

中华人民共和国黄金行业标准

YS/T ××××—202×

黄金工业废水综合回收与循环利用 技术规范

Technical specifications for comprehensive recovery
and recycling of gold industrial wastewater

(征求意见稿)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国黄金协会提出。

本文件由全国黄金标准化技术委员会（SAC/TC 379）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

全国黄金标准化技术委员会归口

黄金工业废水综合回收与循环利用技术规范

1 范围

本文件给出了黄金工业废水种类与来源，规定了黄金工业废水（以下简称“废水”）综合回收与循环利用总体要求、净化工艺类型与技术要求、净化水回用水质指标要求、产物利用与处置要求、安全与环保要求，描述了对应的证实方法。

本文件适用于黄金矿产资源选冶过程产生的废水综合回收与循环利用。

本文件不适用于采矿废水和生活废水。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 6920 水质 pH值的测定 玻璃电极法
 - GB/T 7475 水质 铜、铅、锌、镉的测定 原子吸收分光光度法
 - GB 8978 污水综合排放标准
 - GB/T 13195 水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计测定法
 - GB 16297 大气污染物综合排放标准
 - GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
 - GB 18598 危险废物填埋污染控制标准
 - GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
 - GB/T 34167 黄金矿业术语
 - HJ 506 水质 溶解氧的测定 电化学探头法
 - HJ 579 膜分离法污水处理工程技术规范
 - HJ 700 水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法
 - HJ 943 黄金行业氰渣污染控制技术规范
 - T/CGA 032 黄金行业水质化学分析方法 硫氰酸盐的测定 分光光度法
- 2016年国家发展和改革委员会颁布的《黄金行业清洁生产评价指标体系》

3 术语和定义

GB/T 34167、HJ 484 和 HJ 943 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

黄金工业废水 gold industrial wastewater

在黄金矿产资源选冶过程中产生的废水。

注：包括选矿工艺废水、氰化工艺废水、冶炼工艺废水。

4 总体要求

- 4.1 废水综合回收与循环利用应与黄金生产企业生产发展总体规划、生产工艺合理配套，并采用回收利用效率高、安全可靠的工艺，确保企业用水及生产安全。
- 4.2 废水综合回收与循环利用技术应按照清洁生产的原则，通过分类收集、分质净化、梯级回收，实现源头控制、过程管理，减少废水的产生量，提高水的重复利用率，工业用水重复利用率应符合《黄金行业清洁生产评价指标体系》的相关要求。
- 4.3 生产过程产生的外排废水应符合 GB 8978 或地方污水排放标准的相关要求。

5 废水种类与净化工艺选择

5.1 废水种类与推荐净化工艺

废水种类、来源、主要杂质与推荐净化工艺见表 1。

表 1 废水种类、来源、主要杂质与推荐净化工艺

废水种类	废水来源		主要杂质	净化工艺
选矿工艺废水	浮选工艺废水、重选工艺废水、尾矿库淋溶液等		悬浮物	沉淀法
氰化工艺废水	预处理	生物氧化工艺废水、压力氧化工艺废水、焙烧工艺烟气净化废水、萃余液等	酸、砷、重金属	中和法、硫化法、膜分离法
	氰化	氰化工艺废水、尾矿库（堆）淋溶液等	硫氰酸盐、砷、重金属	硫化法、酸化回收法、过氧化氢氧化法、臭氧氧化法、二氧化硫-空气法、生物法、膜分离法
冶炼工艺废水	冶炼工艺废水等		酸、砷、重金属	中和法、硫化法、膜分离法

5.2 净化工艺选择的要求

- 5.2.1 废水净化工艺应根据废水的种类、主要杂质、净化水回用水质指标要求，进行技术经济比较后选择和组合。
- 5.2.2 中和法、硫化法、酸化回收法、膜分离法宜用于回收废水中有价物质，宜进行梯级回收分类获得有价产物，实现污泥减量化。
- 5.2.3 生物法宜用于可生化性较好的废水。

