖 章 )	武汉市生态环境监控中心、武汉市汉阳区环境监测站、湖北省标准化与质量研究院		

## 1. 项目简介：

### 1.1 研究背景及政策依据

铜、锌、铬、镍、铅和镉均属于重金属元素，在人类生产生活中有着广泛的应用，主要通过采矿、冶金、电镀、石油化工、机械制造等工业生产活动进入生态系统，具有迁移性较强、难降解、易富集、生物毒性显著等特点，在生态系统中不断积累，毒性不断增强，导致生态系统的退化，并经空气、水、食物链等途径进入人体，威胁人类健康与生存。

大气重金属污染防控是重金属污染防控的重要组成部分。湖北省生态环境厅在《2022 全省生态环境监测方案》和《2022 湖北生态环境监测要点》中提出，对标“十四五”生态环境保护规划目标，要持续推进空气质量提升行动，空气和废气中的铜、锌、铬、镍、铅和镉金属元素均是重要的大气污染防治监测指标。《湖北省大气污染防治条例》第二十条规定，企业事业单位和其他生产经营者应当按照国家有关规定和监测规范，自行或者委托具有法定资格的第三方机构对其排放的工业废气和国家有毒有害大气污染物名录中的大气污染物实施监测。《湖北省生态环境保护“十四五”规划》中也明确提出要积极实施高风险有毒有害大气污染物污染管控，加强高风险有毒有害大气污染物风险管控，完善有毒有害气体环境风险监测预警体系。本标准的制定，能够提高我省重金属环境监测技术和监测质量管理水平，对于落实生

态环境保护工作、建设美丽中国、满足人民群众对美好生活的向往，均具有重大意义。

## **1.2 标准的主要内容**

本标准方法适用于固定污染源废气中铜、锌、铬、镍、铅和镉金属元素的原子吸收分光光度法测定。标准分为两篇，第一篇为火焰原子吸收分光光度法，适用于固定污染源有组织排放废气铜、锌、铬、镍、铅和镉的测定；第二篇为石墨炉原子吸收分光光度法，适用于固定污染源无组织排放废气中铜、锌、铬、镍、铅和镉的测定。

标准文本明确了标准适用范围、规范性引用文件、方法原理、干扰和消除、试剂和材料、仪器和设备、样品类型、分析步骤、结果计算与表示、精密度和正确度、质量控制和质量保证、废物处理、注意事项等。

## **1.3 与相关法律法规、产业政策的符合性，与相关国家标准和行业标准的协调性**

本标准的制定，是为了贯彻落实《中华人民共和国大气污染防治法》和《大气污染防治条例》，结合我省大气污染排放实际情况和监测需求，推进我省《湖北省大气污染防治条例》和《省人民政府关于贯彻落实国务院大气污染防治行动计划的实施意见》等系列大气污染防治工作部署，满足我省生态环境管理实际需求。

我国现行的《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）、《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB 18485-2014）、《无机化学工业污染物排放标准》（GB 31573-2015）、《石油炼制工业污染物排放标准》（GB31570-2015）和《电池工业污染物排放标准》（GB 30484-2013）等都分别规定了各类有组织和无组织排放的铜、锌、铬、镍、铅和镉金属元素的排放限值。

现行原子吸收光度法测定金属元素的环境保护标准主要为单一金属元素分析，在质量保证和质量控制等方面不够完善，不能满足多元素重金属污染物同时监测和数据规范性等要求。本标准的制订能够完善我省固定污染源废气中金属监测技术和分析方法体系，并立足我省生态环境监测现状，实现固定污染源废气中相关金属元素监测技术标准化，提高我省重金属环境监测技术和监测质量管理水平，符合相关法律法规、产业政策要求，并与国家标准和行业标准相协调匹配。

