

标准制修订编制说明

(征求意见稿)

文件名称：黄金工业废水综合回收与循环利用技术规范

文件编号：YS/T ××××—202×

文件类别：行业标准

制定或修订：制定

计划号：2023-1438T-YS

起止时间：2023 年 11 月—2025 年 10 月

牵头单位：长春黄金研究院有限公司

一、工作简况

1.1 任务来源及任务分工

2023 年 11 月 14 日，工信部印发《2023 年第三批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2023〕291 号），立项《黄金工业废水综合回收与循环利用技术规范》行业标准，计划号 2023-1438T-YS，项目周期 24 个月。技术归口全国黄金标准化技术委员会（以下简称“黄金标委会”），牵头单位长春黄金研究院有限公司。

计划下达后，黄金标委会组织牵头单位和参与单位成立了《黄金工业废水综合回收与循环利用技术规范》行业标准项目起草工作组，工作组对项目工作进行计划安排。起草单位、主要起草人及主要工作见表 1。

表 1 任务安排

起草单位	主要起草人	主要工作
		1. 提供相关产业政策要求和现有废水综合回收与循环利用技术要求及最高水平，调研市场技术应用现状； 2. 负责标准化文件的起草； 3. 负责工作组内工作的协调、与黄金标委会的沟通。
		1. 提供企业当地产业政策要求和企业现有废水综合回收与循环利用技术应用现状和未来计划； 2. 负责补充完善标准依据、技术要求是否合理，参与工作组讨论，提出各自的意见。

1.2 主要工作过程

1.2.1 预阶段（2021 年 4 月—2022 年 7 月）

2021 年 4 月，长春黄金研究院有限公司向黄金标委会秘书处提交本标准项目立项提案材料，同年 7 月，在黄金标委会于内蒙古包头组织召开的年中会议上通过本项目提案表决。

1.2.2 立项阶段（2022 年 8 月—2023 年 11 月）

2021 年 8 月，牵头单位起草完成的标准草案通过黄金标委会秘书处的审核，9 月，黄金标委会秘书处通过中国黄金协会向工信部提交申报立项《黄金工业废水综合回收与循环利用技术规范》行业标准。

2022 年 8 月 26 日—2022 年 9 月 25 日，工业和信息化部科技司公开征集对《碳氮化钛基硬质材料规范》等 761 项行业标准、34 项行业标准外文版和 33 项推荐性国家标准计划项目的意见，《黄金工业废水综合回收与循环利用技术规范》位列其中。

2023 年 9 月 27 日，项目通过科技司组织的专家组答辩。

2023 年 11 月 14 日，工业和信息化部办公厅下达《黄金工业废水综合回收与循环利用技术规范》项目计划。

1.2.3 起草阶段（2023 年 12 月—2025 年 3 月）

工作组在前期预研基础上开展标准起草工作。

1. 查阅资料

GB/T 27678 湿法炼锌企业废水循环利用技术规范

GB/T 29773 铜选厂废水回收利用规范

GB/T 32123 含氰废水处理处置规范

GB/T 34167 黄金矿业术语

YS/T 1169 再生铅生产废水处理回用技术规范

YS/T 1404 铅冶炼废水循环利用技术规范

YS/T 1405 铅锌选矿废水处理与回用规范

YB/T 4599 炼焦废水深度处理技术规范

HJ 943 黄金行业氰渣污染控制技术规范

HJ 2019 钢铁工业废水治理及回用工程技术规范

HJ 2056 铜镍钴采选废水治理工程技术规范

HJ 2057 铅冶炼废水治理工程技术规范

2. 调查研究

本标准预阶段调查研究工作已非常充分，为深入了解黄金工业废水综合回收与循环利用现状，切实做好本行业标准制定工作，2023年12月至2024年5月间，工作组到各大黄金集团重点生产企业现场补充调研，对企业废水综合回收与循环利用现状和存在问题做了详实的调查研究。之后工作组又查阅大量文献资料，对国内、国际相关的技术标准进行了认真地研究，在此基础上完成标准初稿。

3. 标准初审

2024年6月27日，黄金标委会组织在重庆市召开了《黄金工业废水综合回收与循环利用技术规范》初审会，工作组成员代表参加会议。与会的49名委员、31名委员代表及33名行业企业代表组成的

