



中华人民共和国国家标准

GB/T 38224.2—2019

重金属废水处理与回用技术评价 第2部分：指标体系

Evaluation on heavy metal wastewater treatment and reuse technology—
Part 2: Indicator system

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2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：重庆巨科环保有限公司、北京标擎技术服务有限公司、北京桑德环境工程有限公司、中国标准化研究院、雄安永之清环境科技有限公司、栋梁铝业有限公司、轻工业环境保护研究所、永清环保股份有限公司、水利部水资源管理中心、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：任晓晶、朱春雁、管恩宏、马铭锋、蒋义、王政、李敏、蒲建长、高泉涌、张默、张文娟、姜楠、辛红香、赵守明、吴占琪、员在斌、廖志民、翟家齐、朱永楠。



重金属废水处理与回用技术评价

第2部分：指标体系

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、总则、评价指标体系、指标选取和指标量化。

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/T 21534 工业用水节水 术语

3 术语和定义

GB/T 21534 界定的术语和定义适用于本文件。

4 总则

- 4.1 评价指标体系由一级指标和二级指标组成,也可根据评价需求和废水特点设立三级或多级指标。
- 4.2 一级指标应至少包括技术指标、经济指标、环境指标和资源指标。
- 4.3 一级指标下的二级指标或多级指标应根据评价需求和废水特点选择,指标数量可进行适当增减。
- 4.4 评价指标宜选取有代表性的、能集中体现拟评价技术主要特征的指标,指标之间不宜重复交叉。
- 4.5 对于定量指标,应充分考虑拟评价技术指标数据的可获取性,指标设置尽可能简洁明确,易于计算。

5 重金属废水处理与回用技术评价指标体系

5.1 一级指标



- 5.1.1 技术指标反映拟评价技术在技术性能、高效稳定、运行管理等技术方面的特征。包括技术先进性、工艺成熟程度、重金属去除率、抗冲击负荷能力、操作复杂程度、运行安全性等二级指标。
- 5.1.2 经济指标反映拟评价技术在投资成本、运行费用等经济方面的特征。包括单位建设投资、单位运行费用、单位占地面积等二级指标。
- 5.1.3 环境指标反映拟评价技术对环境的正面和负面的影响等环境方面的特征。包括、重金属削减率、单位危险废物产生量等二级指标。
- 5.1.4 资源指标反映拟评价技术在回收利用有用和稀缺资源等方面的特征。包括废水回用率、金属资

源回收率等。

5.2 二级指标

- 5.2.1 二级指标反映了一级指标的不同侧重面,以定量指标为主,定性指标为辅。
- 5.2.2 二级指标下可根据需求设立三级及更深层级的指标。
- 5.2.3 各二级指标及其说明见表 1。

表 1 二级指标及其说明

二级指标	说明
技术先进性	技术先进性泛指与国内外同类技术相比,被评价废水处理和回用技术水平所处的地位。可根据国家先进污染防治示范技术和国家鼓励发展的环境保护技术目录中列举技术、核心技术获奖情况、国家发明专利授权情况等联合评定
工艺成熟程度	技术在研发过程所达到的一般性可用程度。可根据技术开发的年代,参考工业化程度和市场普及率情况等评定
重金属去除率	废水处理和回用技术对重金属污染物指标的去除效率
抗冲击负荷能力	当进水水质、水量发生变化时对处理性能的影响以及出水水质达标程度的变化情况
操作复杂程度	废水处理技术涉及的自控水平及人工管理的复杂程度
运行安全性	包括使用的原材料安全、设备及设施运行的安全性、运行管理过程中的物料使用安全性、产物的毒性及有害性、潜在危险性
单位建设投资	处理 1 m ³ 废水建厂平均一次性投资费用,包括土地费用、土建直接建设和安装工程费用、设备工器具购置费用、管理费用等
单位运行费用	处理 1 m ³ 废水产生的运行费用,包括人员费、动力费、维修费、药剂费和其他费用
单位占地面积	平均处理 1 m ³ 废水所占用的土地面积,不包括远期预留用地
重金属削减率	废水中重金属污染物经过处理后被降低的比率
单位危险废物产生量	处理 1 m ³ 废水产生的危险废物的数量
废水回用率	处理后回用废水量占被处理废水总量的比率
重金属资源回收率	回收的重金属质量占废水中重金属总量的比率

6 指标选取

- 6.1 不同行业和途径产生的重金属废水处理与回用技术评价时,可根据评价需求和特征污染物的特征确定二级指标,重金属废水处理与回用技术评价指标体系框架参见附录 A 中的表 A.1。
- 6.2 有色金属矿山酸性废水处理与回用技术评价指标体系框架参见表 A.2。
- 6.3 铅锌冶炼废水处理与回用技术评价指标体系框架参见表 A.3。

7 指标量化

- 7.1 应从最低一级指标逐级量化,计算每一个一级指标所包含的全部下级指标。
- 7.2 二级指标的相关数据和信息可通过实地考察、调查问卷和第三方采集等方式获取。
- 7.3 二级指标中的定性指标由专家咨询法给出分值,定量指标由公式计算得到,可参考附录 B 的表 B.1。