## 2. 技术路线：

本标准研究的技术路线，如图 2.1 所示。

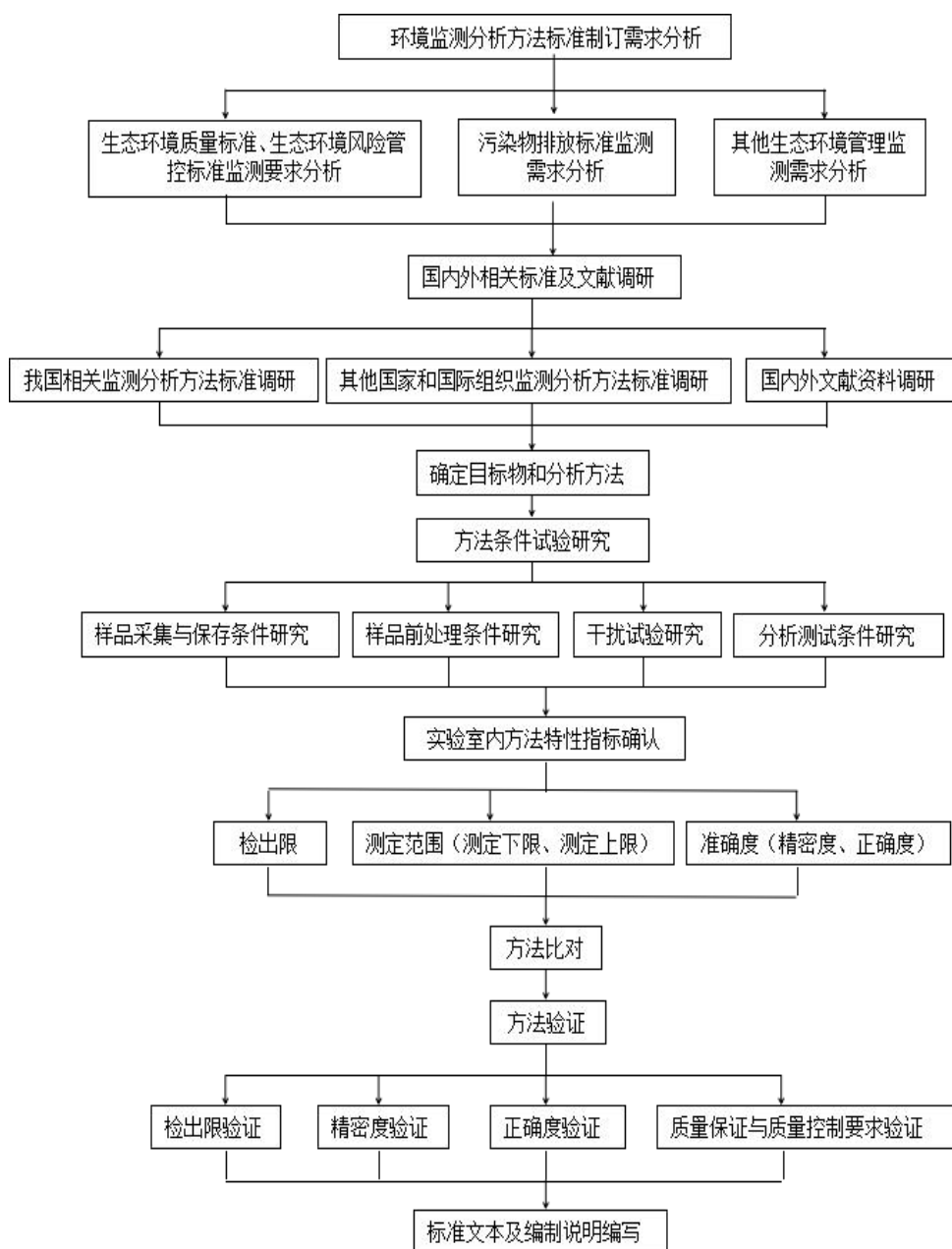


图 2.1 技术路线图

### 2.1 方法的主要技术指标

本标准规定了测定固定污染源废气中铜、锌、铬、镍、铅和镉等 6 种金属元素的原子吸收分光光度法。主要技术指标包括方法标准的检测限、测定下限、精密度和正确度等，标准同时提出了试剂、耗材、设备的技术要求，结果的计算及表示方法，现场监测和实验室分析的质量保证与质量控制措施等要求。