本标准审查（初审）组对标准草案的制定原则、适用范围、标准文本格式、相关技术内容进行了讨论和初步审查，一致通过标准草案的初审。会后工作组根据审查意见对标准草案进行了修改完善，形成预审稿。

4. 标准预审

2024 年 11 月 13 日，黄金标委会组织在湖南省长沙市召开了《黄金工业废水综合回收与循环利用技术规范》预审会，工作组成员代表参加会议。与会的 55 名黄金标委会委员、22 名委员代表及 58 名行业企业代表组成的本标准审查（预审）组听取了工作组关于标准制定背景、标准起草过程及标准研究等主要内容的说明，本着科学求实、认真负责的原则，对标准预审稿进行了逐条逐句地审查和充分、细致地讨论。会后工作组根据审查意见对标准预审稿进行了修改完善，形成标准征求意见稿，提交黄金标委会秘书处审核。

1.2.4 征求意见阶段（2025 年 4 月）

2025 年 3 月 28 日—4 月 27 日，黄金标委会对标准公开进行意见征求。

二、标准编制的主要原则和内容

2.1 编制原则

本标准化文件严格按照 GB/T 1.1—2020 和 GB/T 20001.5—2017 的规定起草，并通过在标准制定各阶段的不断完善，保证文件的科学

性、内容的完整性、标准的可操作性。制定过程充分考虑最新技术水平和当前市场情况，认真分析所涉及领域的标准化需求，在准确把握标准化对象、文件使用者和文件编制目的的基础上，明确文件的类别和功能类型，选择和确定文件的规范性要素，合理设置和编写文件的层次和要素，准确表达文件的技术内容；规范性要素的选择遵循标准化对象原则、文件使用者原则和目的导向原则；所有要求符合性能/效能原则和可证实性原则；标准的表述遵循一致性原则、协调性原则和易用性原则。

2.2 主要内容

2.2.1 适用范围

本标准给出了黄金工业废水种类与来源，规定了主要内容和适用范围，明确了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，不适用于采矿废水和生活废水。

2.2.2 规范性引用文件

黄金工业废水综合回收与循环利用由于与黄金生产工艺密切相关，其水质及净化工艺有其特殊性，但在排放标准、安全与环保、检验方法等方面应符合国家、部、行业标准和技术规范的要求，本标准在总体要求、安全与环保要求、证实方法等章节使用了引用文件。

2.2.3 术语和定义

本标准规定了黄金工业废水综合回收与循环利用技术规范涉及的有关术语和定义，给出了黄金工业废水 1 个术语，并进行了定义。

2.2.4 总体要求

1. 总原则：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，并采用回收效率高、安全可靠的工艺，确保企业用水及生产安全。

2. 源头削减、过程管理、废水回用：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。

3. 废水排放要求：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。

2.2.5 废水种类与净化工艺选择

本节主要介绍了废水种类与推荐净化工艺、净化工艺选择的要求。

1. 废水种类与推荐净化工艺

(1) 选矿废水

选厂浮选、重选等产生的工艺废水，一般与尾矿一起排入尾矿库，经尾矿库沉淀澄清、自然降解后返回选矿工艺回用，多余部分排放；也有部分矿山采用尾矿脱水工艺，尾矿进入尾矿库，废水直接回用于选矿工艺，多余部分外排。主要杂质为悬浮物，悬浮物含量过高会消耗浮选药剂、影响药剂作用效果，进而降低精矿品位、影响回收率。常用净化工艺为沉淀法，包括自然沉淀法、混凝沉淀法等。

(2) 氰化工艺废水

当含金物料直接氰化提金浸出率低于 80% 时，在回收金之前需通过预处理过程改变或消除其特性。预处理包括生物氧化、压力氧化、焙烧。生物氧化利用微生物的催化氧化作用将物料中的硫化物氧化，使包裹金暴露出来变成可浸金，处理过程产生废水；压力氧化在一定温度和压力的密闭容器中，在酸性介质条件下加入氧化剂，氧化分解金矿石中的硫化物，使包裹金暴露出来变成可浸金，处理过程产生废水；焙烧在一定磨矿细度、焙烧温度、氧化气氛、焙烧时间等作业条件下，直接对物料采用流态化方式焙烧，氧化矿石中的砷、硫、炭质物等，打开金的微细粒包裹，消除有机炭的影响便于金回收，焙烧烟气制酸前烟气净化产生废水，焙砂硫酸浸出铜萃取工序产生萃余液。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、萃余液主要杂质为酸、砷和重金属，大量累积后会影响预处理效果，常用净化工艺为中和法、硫化法、膜分离法。

