



中华人民共和国国家标准

GB/T 38224.1—2019

重金属废水处理与回用技术评价 第 1 部分：程序和方法

Evaluation on heavy metal wastewater treatment and reuse technology—
Part 1: Procedure and approach

2019-10-18 发布

2020-02-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

GB/T 38224《重金属废水处理与回用技术评价》分为两个部分：

——第1部分：程序和方法；

——第2部分：指标体系。

本部分为GB/T 38224的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分由全国节水标准化技术委员会(SAC/TC 442)和全国环保产业标准化技术委员会(SAC/TC 275)提出并归口。

本部分起草单位：中国标准化研究院、湖南恒凯环保科技投资有限公司、北京桑德环境工程有限公司、永清环保股份有限公司、轻工业环境保护研究所、栋梁铝业有限公司、北京北科欧远科技有限公司、江西金达莱环保股份有限公司、中国水利水电科学研究院、北京国信智慧科技有限公司。

本部分主要起草人：朱春雁、任晓晶、马铭锋、罗文连、张碧波、蒋焱、郭永、马景赞、苏志广、赵守明、吴占琪、员在斌、廖志民、王庆明、姜珊。

重金属废水处理与回用技术评价

第 1 部分:程序和方法

1 范围

GB/T 38224 的本部分规定了重金属废水处理与回用技术评价的相关术语和定义、筛选评价程序和方法、运行评价程序和方法。

本部分适用于以重金属为特征污染物的废水处理与回用技术的筛选评价和运行效果评价,包括有色金属矿山酸性废水、铅锌冶炼废水等。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 8978 污水综合排放标准

GB 20426 煤炭工业污染物排放标准

GB 25466 铅、锌工业污染物排放标准

GB 25467 铜、镍、钴工业污染物排放标准

GB/T 27678 湿法炼锌企业废水循环利用技术规范

GB/T 29773 铜选矿厂废水回收利用规范

GB/T 29999 铜矿山酸性废水综合处理规范

GB 31574 再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准

GB/T 38224.2 重金属废水处理与回用技术评价 第 2 部分:指标体系

DL/T 997 火电厂石灰石-石膏湿法脱硫废水水质控制指标

HG/T 3923 循环冷却水用再生水水质标准

SL 368 再生水水质标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

 **重金属废水** heavy metal wastewater

以重金属为特征污染物的废水。

注:如:有色金属矿采选、重有色金属冶炼、铅蓄电池制造、皮革及其制品、电镀、化学原料及化学制品制造、燃煤电厂湿法脱硫等行业产生的含重金属的废水。

3.2

重金属废水处理与回用技术评价 evaluating heavy metal wastewater treatment and reuse technology

按照预先确定的标准、程序和方法对重金属废水处理与回用技术指标进行测量、计算、比较和分析。

3.3

重金属废水处理与回用技术评价指标 **assessment indicators for evaluating heavy metal wastewater treatment and reuse technology**

反映重金属废水处理与回用技术水平的参数。

3.4

正向指标 **positive indicator**

指标值越大评价结果越好的指标。

3.5

负向指标 **negative indicator**

指标值越小评价结果越好的指标。

3.6

评价指数 **evaluation index**

按照标准规定的方法和模型对指标值进行计算所得出的无量纲值。

4 筛选评价程序和方法

4.1 总则

重金属废水处理与回用技术筛选评价是通过对不同类别的技术按照标准确定的程序和方法进行分析比较,从而确定最佳适用技术。包括:筛选技术清单、收集信息和数据、确定评价指标体系、计算评价指数和分析判定等。

4.2 筛选技术清单

4.2.1 根据重金属废水的来源和特点,对国内外现有处理和回用技术进行分析总结,初步确定拟评价的若干技术。

4.2.2 对确定的拟评价技术进行初步筛选,考虑但不限于:

- 依据 GB 8978、GB 20426、GB 25466、GB 25467、GB 31574、GB/T 27678、GB/T 29773、GB/T 29999、SL 368、HG/T 3923 以及 DL/T 997 等,判断技术能否满足其相应的达标排放标准或回用要求;
- 是否适用于现有的场地、公用设施等条件或稍作改进即可实施;
- 其他必要条件。

4.2.3 讨论确定拟评价技术清单。

4.3 收集信息和数据

针对拟评价技术清单中的每项技术收集信息和数据,包括但不限于以下:

- 环境影响评价报告;
- 实际接收废水的水质、水量长周期统计情况;
- 处理与回用技术中各工段的实际工况及设备;
- 废水排放量;
- 主要污染物排放测试、统计数据及其记录文件;
- 资源、能源消耗计量统计数据及其记录文件;
- 投资运行成本分析数据;
- 其他必要文件资料。

对于无法收集到的必要的评价信息和数据,可以采取必要的测试、计算和估算等手段获取。

4.4 确定评价指标体系

根据评价需求和 4.3 的信息和数据收集情况,提炼 4.2 技术清单中各项拟评价技术的共性和特性,依据 GB/T 38224.2 选择并确定重金属废水处理与回用的评价指标体系。

4.5 计算评价指数

4.5.1 原则

评价指标应:

- 从最低一级指标逐级计算;
- 计算每一个上级指标所包含的全部下级指标。

4.5.2 单项指标值的计算

每个单项评价指标依据 GB/T 38224.2 中给出的方法进行赋值,得出单项指标值。

4.5.3 下级指标评价指数的计算

正向指标按式(1)计算其评价指数:

$$I_{tij} = \frac{S_{tij}}{S_{ij\max}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- I_{tij} ——第 t 项拟评价技术的第 i 项上级指标中的第 j 项下级指标的评价指数;
- S_{tij} ——第 t 项拟评价技术的第 i 项上级指标中的第 j 项下级指标的指标值;
- $S_{ij\max}$ ——拟评价技术中第 i 项上级指标中的第 j 项下级指标的最大值。