本标准分为两篇。第一篇为石墨炉原子吸收分光光度法，适用于测定

无组织排放废气中铜、铬、镍、铅和镉，当废气采样量为  $6\text{ m}^3$ （标准状态）时，各金属元素的方法检出限为  $0.002\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3\sim 0.008\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，测定下限为  $0.008\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3\sim 0.032\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。第二篇为火焰原子吸收分光光度法，适用于测定固定污染源有组织排放废气中铜、锌、铬、镍、铅和镉，当废气采样量为  $0.600\text{ m}^3$ （标准状态干烟气）时，各金属元素的方法检出限为  $0.001\text{mg}/\text{m}^3\sim 0.011\text{mg}/\text{m}^3$ ，测定下限为  $0.004\text{mg}/\text{m}^3\sim 0.044\text{mg}/\text{m}^3$ 。

## 2.2 主要试验内容

### 2.2.1 前处理优化试验

#### 2.2.1.1 微波消解条件试验

##### （1）微波消解温度的选择

对加标固定污染源废气模拟样品进行试验，加标浓度为曲线中间浓度点。加入硝酸-盐酸混合溶液，分别在 $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $220\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下微波消解 $15\text{ min}$ 。根据测定结果计算加标回收率，当设置消解温度为 $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，各元素加标回收率为 $71.5\%\sim 74.2\%$ ，当设置消解温度为 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，各元素加标回收率为 $82.4\%\sim 88.5\%$ ，当设置消解温度为 $220\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，各元素加标回收率为 $82.9\%\sim 90.3\%$ 。通过加标回收率数据可知，当设置微波消解温度为 $200^{\circ}\text{C}$ 时，与 $180^{\circ}\text{C}$ 相比各元素加标回收率有显著提升，当设置微波消解温度为 $220^{\circ}\text{C}$ 时，与 $200^{\circ}\text{C}$ 相比各元素加标回收率无显著变化。

##### （2）微波消解时间的选择

对加标固定污染源废气模拟样品进行试验，加标浓度为曲线的中间浓度点。加入硝酸-盐酸混合溶液，分别微波消解 $10\text{ min}$ 、 $15\text{ min}$ 、 $20\text{ min}$ 。根据测定结果计算加标回收率，当设置消解时间为 $10\text{min}$ 时各元素加标回收率为 $70.1\%\sim 74.9\%$ ，当设置消解时间为 $15\text{min}$ 时，各元素加标回收率为 $82.7\%\sim 91.4\%$ ，当设置消解时间为 $20\text{min}$ 时，各元素加标回收率为 $82.9\%\sim 90.8\%$ 。通过加标回收率数据可知，当设置微波消解时间为 $15\text{min}$ 时，与 $10\text{ min}$ 相比各元素加标回收率有显著提升，当设置消解时间为 $20\text{min}$ 时，与 $15\text{min}$ 相比各元素加标回收率无显著变化。

通过以上实验对比，最终确定微波消解时间为 $15\text{min}$ ，消解温度为 $200^{\circ}\text{C}$ ，消解效率满足要求，并以此作为推荐的微波消解条件。

#### 2.2.1.2 电热消解条件试验

对加标固定污染源废气模拟样品进行试验，加标浓度为曲线的中间浓度点。加入硝酸-盐酸混合溶液，分别加热回流 $1.5\text{ h}$ 、 $2\text{ h}$ 、 $2.5\text{ h}$ 。

根据测定结果计算加标回收率，当回流时间为1.5h时，各元素加标回收率为73.4%~81.3%，当回流时间为2 h时，各元素加标回收率为82.8%~87.4%，当回流时间为2.5 h时，各元素加标回收率为83.6%~89.1%。通过加标回收率数据可知，当回流时间为2h时，与1.5h相比各元素加标回收率有显著提升，当回流时间为2.5h时，与2h相比各元素加标回收率无显著变化，故最终确定电热消解的回流时间为2 h。

## 2.2.2 分析条件优化试验

### 2.2.2.1 火焰原子吸收分光光度法

根据不同元素的特性，选择贫燃性火焰或富燃性火焰等合适的火焰类型。固定空气流量为10L/min，改变乙炔流量。其他仪器参数可依据仪器操作说明书调节仪器至最佳工作状态。