氰化工艺废水指含氰尾矿浆脱水过程产生的废水，回用于氰化工艺。氰化工艺废水主要杂质为硫氰酸盐、砷和重金属。过量的砷、重金属杂质会干扰氰化物与金的络合反应，络合氰化物、硫氰酸盐会降低活性炭的吸附性能，导致金回收率大幅下降。金泥品位同样受到严重影响，砷等重金属杂质混入金泥中，降低了金泥的纯度。常用净化工艺为硫化法、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。其中，硫化法、酸化回收法可以回收废水中有价物质。

（3）冶炼工艺废水

采用湿法除杂将含金物料中的金提取出来，炼成合金过程产生的废水。主要杂质为酸、砷和重金属，含量过多干扰金的提取和分离，降低金的回收率，同时砷和重金属杂质可能会在金的结晶过程中进入金的晶格，影响金的纯度和品质。常用净化工艺为中和法、硫化法、膜分离法。

2. 净化工艺选择的要求

(1) 总原则：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。例如：硫化法/酸化回收法+中和法、膜分离法+硫化法/酸化回收法。

(2) 梯级回收有价物质：中和法、硫化法、酸化回收法宜用于回收废水中有价物质，宜进行梯级回收获得有价产物，实现污泥减量化。

(3) 生物法适用条件：生物法宜用于可生化性较好的废水。

2.2.6 净化工艺类型与技术要求

本节介绍了 9 种推荐的黄金工业废水净化工艺，介绍了各净化工艺的基本工艺流程、主要技术要求。

1. 沉淀法

沉淀法是一种较简单的废水净化工艺，适用于杂质组成简单的废水，用于去除废水中的悬浮物。根据是否投加混凝剂分为自然沉淀法和混凝沉淀法。自然沉淀法不投加混凝剂，废水与尾矿一起排入尾矿，利用尾矿库长时间自然沉淀、自然曝气净化废水中杂质；混凝沉淀法在尾矿浆浓密过程投加混凝剂，浓密底流固液分离，尾矿排入尾矿库，

浓密溢流与固液分离得到的废水直接回用于选矿工艺。

本标准介绍了沉淀法的基本工艺流程，并从以下 2 个方面对沉淀法技术条件提出要求：

(1) 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；

(2) 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。

2. 中和法

中和法是向废水中投加中和药剂，使 pH 达到适宜范围，同时使重金属离子与氢氧根反应，生成难溶的金属氢氧化物沉淀、分离。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、大理石、白云石、碳酸钠、苛性钠、氧化镁等。对于含有多种重金属离子的废水，可以采用一次中和法，也可以采用梯级中和法。一次中和法是一次投加碱，提高 pH，使各种金属离子共同沉淀。梯级中和法是根据不同金属氢氧化物在不同 pH 下沉淀的特性，分段投加碱，控制不同 pH，使各种重金属分别沉淀，有利于分别回收不同金属。各种金属离子的去除率分别可达：Cu 98~99%、As 98~99%、其他重金属 98~99%。表 2 是几种金属氢氧化物的溶度积，表 3 为常温下中和法处理单一重金属离子废水要求的 pH。

表 2 难溶氢氧化物的溶度积

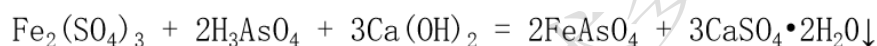
金属氢氧化物	溶度积	金属氢氧化物	溶度积
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	5.5×10^{-6}	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	2.0×10^{-15}

Mn(OH) ₂	1.1×10^{-13}	Zn(OH) ₂	7.1×10^{-18}
Cd(OH) ₂	2.2×10^{-14}	Cu(OH) ₂	5.0×10^{-20}
Fe(OH) ₂	1.0×10^{-15}	Hg(OH) ₂	4.8×10^{-26}
Pb(OH) ₂	1.2×10^{-15}	Fe(OH) ₃	3.2×10^{-38}
Co(OH) ₂	1.6×10^{-16}	Al(OH) ₃	1.3×10^{-33}