6 净化工艺类型与技术要求

6.1 沉淀法

- 6.1.1 沉淀法有自然沉淀法、混凝沉淀法等方法。
- 6.1.2 采用沉淀法净化废水时，宜采用图 1 所示工艺流程。

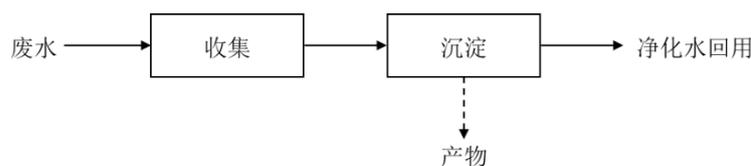


图1 沉淀法基本工艺流程

6.1.3 采用沉淀法的技术要求至少包括以下内容：

- 采用自然沉淀法宜利用沉淀池或尾矿库，通过长时间自然沉淀、自然曝气净化废水杂质；
- 采用混凝沉淀法混凝剂种类及投加量应根据废水的种类、主要杂质、净化水回用水质指标要求通过试验确定。

6.2 中和法

6.2.1 采用中和法净化废水时，宜采用图2所示工艺流程。

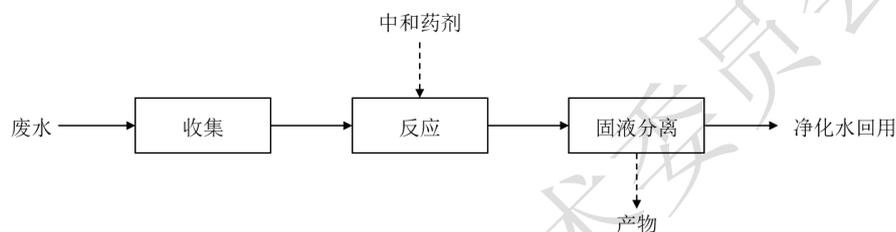


图2 中和法基本工艺流程

6.2.2 中和药剂宜使用含钙、镁、钠的碱性药剂，如石灰、石灰石、电石渣、碳酸钠、苛性钠、氧化镁等。

6.2.3 采用中和法净化的技术要求至少包括以下内容：

- 中和药剂种类及投加量应根据废水的种类、主要杂质、净化水回用水质指标要求通过试验确定；
- 反应pH应根据产物需要分步控制；
- 反应宜采用机械搅拌，反应时间不宜小于0.5 h；
- 当废水中含砷时，宜增加铁盐除砷工艺。铁盐宜使用硫酸亚铁、硫酸铁、氯化铁或聚合硫酸铁等。

6.3 硫化法

6.3.1 采用硫化法净化废水时，宜采用图3所示工艺流程。

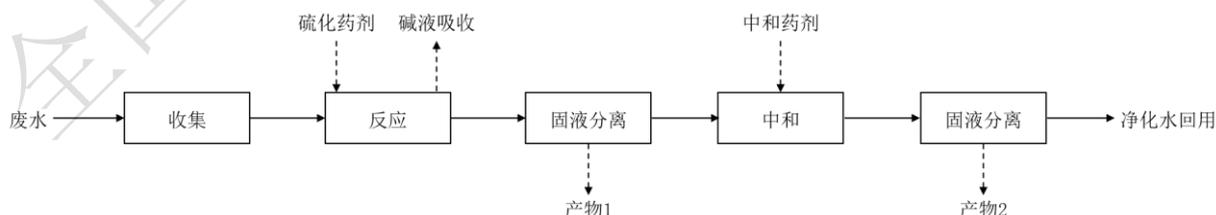


图3 硫化法基本工艺流程

6.3.2 硫化药剂宜使用硫化钠或硫化氢钠。

6.3.3 采用硫化法净化的技术要求至少包括以下内容：

- a) 硫化药剂种类及投加量应根据废水的种类、主要杂质、净化水回用水质指标要求通过试验确定；
- b) 硫化药剂的投加宜采用氧化还原电位自动控制；
- c) 反应pH应根据产物需要分步控制；
- d) 反应宜采用机械搅拌，反应时间不宜小于0.5 h；
- e) 反应装置应负压密闭运行，反应过程中产生的硫化氢或氰化氢气体应采用碱液吸收。