#### 2.2.2.2 石墨炉原子吸收分光光度法

选取影响较大的升温程序进行试验。升温程序包括干燥、灰化、原子化和除残阶段，其中灰化、原子化阶段最为重要。

取曲线中间浓度标准溶液，在不同的灰化温度下测定信号值，选取峰高和峰面积信号值相对较大，且峰型较好时的灰化温度为最佳灰化温度。

取曲线中间浓度标准溶液，在不同的原子化温度下测定信号值，选取信号值较大时的原子化温度为最佳原子化温度。

经试验验证，确定各元素的灰化、原子化温度及其他参数（可依据仪器操作说明书调节仪器至最佳工作状态），见表2.1。

表 2.1 石墨炉原子吸收分光光度法仪器参考测量条件

元素	铜	铬	镍	铅	镉
灯电流(mA)	15	10	30	8	4
测定波长(nm)	324.7	357.9	232.0	283.3	228.8
通带宽度(nm)	0.7	0.7	0.2	0.7	0.7
干燥温度(℃)/ 时间(s)	110/30- 130/30	110/30- 130/30	110/30- 130/30	110/30- 130/30	110/30- 130/30
除残温度(℃)/ 时间(s)	2300/3	2450/5	2450/5	2200/3	2200/3
灰化温度(℃)	600	1200	900	600	300
原子化温度(℃)	2100	2300	2300	1300	1500

### 2.2.3 方法检出限及测定下限试验

根据《环境监测分析方法标准制订技术导则》（HJ 168-2020）附录 A 中有关方法检出限的规定，按照样品分析的全部步骤，分别对石英滤膜和石英滤筒全程空白进行测定，各平行测定 7 次。对全程

空白中未检出的金属元素，则进行空白加标测定，加标量为估计方法检出限的 3~5 倍的，平行测定 7 次。按下列公式计算方法检出限，以 4 倍检出限作为方法测定下限。

$$MDL = t_{(n-1,0.99)} \times S$$

其中， $t_{(n-1,0.99)}$  为置信度为 99%、自由度为  $n-1$  时的  $t$  值； $n$  为重复分析的样品数，连续分析 7 个样品，在 99% 的置信区间， $t(6,0.99) = 3.143$ ； $s$  为 7 次平行测定的标准偏差。

#### 2.2.4 精密度试验

标准样品的测定：采用测定下限附近、校准曲线中间点附近、校准曲线线性范围上限 90% 附近 3 个不同浓度的统一标准样品（通过空白加标的方式制得），按全程序每个样品平行测定 6 次，分别计算各浓度样品的平均值、标准偏差、相对标准偏差等参数。

模拟实际样品的测定：模拟实际样品通过加飞灰的方式制得，样品类型包括固定污染源废气无组织和有组织，模拟实际样品通过加标方式使其浓度涵盖校准曲线测定下限附近、校准曲线中间点附近、校准曲线线性范围上限 90 % 附近 3 个不同浓度，每个样品平行测定 6 次，分别计算各浓度样品测定的平均值、标准偏差、相对标准偏差等参数。

#### 2.2.5 正确度试验

标准样品的测定：各验证实验室采用测定下限附近、校准曲线中间点附近、校准曲线线性范围上限 90 % 附近 3 个不同浓度的统一标准样品（通过空白加标的方式制得），按全程序每个样品平行测定 6 次，分别计算各浓度样品的加标回收率。

模拟实际样品的测定：模拟实际样品通过加飞灰的方式制得，样品类型包括固定污染源废气无组织和有组织，模拟实际样品通过加标方式使其浓度涵盖校准曲线测定下限附近、校准曲线中间点附近、校准曲线线性范围上限 90 % 附近 3 个不同浓度，每个样品平行测定 6 次，分别计算各类型样品的加标回收率。

### 2.3 验证结果

按照《环境监测分析方法标准制订技术导则》（HJ 168-2020）的要求，组织 6 家有金属检测资质的实验室进行方法验证，分别是湖北省生态环境厅荆门生态环境监测中心、湖北省生态环境厅黄石生态环境监测中心、武汉华正环境检测技术有限公司、武汉谱尼科技有限公司、武汉净澜检测有限公司、武汉智惠国测检测科技有限公司以上实验室分析人员均具有长期从事环境检测工作的能力水平和经验，

实验设备符合方法要求并按规定进行检定校准。根据影响方法的精密度和正确度的主要因素和数理统计学的要求，编写方法验证报告，验证数据主要包括检出限、测定下限、精密度、正确度等指标。

