**中国工程建设标准化协会标准**

铅锌选矿废水生物法处理与回用

技 术 规 程

Technical code for Biological Treatment and Reuse of Lead-Zinc Concentration Wastewater

CECS \*\*\*-202\*

（征求意见稿）

**中国工程建设标准化协会标准**

铅锌选矿废水生物法处理与回用

技 术 规 程

Technical code for Biological Treatment and Reuse of Lead-Zinc Concentration Wastewater

CECS \*\*\*-202\*

主编单位：长沙有色冶金设计研究院有限公司

湖南中金岭南康盟环保科技有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X年X月X日

XXX出版社

202X 北京

# 前 言

根据中国工程建设标准化协会（建标协字（2021）11号）关于印发《2021年第一批协会标准制订、修订计划》的通知，本规程由长沙有色冶金设计研究院有限公司和湖南中金岭南康盟环保科技有限公司牵头编制而成。

本规程共分8章，主要技术内容包括：总则、术语、工艺选择、工艺设计、药剂制备贮存与投加、检测与控制、调试与运行、安全环保与节能。

本规程由中国工程建设标准化协会工业给水排水专业委员会负责日常管理，由长沙有色冶金设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至长沙有色冶金设计研究院有限公司技术发展部《铅锌选矿废水生物法处理与回用技术规程》编制工作组（地址：长沙市雨花区木莲东路299号，邮编：410019），以供今后修订时参考。

**主编单位：**长沙有色冶金设计研究院有限公司

湖南中金岭南康盟环保科技有限公司

**参编单位：**中国恩菲工程技术有限公司 等

**主要起草人**：李绪忠 等

**主要审查人**：XXX

目 次

1 总 则 1

2 术 语 2

3 工艺选择 3

3.1 一般规定 3

3.2 设计规模与水质 3

3.3 工艺方案 4

4 工艺设计 5

4.1 预处理 5

4.2 生物处理 6

4.3 深度处理及回用 8

4.4 污泥处理和处置 9

5 药剂制备、贮存与投加 11

5.1 药剂制备 11

5.2 药剂贮存 11

5.3 药剂投加 12

6 检测与控制 13

6.1 一般规定 13

6.2 检测 13

6.3 自动化 14

6.4 信息化 14

6.5 智能化 14

7 调试与运行 15

7.1 一般规定 15

7.2 单机调试 15

7.3 清水联动调试 16

7.4 带负荷调试 16

7.5 试运行 17

7.6 运行管理 17

7.7 维护保养 17

7.8 安全管理 17

7.9 异常与应急处置 18

8 安全环保与节能 19

8.1 安全 19

8.2 环保 19

8.3 节能 19

附录A 原水氮磷成分调查 21

附录B 初沉池底泥成分分析及剩余污泥毒性鉴别 22

本规程用词说明 23

引用标准名录 24

# Contents

1 General provisions 1

2 Terms 2

3 Process selection 3

3.1 Gerenal requirements 3

3.2 Design scale and water quality 3

3.3 Process plan 4

4 Technological Design 5

4.1 Pretreatment 5

4.2 Biological treatment 6

4.3 Advanced treatment and reuse 8

4.4 Sludge treatment and disposal 9

5 Preparation, storage and dosing of chemical 11

5.1 Preparation of chemical 11

5.2 Storage of chemical 11

5.3 Dosing of chemical 12

6 Monitoring and control 13

6.1 Gerenal requirements 13

6.2 Test 13

6.3 Automation 14

6.4 Informatization 14

6.5 Intelectualization 14

7 Commissioning and operation 15

7.1 Gerenal requirements 15

7.2 Single machine commissioning 15

7.3 Water linkage commissioning 16

7.4 On load commissioning 16

7.5 Pilot run 17

7.6 Operation management 17

7.7 Maintenance 17

7.8 Security management 17

7.9 Abnormality and emergency disposal 18

8 Safety, environmental protection and energy saving 19

8.1 Safety 19

8.2 Environmental protection 19

8.3 Energy saving 19

Appendix A Investigation on nitrogen and Phosphorus

Composition of raw water 21

Appendix B Composition analysis of sediment in primary

sedimentation tank and toxicity identification

of excess sludge 22

Explanation of wording in this standard 23

List of quoted standards 24

# 1 总 则

1.0.1 为使我国铅锌选矿废水生物法处理与回用工程建设符合国家有关方针、政策、法令，有效且经济地进行水资源综合利用，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于铅锌矿选厂选矿废水采用生物法处理与回用的新建、扩建和改建工程建设。