表 3 处理单一重金属离子废水中的 pH

金属离子	Cd ²⁺	Co ²⁺	Cr ³⁺	Cu ²⁺	Fe ³⁺	Pb ²⁺	Zn ²⁺
pH	11~12	9~12	7~8.5	7~12	>4	9~10	9~10

当废水中含砷时，宜增加铁盐除砷工艺，铁盐可与砷形成 FeAsO₄ 沉淀物。当中和药剂采用石灰时，砷和铁的化学反应如下：



本标准介绍了中和法基本工艺流程，并从以下 4 个方面对中和法技术条件提出要求：

- (1) 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；
- (2) 反应 pH 应根据产物需要分步控制；
- (3) 反应宜采用机械搅拌，反应时间不宜小于 0.5 h；
- (4) 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或硫酸铁或氯化铁或聚合硫酸铁。

3. 硫化法

硫化法是向废水中投加硫化剂，使废水中重金属离子与硫反应生成难溶的金属硫化物沉淀去除。硫化药剂宜使用硫化钠或硫化氢钠。对于含有多种重金属离子的废水，可根据不同金属硫化物在不同 pH

下沉淀的特性，梯级投加硫化药剂，控制不同 pH，使各种重金属分别沉淀，有利于分别回收不同金属。金属离子去除率：Cu：96%~98%、As：96%~98%。硫化反应后向废水中投加中和药剂，调节 pH 至适宜范围。硫化药剂的理论用量可根据废水中重金属含量和硫化物的溶度积确定。表 4 是几种金属硫化物的溶度积。生产中一般通过反应后液的氧化还原电位实时调整加药量。加药量过小，金属去除效果不好，加药量过大，硫化反应生成的硫化氢气体增多，存在安全隐患。

表 4 难溶硫化物的溶度积

金属硫化物	溶度积	金属硫化物	溶度积
FeS	3.2×10^{-18}	CdS	7.9×10^{-27}
NiS	3.2×10^{-19}	PbS	8.0×10^{-28}
CoS	4.0×10^{-21}	CuS	6.3×10^{-36}
As ₂ S ₃	2.1×10^{-22}	Hg ₂ S	1.0×10^{-45}
ZnS	1.6×10^{-24}	Ag ₂ S	6.3×10^{-50}
SnS	10.0×10^{-25}	HgS	4.0×10^{-53}

本标准介绍了硫化法基本工艺流程，并从以下 5 个方面对硫化法技术条件提出要求：

- （1）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；
- （2）硫化药剂的投加宜采用氧化还原电位自动控制；
- （3）反应 pH 应根据产物需要分步控制；
- （4）反应宜采用机械搅拌，反应时间不宜小于 0.5 h；
- （5）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。

4. 酸化回收法

酸化回收法是向氰化废水中加入酸性药剂，使废水呈酸性，废水中 CN^- 与部分络合氰化物转化为 HCN ，利用 HCN 沸点低、易挥发的特点，借助空气的吹脱作用，使 HCN 从液相中吹脱，再用碱性吸收液将挥发 HCN 吸收，循环再利用。酸化过程中，只有 SCN^- 和 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ 络合离子不能分解，当废水中 SCN^- 离子浓度足够大，可使几乎全部 Cu 由 CuCN 沉淀转化为溶度积更小的 CuSCN 沉淀而去除。废水中 Zn 、 Pb 足以使几乎全部 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ 络合离子生成 $\text{Me}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 沉淀而去除。酸化回收反应后向废水中投加中和药剂，调节 pH 至适宜范围。

本标准介绍了酸化回收法基本工艺流程，并从以下 6 个方面对酸化回收法技术条件提出要求：

(1) 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；

(2) 反应 pH 宜控制在 1~3；

(3) 反应气液比宜控制在 50 : 1~200 : 1；

(4) 反应温度宜控制在 20 °C~40 °C；

(5) 反应时间宜控制在 2 h~6 h；

(6) 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。

5. 过氧化氢氧化法

采用 Cu^{2+} 作为催化剂（质量浓度不宜小于 50 mg/L）， pH 宜控制

在 7~11，过氧化氢能使 CN^- 及金属络合氰化物氧化成 CNO^- ，以金属氰络合物形式存在的 Cu、Ni、Zn 等金属，一旦氰化物被氧化去除后，就会生成氢氧化物沉淀。