2.3.1 方法检出限及测定下限

6 家验证实验室按照方法规定的样品分析步骤，对空白石英滤膜和石英滤筒进行 7 次平行测定（未检出元素通过空白加标确定检出限），各金属元素的方法检出限及测定下限分别见表 2.2 和表 2.3。

表 2.2 石墨炉原子吸收分光光度法各金属元素的方法检出限（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

元素	检出限	测定下限
铜	0.007	0.028
铬	0.005	0.020
镍	0.006	0.024
铅	0.008	0.032
镉	0.002	0.008

注：采样体积为  $6\text{ m}^3$ （标准状态），消解定容体积为  $50.0\text{ mL}$ 。

表 2.3 火焰原子吸收分光光度法各金属元素的方法检出限（ $\text{mg}/\text{m}^3$ ）

元素	检出限	测定下限
铜	0.004	0.016
锌	0.001	0.004
铬	0.005	0.020
镍	0.004	0.016
铅	0.011	0.050
镉	0.002	0.008

注：废气采样体积为  $0.600\text{ m}^3$ （标准状态干烟气），消解定容体积为  $50.0\text{ mL}$ 。

2.3.2 方法精密度及正确度

分别对固定污染源无组织排放和有组织排放模拟废气样品（飞灰加标样品）进行测定，样品中各金属元素测定均值、实验室内相对标准偏差、实验室间相对标准偏差、重复性限、再现性限、加标回收率均值和加标回收率最终值见表 2.5 和表 2.6。

表 2.5 石墨炉原子吸收分光光度法的精密度及正确度数据

元素	加标浓度 ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	测定均值 ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	实验室内相对标准偏差 (%)	实验室间相对标准偏差 (%)	重复性限 ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	再现性限 ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	加标回收率均值 (%)	加标回收率最终值 (%)
铜	5.0	4.58	4.8-9.4	12.6	0.99	1.86	91.6	91.6 $\pm$ 23.2
	20	17.9	2.7-9.1	8.8	2.94	5.16	89.6	89.6 $\pm$ 15.8
	40	33.6	0.9-9.0	7.7	4.67	8.41	83.9	83.9 $\pm$ 13.0
铬	2.0	1.82	6.8-9.7	9.0	0.42	0.59	91.0	91.0 $\pm$ 16.0

	8.0	7.72	2.9-8.7	11.2	1.41	2.74	96.5	96.5±21.6
	15	15.8	2.6-7.9	8.0	2.24	3.99	105.2	105.2±16.4
	2.0	1.94	7.4-9.8	7.0	0.46	0.57	97.1	97.1±13.6
镍	20	23.2	1.5-8.4	10.0	3.82	7.11	116.1	116.1±22.2
	40	38.0	1.5-6.2	8.9	4.53	10.3	94.9	94.9±16.8
	10	9.23	2.7-9.4	11.8	1.81	3.46	92.3	92.3±21.8
铅	20	17.5	3.7-7.6	5.7	2.89	3.89	87.5	87.5±10.0
	40	30.9	2.3-8.0	3.8	3.96	4.90	77.3	77.3±6.0
	1.0	0.86	2.5-6.4	14.6	0.11	0.36	85.7	85.7±25.0
镉	1.5	1.39	1.8-7.6	7.0	0.19	0.32	92.6	92.6±13.0
	2.7	2.40	0.5-5.3	6.0	0.27	0.47	88.8	88.8±10.6