6.4 酸化回收法

6.4.1 采用酸化回收法净化废水时，宜采用图4所示工艺流程。

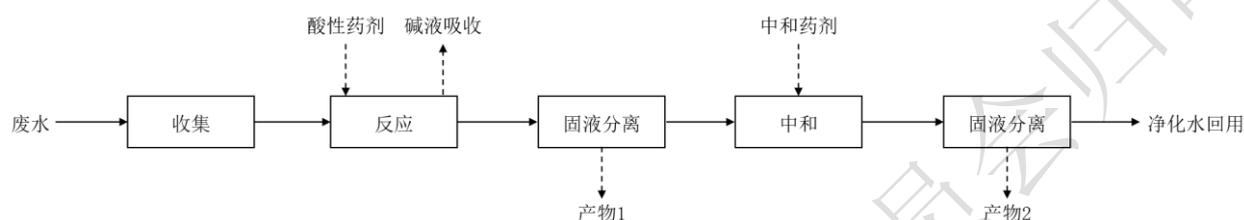


图4 酸化回收法基本工艺流程

6.4.2 酸性药剂宜使用硫酸。碱性药剂宜使用氢氧化钠或石灰。

6.4.3 采用酸化回收法净化的技术要求至少包括以下内容：

- a) 酸性药剂投加量应根据废水的种类、主要杂质、净化水回用水质指标要求通过试验确定；
- b) 反应 pH 宜控制在 1~3；
- c) 反应气液比宜控制在 50 : 1~200 : 1；
- d) 反应温度宜控制在 20 °C~40 °C；
- e) 反应时间宜控制在 2 h~6 h；
- f) 反应装置应负压密闭运行，反应过程中产生的氰化氢气体应采用碱液吸收。

6.5 过氧化氢氧化法

6.5.1 采用过氧化氢氧化法净化废水时，宜采用图5所示工艺流程。

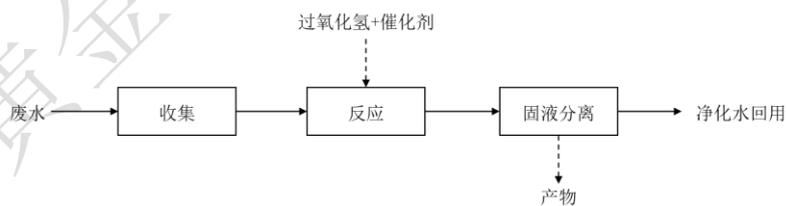


图5 过氧化氢氧化法基本工艺流程

6.5.2 采用过氧化氢氧化法净化的技术要求至少包括以下内容：

- a) 过氧化氢投加量应根据废水的种类、主要杂质、净化水回用水质指标要求通过试验确定；
- b) 催化剂宜采用铜盐，反应前废水中铜离子质量浓度不宜小于 50 mg/L；
- c) 反应 pH 宜控制在 7~11；
- d) 反应宜采用搅拌方式，反应时间不宜小于 0.5 h；
- e) 过氧化氢应计量后加入反应装置，流量计量装置的过流部件以及反应装置内层均应采用耐腐蚀材质。