本标准介绍了过氧化氢氧化法基本工艺流程，并从以下 5 个方面对过氧化氢氧化法技术条件提出要求：

(1) 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；

(2) 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；

(3) 反应 pH 宜控制在 7~11；

(4) 反应宜采用搅拌方式，反应时间不宜小于 0.5 h；

(5) 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. 臭氧氧化法

臭氧氧化法是利用空气或氧气在高压高频电荷通过电晕放电产生的臭氧，使氰化物、硫氰酸盐氧化的一种方法。其中氰化物氧化成氰酸盐，氰酸盐进一步氧化成氮气；硫氰酸盐先氧化成氰化物，进而再进一步被氧化。

本标准介绍了臭氧氧化法基本工艺流程，并从以下 4 个方面对臭氧氧化法技术条件提出要求：

(1) 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；

(2) 反应时间不宜小于 0.5 h;

(3) 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;

(4) 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。

7. 二氧化硫-空气法

采用 Cu^{2+} 作为催化剂 (质量浓度不宜小于 50 mg/L), pH 宜控制在 7~10, 利用二氧化硫和空气协同作用将氰化物氧化成氰酸盐, 将铁氰络合物还原成 Fe^{2+} , 生成不溶解的亚铁氰化金属络合物 $\text{Me}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 形式沉淀析出, 残留 Cu、Zn、Ni 以金属氧化物形式去除, As、Sb 等生成弱的氰化络合物, 同样能在铁存在的情况下, 通过氧化-沉淀去除。该方法对金属氰化物去除的顺序是: $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Ni} > \text{Cu}$ 。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。

本标准介绍了二氧化硫-空气法基本工艺流程, 并从以下 6 个方面对二氧化硫-空气法技术条件提出要求:

(1) 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;

(2) 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;

(3) 反应 pH 宜控制在 7~10;

(4) 反应宜采用搅拌方式，反应时间不宜小于 0.5 h；

(5) 气液比宜不小于 4 : 1；

(6) 反应装置内层应采用耐腐蚀材质。

8. 生物法

微生物对氰化物降解过程比较复杂，主要有以下 4 种途径：(1) 同基质的化学反应：当水中有氰化钠或氰化钾发生水解时，氢氰酸才在水中溶解。同时 CN^- 与葡萄糖发生反应生成葡萄糖酸，使氰离子浓度大大降低；(2) 生物吸附作用：微生物机体细胞外成分在吸附中起一定作用，但在去除氰化物全过程中吸附占比不到 15%；(3) 生物代谢作用：微生物可以氰化物或硫氰酸盐为碳源和氮源，将氰化物和硫氰酸盐氧化为二氧化碳、氨气和硫酸盐，或将氰化物水解成甲酰胺；(4) 脱除作用：通过微生物作用将 CN^- 分解为二氧化碳或二氧化氮逸出，这种机理在曝气型微生物处理过程中起着重要作用。在这 4 种途径中，90% 氰化物是以生物代谢作用和脱除作用去除的。

本标准介绍了生物法基本工艺流程，并从以下 5 个方面对生物法技术条件提出要求：

(1) 预处理宜采用格栅、混凝沉淀池等，当废水中 $\text{BOD}_5 : \text{COD}$ 小于 0.3 时，宜采用提高废水可生化性的措施；

(2) 反应温度宜控制在 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

(3) 反应 pH 值宜控制在 6~8；

(4) 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；

(5) 好氧反应过程应曝气，溶解氧宜控制在 2 mg/L~4 mg/L。

9. 膜分离法

膜分离法净化废水主要有微滤、超滤、纳滤和反渗透等，往往与其他工艺组合使用进行有价值物质回收，例如膜分离法+硫化法/酸化回收法。

本标准介绍了膜分离法基本工艺流程，并从以下 5 个方面对膜分离法技术条件提出要求：

(1) 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；

(2) 膜分离技术要求应满足 HJ 579 的相关规定；

(3) 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；

(4) 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；

(5) 膜分离化学清洗水应收集并回用。

2.2.7 净化水回用水质指标要求

因各企业生产工艺及矿石性质不同，应进行回水试验，以试验结果评估净化水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。