表 2.6 火焰原子吸收分光光度法的精密度及正确度数据

元素	加标浓度 (mg/L)	测定均值 (mg/L)	实验室内相对标准偏差 (%)	实验室外相对标准偏差 (%)	重复性限 (mg/L)	再现性限 (mg/L)	加标回收率均值 (%)	加标回收率最终值 (%)
铜	0.15	0.14	2.4-9.6	4.2	0.02	0.03	95.4	95.4 ± 8.0
	1.00	0.80	1.7-4.5	3.4	0.07	0.10	79.6	79.6 ± 5.4
	1.80	1.40	2.0-3.8	2.1	0.11	0.13	79.9	79.9 ± 3.4
锌	0.05	0.04	2.5-9.9	9.0	0.01	0.01	82.2	82.2 ± 14.8
	0.20	0.16	1.5-7.5	7.6	0.02	0.04	79.1	79.1 ± 12.0
	0.40	0.30	0.3-3.7	4.8	0.02	0.05	80.5	80.5 ± 7.8
铬	0.20	0.19	1.2-7.8	11.0	0.03	0.07	96.0	96.0 ± 20.6
	2.50	2.23	1.3-4.0	9.2	0.17	0.60	89.1	89.1 ± 16.4
	4.00	4.10	0.9-3.3	7.0	0.25	0.84	103.1	103.1 ± 14.4
镍	0.20	0.17	2.2-9.7	8.7	0.03	0.05	85.4	85.4 ± 14.8
	1.50	1.25	1.7-2.9	8.1	0.08	0.29	83.6	83.6 ± 13.4
	2.50	2.20	1.2-2.7	5.6	0.13	0.37	89.7	89.7 ± 10.0
铅	0.80	0.73	2.1-4.9	7.0	0.07	0.15	90.9	90.9 ± 12.0
	5.00	4.86	0.8-2.1	3.1	0.23	0.47	97.2	97.2 ± 6.0
	9.00	8.70	0.7-1.5	2.0	0.30	0.56	96.5	96.5 ± 3.8
镉	0.08	0.07	1.4-8.6	7.3	0.01	0.02	87.0	87.0 ± 12.6
	0.50	0.42	1.1-5.5	5.4	0.03	0.07	84.7	84.7 ± 9.2
	0.90	0.80	1.8-3.0	7.0	0.05	0.16	84.3	84.3 ± 12.6

综上所述，6家实验室的验证结果表明，该方法具有较好的重复性和再现性，方法各项特性指标均达到预期要求。



### 3. 标准比对:

#### 3.1 相关领域国内外发展现状和趋势

国内关于气中相关金属元素的分析方法涉及环境、卫生等领域,测定方法主要有原子吸收分光光度法、电感耦合等离子体发射光谱法、电感耦合等离子体质谱法等。标准方法中试样的制备涉及消解体系和消解方式的不同。主要的消解体系有硝酸-高氯酸,硝酸-过氧化氢,硝酸-盐酸,硝酸-盐酸-过氧化氢等;消解方式有电热消解法和微波消解法等。目前国内关于空气和废气中铜、锌、铬、镍、铅和镉金属元素测定的相关标准见表 3.1。

表 3.1 国内气中铜、锌、铬、镍、铅和镉测定的相关标准

序号	标准名称	测定物质	适用范围	测定方法	检出限 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	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)	镉	大气固定污染源有组织 和无组织	火焰原子吸收分光光度法	采集 $10\text{ m}^3$ 气体时, 最低为 $3\times 10^{-3}$
2	大气固定污染源 镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法 (HJ/T 64.2-2001)	镉	大气固定污染源有组织 和无组织	石墨炉原子吸收分光光度法	采集 $10\text{ m}^3$ 气体时, 最低为 $3\times 10^{-5}$
3	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)	镍	大气固定污染源有组织 和无组织	火焰原子吸收分光光度法	采集 $10\text{ m}^3$ 气体时, 最低为 0.03
4	大气固定污染源 镍的测定 石墨炉原子吸收分光光度法 (HJ/T 63.2-2001)	镍	大气固定污染源有组织 和无组织	石墨炉原子吸收分光光度法	采集 $10\text{ m}^3$ 气体时, 最低为 $3\times 10^{-3}$
5	固定污染源废气 铅的测定 火焰原子吸收分光光度法 (暂行) (HJ 538-2009)	铅	固定污染源 废气	火焰原子吸收分光光度法	采集 400L 气体时, 最低为 13
6	固定污染源废气 铅的测定 火焰原子吸收分光光度法 (HJ 685-2014)	铅	固定污染源 废气	火焰原子吸收分光光度法	采集 $0.5\text{ m}^3$ 气体时, 为 10
7	环境空气 铅的测定 火焰原子吸收分光光度法 (GB/T 15264-1994)	铅	环境空气	火焰原子吸收分光光度法	采集 $50\text{ m}^3$ 气体时, 最低为 0.5
8	环境空气 铅的测定 石墨炉原子吸收分光光度法 (HJ 539-2015)	铅	环境空气	石墨炉原子吸收分光光度法	采集 $10\text{ m}^3$ 气体时, 为 $9\times 10^{-3}$