1.0.3 铅锌选矿废水宜分类收集、处理及回用。

1.0.4 铅锌选矿废水处理生物法工艺选择应根据废水的BOD5与CODcr的比值确定。

1.0.5 铅锌选矿废水处理过程中产生的污泥，应遵循减量化、资源化、稳定化、无害化的处理处置原则。

1.0.6 铅锌选矿废水处理出水回用应符合用水点水质要求。

1.0.7 铅锌选矿废水生物法处理与回用工程的设计除符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 术 语

2.0.1 选矿废水 Beneficiation wastewater

包括铅锌矿选厂厂前废水、压滤滤液、充填站溢流水和尾矿库废水。

2.0.2 预处理 Pretreatment

选矿废水进入生物法前的处理工艺和设施。

2.0.3 生物法 Bio-treatment

以去除选矿废水中碳源污染物为主的活性污泥法。

2.0.4 深度处理 Advanced treatment

生物法处理后设置的处理工艺和设施。

2.0.5 回用 Reuse

将处理出水用于选厂用水点的过程。

2.0.6 污泥 Sludge

CO2调节pH值产生的预处理污泥和生化段剩余活性污泥。

2.0.7 污泥干排 Sludge Dry Disposal

对沉淀池排出的含水率较高的污泥经过浓缩、脱水等工艺处理后，形成含水率较低的固态物质，转运至固定地点进行干式堆存或安全处置。

3 工艺选择

## 3.1 一般规定

3.1.1 选矿废水处理应设置调节池。

3.1.2 水处理构筑物的个（格）数不应少于2个（格）。

3.1.3 铅锌矿选厂选矿废水生化处理程度应根据回用水的CODcr要求制定。

3.1.4 选矿废水处理应设置事故池。

3.1.5 废水处理站供电等级应与生产车间相同，独立的废水处理站供电应按二级负荷设计。

## 3.2 设计规模与水质

3.2.1 废水处理站设计规模应按生产排水量平均日流量确定。

3.2.2 设计进水CODcr应以实测为准，当无实测资料时，宜取200mg/L～400mg/L。

3.2.3 废水进入生物处理构筑物时BOD5/CODcr不宜小于0.3。

3.2.4 废水处理站生物处理构筑物进水水温宜为10℃～37℃，pH值宜为6.5～9.0，营养组合比（五日生化需氧量：氮：磷）宜为100:5:1。

3.2.5 生物处理进水应控制有害物质允许浓度。有害物质允许浓度不应超过表3.2.5限值。

 表 3.2.5 生物处理进水有害物质允许浓度 （单位：mg/L）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 有害物质名称 | 允许浓度 | 序号 | 有害物质名称 | 允许浓度 |
| 1 | 三价铬 | 3 | 9 | 锑 | 0.2 |
| 2 | 六价铬 | 0.5 | 10 | 汞 | 0.01 |
| 3 | 铜 | 1 | 11 | 砷 | 0.2 |
| 4 | 锌 | 5 | 12 | 石油类 | 50 |
| 5 | 镍 | 2 | 13 | 烷基苯磺酸盐 | 15 |
| 6 | 铅 | 0.5 | 14 | 拉开粉 | 100 |
| 7 | 镉 | 0.1 | 15 | 硫化物（以S计） | 20 |
| 8 | 铁 | 10 | 16 | 氯化钠 | 4000 |