6.6 臭氧氧化法

6.6.1 采用臭氧氧化法净化废水时，宜采用图 6 所示工艺流程。

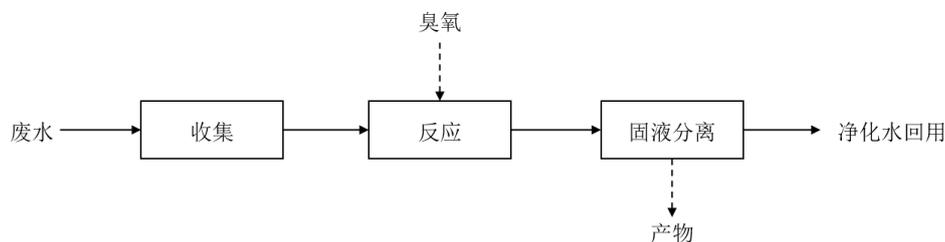


图 6 臭氧氧化法基本工艺流程

6.6.2 采用臭氧氧化法的净化技术要求至少包括以下内容：

- 臭氧投加量应根据废水的种类、主要杂质、净化水回用水质指标要求通过试验确定；
- 反应时间不宜小于 0.5 h；
- 反应装置应负压密闭运行，反应后尾气通过负压管道收集，收集的尾气在排空前应进行臭氧破坏处置；
- 臭氧应计量后加入反应装置，流量计量装置的过流部件以及反应装置内层均应采用耐腐蚀材质。

6.7 二氧化硫-空气法

6.7.1 采用二氧化硫-空气法净化废水时，宜采用图 7 所示工艺流程。

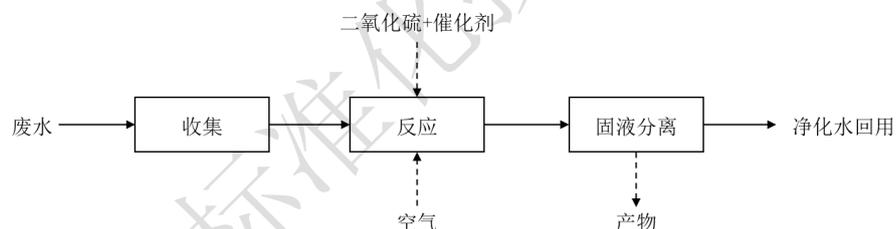


图 7 二氧化硫-空气法基本工艺流程

6.7.2 二氧化硫来源包括主要成分为二氧化硫的气体或液体或固体药剂。气体二氧化硫来源宜为焙烧烟气或制酸烟气；固体药剂来源宜为焦亚硫酸钠。

6.7.3 采用二氧化硫-空气法净化的技术要求至少包括以下内容：

- 二氧化硫投加量应根据废水的种类、主要杂质、净化水回用水质指标要求通过试验确定；
- 催化剂宜采用铜盐，反应前废水中铜离子质量浓度不宜小于 50 mg/L；
- 反应 pH 宜控制在 7~10；
- 反应宜采用搅拌方式，反应时间不宜小于 0.5 h；
- 气液比宜不小于 4 : 1；
- 反应装置内层应采用耐腐蚀材质。

6.8 生物法

6.8.1 采用生物法净化废水时，宜采用图 8 所示基本工艺流程。

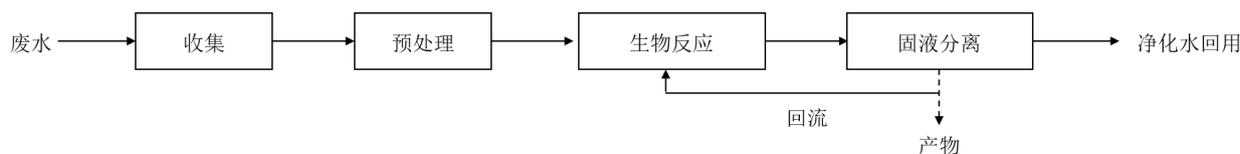


图8 生物法基本工艺流程

6.8.2 采用生物法净化的技术要求至少包括以下内容：

- 预处理宜采用格栅、混凝沉淀池等，当废水中 $BOD_5 : COD$ 小于 0.3 时，宜采用提高废水可生化性的措施；
- 反应温度宜控制在 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 反应 pH 宜控制在 6~8；
- 好氧反应水力停留时间不宜小于 12 h，应根据废水的种类、主要杂质、净化水回用水质指标要求通过试验确定；
- 好氧反应过程应曝气，溶解氧宜控制在 $2\text{ mg/L} \sim 4\text{ mg/L}$ 。