9	空气和废气颗粒物中金属元素的测定电感耦合等离子体发射光谱法 (HJ 777-2015)	24 种金属元素	环境空气、无组织排放和固定污染源废气	电感耦合等离子体发射光谱法	空气: 0.003-0.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (铜铅锌镉镍铬) 废气: 0.8-3.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (铜铅锌镉镍铬)
10	空气和废气颗粒物中铅等金属元素的测定电感耦合等离子体质谱法 (HJ 657-2013)	24 种金属元素	环境空气、无组织排放和固定污染源废气	电感耦合等离子体质谱法	空气: 0.00003-0.0005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (铜铅锌镉镍铬) 废气: 0.008-0.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (铜铅锌镉镍铬)

### 3.2 与国际标准对应关系及国外有关技术法规情况

重金属污染范围广，环境危害大，其导致的环境污染问题已引起全球广泛关注。国际标准化组织（ISO）、美国环境保护署（EPA）和日本标准化组织（JIS）等体系在环境领域均有相关的标准分析方法。

美国环保署发布的 EPA Method IO-3.1 详细介绍了大气颗粒物采样中滤膜材质的选择、制备和消解方法。EPA Method 29 介绍固定污染源废气中铅、镉、铬、锌、镍等 17 种重金属的测定方法；EPA Method IO-3.2 用原子吸收分光光度法测定大气颗粒物中镉、铬、铜、镍、铅、锌等 23 种金属；EPA Method 7000B 和 EPA Method 7010 分别用火焰原子吸收分光光度法和石墨炉原子吸收分光光度法测定环境样品中的金属元素，如地下水、废水、浸出液、工业废物、土壤、淤泥和沉积物。

国际标准化组织发布的 ISO 9855:1993，ISO 8518:2001，ISO 11174:1996 分别用原子吸收分光光度法测定环境空气，工作场所空气中铅和铅化合物，以及镉和镉化合物。

日本标准化组织发布的 JIS K0083:2006 用火焰原子吸收分光光度法、石墨炉原子吸收分光光度法测定镉、铅、镍、铬等 9 种重金属。

### 3.3 与国家标准、行业标准等上位标准的比对情况

#### 3.3.1 与国家排放标准的比对

我国现行的环境质量、污染物排放（控制）综合标准标准和各行业相关排放控制标准中都分别对各类有组织和无组织排放的铜、锌、铬、镍、铅和镉金属元素的排放限值做了规定。见表 3.2。

表 3.2 铜、锌、铬、镍、铅和镉金属元素的排放标准

序号	标准名称	控制污染物	排气筒排放限值 (mg/m <sup>3</sup> )	厂界无组织浓度限值(mg/m <sup>3</sup> )
1	大气污染物综合排放标准 (GB 16297-1996)	铅及其化合物	0.90/0.70*	0.0075/0.0060*
		镉及其化合物	1.0/0.85*	0.050/0.040*
		镍及其化合物	5.0/4.3*	0.050/0.040*

2	工业炉窖 大气污染物 排放标准 (GB 9078-1996)	铅	金属熔 炼	一级: 5/禁排* 二级: 30/10* 三级: 45/35*	——
			其他	一级: 0.5/禁排* 二级: 0.10/0.10* 三级: 0.20/0.10*	
3	铅、锌工业污染物排放 标准 (GB 25466-2010)	铅及其化合物	熔炼: 8		0.006
4	生活垃圾焚烧污染控制 标准 (GB 18485-2014)	镉及其化合物	0.1		——
		铅、铬、铜、 镍 及其化合物	1.0		——
5	石油炼制工业污染物排 放标准 (GB 31570-2015)	镍及其化合物	催化裂化催化剂再 生: 0.5		——
6	铜、镍、钴工业污染物 排放标准 (GB 25467-2010)	镍及其化合物	镍钴冶炼: 4.3		镍钴冶炼: 0.04
		铅及其化合物	镍钴冶炼、烟气制酸: 0.7		镍钴冶炼、烟 气制酸: 0.006
7	危险废物焚烧污染控制 标准 (GB 18484-2020)	镉及其化合物	0.1		——
		镍及其化合物	1.0		——
		铅及其化合物	1.0		——
		铬、铜及其化 合物	4.0		——
8	无机化学工业污染物排 放标准 (GB 31573-2015)	铅及其化合物 **	涉铅: 2 其他: 0.1		涉铅: 0.006
		镉及其化合物 **	0.5		涉镉: 0.001
		镍及其化合物 **	涉镍: 4		涉镍: 0.02
		锌及其化合物 **	涉锌: 5		——
		铜及其化合物 **	涉铜: 5		——
9	再生铜、铝、铅、锌工 业污染物排放标准 (GB 31574-2015)	铅及其化合物 **	再生铅、铜工业: 2 再生铅、锌工业: 1		0.006
		镉及其化合物 **	0.05		0.0002