2.2.8 产物利用与处置要求

本节规定了产物综合利用或安全处置、防治二次污染的要求。

产物优先考虑回收其中有价物质，不能回收利用的，一般工业固

体废物的处置应符合 GB 18599 的规定，危险废物应交由持有危险废物经营许可证的单位进行处理或设固定处置场，危险废物的贮存和填埋应符合 GB 18597、GB 18598 的规定。污泥脱水设备应考虑连续性，宜双系布置。

2.2.9 安全与环保要求

1. 事故池：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。

2. 防渗（漏）措施：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。

3. 废气排放要求：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。

2.2.10 证实方法

本节规定了检验方法、信息记录与管理的要求。

对于废水中主要杂质悬浮物、总铜、总铅、总锌、总砷、硫氰酸盐以及反应控制条件 pH、温度、溶解氧的检验方法进行了规定。对企业废水综合回收与循环利用台账记录与管理提出了明确的要求。

三、标准涉及专利说明

经检索，黄金工业废水综合回收与循环利用方面专利较多，大多集中在综合回收与循环利用技术及设备相关的领域。

本标准化文件为技术规范类标准，其中涉及废水净化工艺，工艺

流程不涉及具体细节，供标准使用者参考，本标准化文件的技术内容不涉及必要专利。

四、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益等情况

4.1 产业化情况

1. 技术应用范围逐步扩大

本标准推荐的 9 种净化工艺，已全部在黄金生产企业得到应用。例如，山东部分企业采用硫化回收法从氰化废水中回收铜、锌等金属，铜、锌回收率最高达 98%，净化水返回生产工艺，实现了资源回收与循环利用的双重目标。

2. 相关产业配套逐渐完善

围绕黄金工业废水综合回收与循环利用的产业配套不断完善。设备制造企业研发生产了一系列高效安全的废水净化设备，如专门用于酸化回收设备、用于硫化回收设备等，这些设备性能不断提升，价格也逐渐趋于合理，为企业应用技术规范提供了硬件支持。同时，药剂生产企业也加大了对废水净化专用药剂的研发与生产，如高效混凝剂、重金属捕捉剂等，满足了不同企业废水净化的需求。此外，专业的环境服务公司也开始涌现，为黄金生产企业提供从废水净化方案设计、设备安装调试到运营管理的一站式服务，进一步推动了技术规范的产业化进程。

4.2 推广应用论证

国家一直把废水综合回收与循环利用作为经济发展的一项重要政策和推动生态文明建设、促进高质量发展的战略方针。《关于推进污水资源化利用的指导意见》（发改环资〔2021〕13号）“积极推动工业废水资源化利用。开展企业用水审计、水效对标和节水改造，推进企业内部工业用水循环利用，提高重复利用率”。《绿色制造标准体系建设指南》（工信部联节〔2016〕304号）“全面推行绿色制造战略，实施绿色制造标准化提升工程，制定行业废水综合回收和循环利用标准，提升黄金矿业整体水资源利用效率，是建设黄金工业绿色企业和绿色工厂的必然举措”。《黄金工业污染防治技术政策》“氰化提金工艺应配套生产废水循环利用、氰化物及有价值组分综合回收等有利于实现减量化、资源化的清洁生产工艺”。

因此，制定《黄金工业废水综合回收与循环利用技术规范》，响应国家对污水资源化利用与绿色制造等政策的号召，能够为整个行业的水资源充分利用与配置优化提供标准依据，指导企业科学规范进行水资源的优化配置，提高有价值物质的回收率，减少废水排放量，提高废水循环利用效率。

4.3 预期达到的经济效果

回收废水中有价金属，如铜、锌等，能为企业创造可观的经济效益。如某山东冶炼公司，通过硫化法回收废水中铜，每年增加经济效益3937万元。

五、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平

的对比情况，国内外关键指标对比分析与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

本文件在制定过程中对国际、国内标准进行了广泛的查阅，未查到同类国际、国内标准。本文件技术内容科学合理、切实可行，标准的总体技术水平属于国际先进水平。

六、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本文件规定的内容，符合国家现行的法律法规及相关标准要求。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本文件在制定过程中未出现重大分歧意见。

八、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）

建议本文件在批准发布 6 个月后实施。

本文件发布后，应向黄金行业生产单位进行宣贯，向所有从事行业内相关工作的人员推荐执行本文件。

九、废止现行有关标准的建议

本文件为新制定标准，无废止标准。

十、其他应予说明的事项

无。

全国黄金标准化技术委员会归口