6.9 膜分离法

6.9.1 采用膜分离法净化废水时，宜采用图 9 所示基本工艺流程。

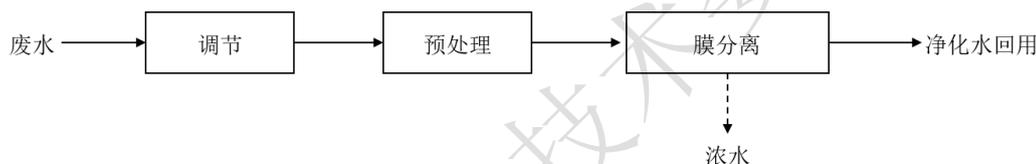


图9 膜分离法基本工艺流程

6.9.2 采用膜分离法净化的技术要求至少包括以下内容：

- 膜分离工艺应根据废水水量、水质、净化水回用要求、回收率通过试验确定；
- 膜分离技术要求应满足 HJ 579 的相关规定；
- 膜分离装置宜设置自控系统，监控项目包括废水、净化水和浓水的流量、压力、电导率及 pH 等；
- 膜分离浓水宜采用硫化法、酸化回收法等工艺回收有价值物质；
- 膜分离化学清洗水应收集并回用。

7 净化水回用水质指标要求

净化水回用于生产工艺应进行回水试验，以试验结果评估回用对生产工艺指标和产品的影响，提出净化水回用水质指标要求。

8 产物利用与处置要求

- 产物利用与处置应遵循资源化、减量化、稳定化、无害化原则，优先考虑回收其中的有价值物质。
- 不能回收利用的，产物贮存与处置应符合 GB 18597、GB 18598、GB 18599 的相关要求。
- 产物脱水设备宜双系布置，以保持产物处置连续性。

9 安全与环保要求

9.1 废水净化应设置防渗（漏）事故池，事故池有效容积应根据发生事故的设备容量、事故时消防用水量及可能进入事故池的雨水量等因素综合确定。

9.2 废水收集管线、综合回收与循环利用设施应采取防渗（漏）措施，防止有毒有害物质进入土壤和地下水。

9.3 废水综合回收与循环利用过程中产生并排放的废气应符合 GB 16297 或地方大气污染物排放标准的相关要求。

10 证实方法

10.1 检验方法

净化工艺的检验方法应符合表 2 的规定。

表 2 净化工艺技术要求检验方法

检验项	量的单位	检验方法
pH	无量纲	GB 6920
温度	°C	GB/T 13195
溶解氧	mg/L	HJ 506
悬浮物	mg/L	GB/T 11901
总铜	mg/L	GB/T 7475 或 HJ 700
总铅	mg/L	GB/T 7475 或 HJ 700
总锌	mg/L	GB/T 7475 或 HJ 700
总砷	mg/L	GB/T 7475 或 HJ 700
硫氰酸盐	mg/L	T/CGA 032

10.2 信息记录与管理

10.2.1 废水综合回收与循环利用企业应建立净化工艺选择与工程验收档案，档案宜包括纸质版和电子版，存储时间为工程停运废止后至少 10 年。

10.2.2 废水综合回收与循环利用企业应至少记录并保持以下日常运行管理台账，台账宜包括纸质版和电子版，存储时间不宜少于 3 年：

- a) 废水的来源与净化量；
- b) 生产区域的温度、湿度；
- c) 反应参数与药剂用量；
- d) 相关检测/监测数据；
- e) 反应产物的量与去向；

- f) 反应中观察到的异常现象；
- g) 巡检事项与记录；
- h) 事故的处理与处置；
- i) 当值人员和台账记录人员。

全国黄金标准化技术委员会归口