负向指标按式(2)计算其评价指数:

$$I_{tij} = \frac{S_{ij\min}}{S_{tij}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- I_{tij} ——第 t 项拟评价技术的第 i 项上级指标中的第 j 项下级指标的评价指数;
- S_{tij} ——第 t 项拟评价技术的第 i 项上级指标中的第 j 项下级指标的指标值;
- $S_{ij\min}$ ——拟评价技术中第 i 项上级指标中的第 j 项下级指标的最小值。

4.5.4 上级指标评价指数的计算

上级指标的评价指数按式(3)计算:

$$I_{ti} = \sum_{j=1}^m I_{tij} \times w_{tij} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- I_{ti} ——第 t 项拟评价技术的第 i 项上级指标的评价指数;
- w_{tij} ——第 t 项拟评价技术的第 i 项上级指标中的第 j 项下级指标权重;
- m ——第 i 项上级指标中的下级指标个数。

4.5.5 综合评价指数的计算

综合评价指数按式(4)计算:

$$I_t = \sum_{i=1}^n I_{ti} \times w_{ti} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- I_t ——第 t 项拟评价技术的综合评价指数；
- w_{it} ——第 t 项拟评价技术的第 i 项上级指标的权重；
- n ——第 t 项拟评价技术的上级指标个数。

4.5.6 权重的确定

评价指标的权重可采用平均权重法、专家咨询法以及相关系数矩阵法确定：

- 平均权重法是每项评价指标的权重都相等，且都等于评价指标数的倒数；
- 专家咨询法是通过反复多次征询相关领域专家意见得出评价指标权重；
- 相关系数矩阵法是通过评价指数进行两两计算相关系数，形成相关系数矩阵，然后将每行的相关系数汇总，再进行归一化计算而得到该评价指标的权重。

4.6 分析判定

根据各项拟评价技术的综合评价指数，按从大到小的顺序排列，综合评价指数最高的技术为最佳适用技术。

5 运行评价程序和方法

5.1 总则

重金属废水处理与回用技术的运行评价是对已经投入运行的技术效果按照标准确定的程序和方法进行分析比较，从而确定其达到设计指标的程度或在同类技术中的水平。包括：确定比较基准、收集信息和数据、确定评价指标体系、计算评价指数和分析判定等。

5.2 确定比较基准

比较基准是分析比较技术运行效果的基础，可以采用如下方法进行确定：

- 同类技术的最佳案例；
- 同类技术的平均水平；
- 设计指标；
- 其他。

5.3 收集信息和数据

针对拟评价技术和确定的评价基准，按照 4.3 的内容与要求收集信息和数据。

5.4 确定评价指标体系

根据评价需求和 5.3 的信息和数据收集情况，提炼拟评价技术和基准技术的共性和特性，依据 GB/T 38224.2 选择并确定重金属废水处理与回用的评价指标体系。

5.5 计算评价指数

5.5.1 原则

评价指标应：

- 从最低一级指标逐级计算；
- 计算每一个上级指标所包含的全部下级指标。

5.5.2 单项指标值的计算

每个单项评价指标依据 GB/T 38224.2 中给出的方法进行赋值,得出单项指标值。

5.5.3 下级指标评价指数的计算

正向指标按式(5)计算其评价指数:

$$I_{ij} = \frac{S_{ij}}{S_{bij}} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

I_{ij} ——拟评价技术的第 i 项上级指标中的第 j 项下级指标的评价指数;

S_{ij} ——拟评价技术的第 i 项上级指标中的第 j 项下级指标的指标值;

S_{bij} ——基准技术的第 i 项上级指标中的第 j 项下级指标的基准值。

负向指标按式(6)计算其评价指数:

$$I_{ij} = \frac{S_{bij}}{S_{ij}} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

I_{ij} ——拟评价技术的第 i 项上级指标中的第 j 项下级指标的评价指数;

S_{ij} ——拟评价技术的第 i 项上级指标中的第 j 项下级指标的指标值;

S_{bij} ——基准技术的第 i 项上级指标中的第 j 项下级指标的基准值。

5.5.4 上级指标评价指数的计算

上级指标的评价指数按式(7)计算:

$$I_i = \sum_{j=1}^m I_{ij} \times w_{ij} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

I_i ——拟评价技术的第 i 项上级指标的评价指数;

w_{ij} ——拟评价技术的第 i 项上级指标中的第 j 项下级指标的权重;

m ——拟评价技术的第 i 项上级指标中的下级指标个数。

5.5.5 综合评价指数的计算

综合评价指数按式(8)计算:

$$I = \sum_{i=1}^n I_i \times w_i \dots\dots\dots (8)$$

式中:

I ——拟评价技术的综合评价指数;

w_i ——拟评价技术的第 i 项上级指标的权重;

n ——拟评价技术的上级指标个数。

5.5.6 权重的确定

评价指标的权重可采用平均权重法、专家咨询以及相关系数矩阵法确定:

——平均权重法中每项评价指标的权重都相等,且都等于评价指标数的倒数;

——专家咨询法是通过反复多次征询相关领域专家意见得出评价指标权重;

——相关系数矩阵法是通过评价指数进行两两计算相关系数,形成相关系数矩阵,然后将每行的

相关系数汇总,再进行归一化计算而得到该评价指标的权重。

5.6 分析判定

5.6.1 拟评价技术的综合评价指数大于 1,可判定运行效果好于比较基准。

5.6.2 拟评价技术的综合评价指数等于 1,可判定运行效果与比较基准水平相当。

5.6.3 拟评价技术的综合评价指数小于 1,可判定运行效果差于比较基准。