		铬及其化合物 **	1	0.006
10	电池工业污染物排放标准（GB 30484-2013）	铅及其化合物	铅蓄电池：0.5	铅蓄电池： 0.001
		镉及其化合物	镉镍/氢镍电池：0.2	镉镍/氢镍电 池：5×10 <sup>-6</sup>
		镍及其化合物	镉镍/氢镍电池：1.5	镉镍/氢镍电 池：0.02
注：*该方法空气中各元素检出限和测定下限按采样量为 150 m <sup>3</sup> 进行计算，废气中各元素检出限和测定下限按采样量为 0.600 m <sup>3</sup> 进行计算；该方法中不同的前处理方法有不同的检出限和测定下限，表中为微波消解法检出限，电热板消解法检出限见标准。 **该方法空气中各元素检出限按采样量为 150 m <sup>3</sup> 进行计算，废气中各元素检出限按采样量为 0.600 m <sup>3</sup> 进行计算。 ***该方法检出限为采集 75 L 气体时测定的检出限。				

本方法确定铜、锌、铬、镍、铅和铬无组织废气排放污染物检出限为 0.002-0.008μg/m<sup>3</sup>，有组织废气排放污染物检出限为 0.001-0.011mg/m<sup>3</sup>，与上述有关排放标准相比，均能够满足相关排放标准监测要求。

### 3.3.2 与测定标准的比对情况

根据现行空气和废气中相关金属元素分析标准，选择《空气和废气颗粒物中金属元素的测定电感耦合等离子体发射光谱法》（HJ 777-2015）和《空气和废气颗粒物中铅等金属元素的测定电感耦合等离子体质谱法》（HJ 657-2013）分别作为本标准中火焰原子吸收分光光度法和石墨炉原子吸收分光光度法的比对方法标准。

#### 3.3.2.1 石墨炉原子吸收分光光度法比对

对 7 个浓度水平接近的滤膜模拟加标样品，分别采用新方法与比对方法 HJ 657-2013 进行平行双样测定，获得 7 组配对测定数据。采用 t 检验法判定比对数据，两种方法测定各元素的 t 检验结果为 0.209~2.378，各元素的 t 值均小于 t<sub>0.05(6)</sub>，结果表明两种方法测定值之间无显著性差异。

#### 3.3.2.2 火焰原子吸收分光光度法比对

对 7 个浓度水平接近的滤筒模拟加标样品，分别采用新方法与比对方法 HJ 777-2015 进行平行双样测定，获得 7 组配对测定数据。采用 t 检验法判定比对数据，两种方法测定各元素的 t 检验结果为 0.045~2.362 各元素的 t 值均小于 t<sub>0.05(6)</sub>，结果表明两种方法测定值之间无显著性差异。

4. 风险分析：

无

5. 宣贯实施计划：

标准发布后，计划将通过线上线下多种方式，在省内组织标准宣贯培训。

（1）将通过省生态环境厅网站、北生态环境、湖北市场监管和湖北省标准化与质量研究院等微信公众号平台宣传解读该标准。

（2）向省内各使用单位定向发放标准正式文本（纸质和电子版），便于本标准在实际工作中得到有效实施和应用。

6. 专家组：

注：此表可根据内容多少调整格式，填写时删除斜体的填写说明。