附 录 A
(资料性附录)
指标体系

A.1 重金属废水处理与回用技术评价指标体系

重金属废水处理与回用技术评价指标体系见表 A.1。

表 A.1 重金属废水处理与回用技术评价指标体系

一级指标	二级指标
技术指标	技术先进性
	工艺成熟程度
	重金属去除率
	抗冲击负荷能力
	操作复杂程度
	运行安全性

经济指标	单位建设投资
	单位运行费用
	单位占地面积

环境指标	重金属削减率
	单位危险废物产生量 ^a

资源指标	废水回用率
	资源回收率

^a 危险废物可参考 2016 年的《国家危险废物名录》(环境保护部令第 39 号)。	

A.2 有色金属矿山酸性废水处理与回用技术评价指标体系

有色金属矿山酸性废水处理与回用技术评价指标体系见表 A.2。

表 A.2 有色金属矿山酸性废水处理与回用技术评价指标体系

一级指标	二级指标
技术指标	技术先进性
	工艺成熟程度
	铜、铅、锌、铁、镉、镍、铬、砷、汞、钴等去除率
	抗冲击负荷能力
	操作复杂程度
	运行安全性

经济指标	单位建设投资
	单位运行费用
	单位占地面积

环境指标	铜、铅、锌、铁、镉、镍、铬、砷、汞、钴等削减率
	单位危险废物产生量

资源指标	废水回用率
	铜、锌、铅、银、硫等资源回收率

A.3 铅锌冶炼废水处理与回用技术评价指标体系

铅锌冶炼废水处理与回用技术评价指标体系见表 A.3。

表 A.3 铅锌冶炼废水处理与回用技术评价指标体系

一级指标	二级指标
技术指标	技术先进性
	工艺成熟程度
	铅、锌、铜、镉、砷和汞等去除率
	抗冲击负荷能力
	操作复杂程度
	运行安全性

表 A.3 (续)

一级指标	二级指标
经济指标	单位建设投资
	单位运行费用
	单位占地面积

环境指标	铅、锌、铜、镉、砷和汞等削减率
	单位危险废物产生量

资源指标	废水回用率
	镉、汞等资源回收率



附 录 B

(资料性附录)

二级指标评分方法和计算公式

二级指标评分方法和计算公式见表 B.1。

表 B.1 二级指标评分方法和计算公式

二级指标	评分方法或计算公式
技术先进性	优(0.80~1.00)、良(0.70~0.80)、中(0.60~0.70)、差(0~0.60)
工艺成熟程度	产业化阶段(0.80~1.00)、工程化阶段(0.60~0.80)、实验室阶段(0~0.60)
重金属去除率	$\text{重金属去除率}(\%) = \frac{\text{初始重金属离子浓度}(\text{mg/L}) - \text{处理后重金属离子浓度}(\text{mg/L})}{\text{初始重金属离子浓度}(\text{mg/L})} \times 100\%$
抗冲击负荷能力	优(0.80~1.00)、良(0.70~0.80)、中(0.60~0.70)、差(0~0.60)
操作复杂程度	优(0.80~1.00)、良(0.70~0.80)、中(0.60~0.70)、差(0~0.60)
运行安全性	优(0.80~1.00)、良(0.70~0.80)、中(0.60~0.70)、差(0~0.60)
单位建设投资	$\text{单位建设投资}(\text{元}/\text{m}^3) = \frac{(\text{土地费用} + \text{土建直接建设费用} + \text{安装工程费用} + \text{设备工器具购置费用} + \text{管理费用})(\text{元})}{\text{处理废水总量}(\text{m}^3)}$
单位运行费用	$\text{单位运行费用}(\text{元}/\text{m}^3) = \frac{\text{人员费}(\text{元}) + \text{动力费}(\text{元}) + \text{维修费}(\text{元}) + \text{药剂费}(\text{元}) + \text{其他费用}(\text{元})}{\text{处理废水总量}(\text{m}^3)}$
单位占地面积	$\text{单位占地面积}(\text{m}^2/\text{m}^3) = \frac{\text{废水处理占用土地面积}(\text{m}^2)}{\text{处理废水总量}(\text{m}^3)}$
重金属削减率	$\text{重金属削减率}(\%) = \frac{\text{进水中重金属浓度}(\text{mg/L}) - \text{出水中重金属浓度}(\text{mg/L})}{\text{进水中重金属浓度}(\text{mg/L})} \times 100\%$
单位危险废物产生量	$\text{单位危险废物产生量}(\text{kg}/\text{m}^3) = \frac{\text{危险废物产生总量}(\text{kg})}{\text{处理废水总量}(\text{m}^3)}$
废水回用率	$\text{废水回用率}(\%) = \frac{\text{处理后回用废水量}(\text{m}^3)}{\text{待处理废水总量}(\text{m}^3)} \times 100\%$
资源回收率	$\text{资源回收率}(\%) = \frac{\text{回收的某资源质量}(\text{kg})}{\text{废水中该资源总质量}(\text{kg})} \times 100\%$