注：表中允许浓度为持续性浓度，可按日平均浓度计。

## 3.3 工艺方案

3.3.1 选矿废水进生化系统前应进行pH值调节。

3.3.2 调节pH值后应设置初沉池。

3.3.3 生物法宜采用活性污泥法。

3.3.4 活性污泥法选用应符合下列规定：

1 应采用传统活性污泥法或SBR法；

2 活性污泥浓度宜为2500 mg/L～4000mg/L；

3 污泥负荷宜为0.05 kgBOD5/(kgMLSS·d)～0.2 kgBOD5/(kgMLSS·d)；

4 容积负荷宜为0.15 kgBOD5/(m3·d)～0.6 kgBOD5/(m3·d)；

5 污泥回流比宜为50%~100%。

3.3.5 沉淀池出水宜经过滤后回用。

3.3.6 回用水宜采用紫外线消毒。

# 4 工艺设计

## 4.1 预处理

### Ⅰ 格栅

4.1.1 调节池前宜设置格栅。

4.1.2 格栅的设计参数和要求可按《重金属污水处理设计标准》CECS 92的有关规定执行。

### Ⅱ 调节池

4.1.3 调节池容积应根据废水量变化规律计算确定，停留时间不宜小于4h。

4.1.4 调节池应方便沉渣清理，并宜采用机械清理。

### Ⅲ 提升泵站

4.1.5 提升泵站宜独立设置。集水池宜与泵房分建，并设于室外。如与泵房合建，应有可靠的通风设施。

4.1.6 水泵的选型和台数应与废水的水质、水量及并联组数相适应，宜按每组处理构筑物设置1台工作泵，并应设备用泵；3台或3台以上工作泵时，可采用2台备用泵。

### Ⅳ pH值调节

4.1.7 pH调节药剂宜采用CO2，pH值调节终点宜为9.0~9.5。

4.1.8 CO2投加量应根据试验数据确定，当没有试验数据时，设计用量宜为理论量的1.2~1.4倍。

4.1.9 每组pH值调节构筑物宜采用2个（格）串联，总停留时间不宜小于1h。

4.1.10 pH值调节构筑物应设机械搅拌、排空设施和检修人孔。

### Ⅴ 初沉池

4.1.11 初沉池宜采用辐流沉淀池、斜板沉淀池、平流沉淀池等。

4.1.12 初沉池的设计参数应根据废水处理试验数据或参照类似废水处理的初沉池运行参数确定。当没有试验条件或缺乏有关资料时，宜按表4.1.12的规定取值。

表 4.1.12 沉淀池的设计数据

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 沉淀池类型 | 沉淀时间（h） | 表面负荷[m3/(m2·h)] |
| 斜板（管）沉淀池 | 2.0~2.5 | 1.0~2.0 |
| 辐流沉淀池 | 2.0~3.0 | 1.0~2.0 |
| 平流沉淀池 | 2.0~3.0 | 1.0~1.5 |

4.1.13 初沉池的其他要求可按《室外给水设计标准》GB 50013中有关规定执行。

## 4.2 生物处理

### Ⅰ 生物反应池和曝气设施

4.2.1 生物反应池有效容积宜按下列公式计算：

1 传统活性污泥法：

$$V=\frac{Q（S\_{0}−S\_{e}）}{1000L\_{s}X}$$

式中：*V*——生物反应池容积（m3）；

*Q*——生物反应池设计流量（m3/d）；

*So*——生物反应池进水五日生化需氧量浓度（mg/L）；

*Se*——生物反应池出水五日生化需氧量浓度（mg/L）；

*Ls*——生物反应池的五日生化需氧量污泥负荷[kgBOD5/(kgMLSS·d)]；

*X*——生物反应池内的混合液悬浮固体平均浓度（gMLSS/L）。

2 **SBR**法：

$$V=\frac{24QS\_{0}}{1000XL\_{s}t\_{R}}$$

式中：*V*——生物反应池容积（m3）；

*Q*——每个周期进水量（m3）；

*So*——生物反应池进水五日生化需氧量浓度（mg/L）；

*X*——生物反应池内的混合液悬浮固体平均浓度（gMLSS/L）；

*Ls*——生物反应池的五日生化需氧量污泥负荷[kgBOD5/(kgMLSS·d)]；

*tR*——每个周期反应时间（h）。

4.2.2 生物反应池有效水深宜为4.0m~6.0m。

4.2.3 传统活性污泥法生物反应池宜在有效水深一半处设置放空管。

4.2.4 生物反应池的前端宜设置生物选择池，水力停留时间宜为0.5h~1.0h。

4.2.5 生物反应池的设计应考虑低水温的影响。

4.2.6 生物反应池宜采用石灰调节池内碱度，石灰投加量应根据试验确定。

4.2.7 生物反应池宜采用鼓风曝气。

4.2.8 生物反应池的标准状态下供气量可按下式计算：

$$G\_{s}=\frac{kB\_{S}}{0.28E\_{A}}$$

式中：*Gs*——标准状态（0.1MPa、20℃）下供气量（m3/h）；

*k*——去除1kgBOD5需要的氧气量，取0.7（kgO2/kgBOD5）～1.2（kgO2/kgBOD5）；

*BS*——去除的BOD5量（kgBOD5/h）；

0.28——标准状态下的每立方米空气中含氧量（kgO2/m3）；

*EA*——曝气器氧的利用率（%）。

4.2.9 曝气器的数量应根据供气量和服务面积确定，曝气器宜采用橡胶微孔曝气器。

4.2.10 计算鼓风机的工作压力时，应考虑进出风管路系统压力损失和使用时阻力增加等因素。

4.2.11 鼓风机应设置备用，宜设置单独的鼓风机房。

4.2.12 选择输气管道管材时，应考虑强度、耐腐蚀性和膨胀系数。

### Ⅱ 二沉池

4.2.13 二沉池宜采用辐流式沉淀池或竖流式沉淀池。

4.2.14 二沉池的表面负荷取值应为0.6m3/（m2·h）~1.5 m3/（m2·h）。

4.2.15 二沉池的超高不应小于0.3m。

4.2.16 二沉池有效水深宜采用2.0m~4.0m。

4.2.17 排泥管直径不宜小于150mm。

4.2.18 采用静压排泥时，二沉池的静水头不应小于1.2m。

4.2.19 二沉池的出水堰负荷不应大于1.7L/（m·s）。

### Ⅲ 污泥回流和剩余污泥

4.2.20 污泥回流设施宜采用离心泵、混流泵、潜水泵。

4.2.21 回流污泥设备台数不应少于2台，并应有备用设备。

4.2.22 回流污泥设备宜有调节流量的措施。

4.2.23 剩余污泥量宜按下列公式计算：

$$ΔX\_{1}=\frac{V·X}{θ\_{c}}$$

式中：*△X1*——剩余污泥量（kgSS/d）；

*V*——生物反应池容积（m3）；

*X*——生物反应池内混合液悬浮固体平均浓度（gMLSS/L）；

*θc*——污泥龄（d），其值取10~15。

## 4.3 深度处理及回用

### Ⅰ 深度处理工艺

4.3.1 深度处理工艺应根据目标水质选择。

4.3.2 深度处理工艺单元主要包括：混凝、吸附、沉淀、过滤和消毒。

4.3.3 深度处理工艺的设计参数宜根据试验资料确定，也可参考类似工程运行经验确定。

### Ⅱ 回用水池

4.3.4 选矿废水处理后宜全部回用。

4.3.5 选矿废水回用前应设回用水池。回用水池停留时间不宜小于1h。

### Ⅲ 消毒

4.3.6 选矿废水经生物法处理后，应进行消毒处理，消毒工艺宜选用紫外线消毒。

4.3.7 紫外线消毒工艺应在滤后，宜采用明渠式紫外消毒系统。

4.3.8 紫外线消毒设计剂量，宜通过试验或根据相似条件工程运行经验按最大用量确定。

4.3.9 紫外线消毒模块组应具有不停机维护检修的条件，应能维持消毒系统的持续运行。

4.3.10 消毒设施各有关建筑物的设计，应符合《室外给水设计规范》GB 50013的规定。

### Ⅳ 输配水

4.3.11 输配水管路的选择应通过技术经济比较综合确定，并应满足下列条件：

1 沿道路敷设，避开毒害物污染区。

2 施工维护方便，节省造价，安全可靠。

4.3.12 回水管道宜单独敷设，并宜采用明设设置。

4.3.13 管道输水方式可采用重力式、压力式或两种并用方式。

4.3.14 管道应选用耐腐蚀和安装连接方便的管材，可采用塑料给水管、金属复合管、金属塑料复合管和经防腐处理的钢管等。

4.3.15 管道应根据当地气候条件采用隔热或防冻措施，室外明设的管道应防止暴晒或结冻，塑料管道应防止紫外线的侵害。

4.3.16 管道上宜安装水表或其他计量装置。

## 4.4 污泥处理和处置

### Ⅰ 一般规定

4.4.1 污泥处理和处置应以减量化为基础，并考虑资源化与综合利用。

4.4.2 污泥处理和处置方式应根据污泥性质、项目具体特点、自然环境、经济条件等因素合理选择。

4.4.3 污泥总产量设计应考虑预处理污泥和剩余活性污泥，按下式计算：

$$ΔX=ΔX\_{1}+ΔX\_{2}$$

式中：*△X*——污泥量（kg/d）；

*△X1*——剩余活性污泥量（kg/d）；

*△X2*——CO2调节pH值预处理污泥量，应根据药剂投加量计算（kg/d）。

4.4.4 污泥系统宜设置计量装置，可采用湿污泥计量和干污泥计量两种方式。

4.4.5 污泥处理处置过程中产生的污泥水应排到调节池。

### Ⅱ 污泥浓缩

4.4.6 污泥最终处置方式为干排时应进行污泥浓缩，参照《室外排水设计标准》GB50014执行。

### Ⅲ 污泥脱水

4.4.7 污泥干排应进行脱水，参照《室外排水设计标准》GB50014执行。

4.4.8 污泥脱水前宜采用石灰进行调理。

### Ⅳ 污泥干化

4.4.9 污泥干排宜进行干化，参照《室外排水设计标准》GB50014执行。

### Ⅴ 污泥最终处置

4.4.10 预处理污泥应根据性质选择以下处置方式：

1 返回配矿工序汇入矿浆；

2 安全处置。

4.4.11 剩余污泥应根据性质选择以下处置方式：

1 进尾矿浓密机；

2 脱水干化后安全处置。

5 药剂制备、贮存与投加

## 5.1 药剂制备

5.1.1 CO2可采用含CO2的废气或外购液态CO2。

5.1.2 CO2废气的选用，纯度不应小于60%。

5.1.3 液态CO2应汽化、减压稳压后使用。

5.1.4 石灰配制时宜采用气力输送或螺旋输送，避免人工投加。

5.1.5 石灰投配方式宜采用湿投，药剂的溶解宜采用机械搅拌。石灰乳浓度宜为10%~15%。

5.1.6 石灰药剂溶解次数每日不宜超过3次。

5.1.7 絮凝剂配制浓度宜为0.1%-0.3%，可采用气体搅拌或机械搅拌。

5.1.8 絮凝剂配制槽的容积宜按1d的消耗量设计。

## 5.2 药剂贮存

5.2.1 液态CO2贮存和供应系统应设置低温液态CO2贮罐、汽化器和CO2减压装置。CO2贮存区的低温储罐为压力容器，其设备的安装、使用及维修应符合《低温液体贮运设备使用安全规则》JB/T6898的规定。

5.2.2 液态CO2贮存和供应系统设备宜采用露天布置，在CO2贮存区的四周应设置专用围栏和进出大门，液态CO2贮罐设施宜靠近厂区道路，卸药地点及通道应满足罐车通行要求，并应考虑防雷接地措施。

5.2.3 液体CO2贮罐设备的容量及汽化器的汽化面积应根据用气情况确定。CO2贮存量宜按15d~30d的消耗量设计。

5.2.4 低温液体CO2宜采用真空粉末绝热，立式圆筒形贮罐。贮罐的设计、制造和检验应符合《钢制压力容器》GB150、《低温绝热压力容器》GB18442的相关规定，并受《固定式压力容器安全技术监察规程》TSGR0004监察。

5.2.5 CO2汽化器宜采用电加热水浴式。

5.2.6 CO2减压装置应设置两路互为备用的减压管线。

5.2.7 石灰宜采用粉仓进行贮存。

5.2.8 石灰药剂贮量不宜少于15d用量，单个石灰粉仓容积不应小于20m³。

5.2.9 粉状絮凝剂保存应防潮、防晒。

## 5.3 药剂投加

5.3.1 CO2投加点宜均匀布置于pH调节设施底部。

5.3.2 管道、阀门主体材质宜采用SS304及以上等级不锈钢，管道连接方式宜采用焊接。

5.3.3 CO2气体输送管道不应直接埋地敷设。当架空敷设管道位于人行通道上方时，应设置防护设施。

5.3.4 CO2气体输送管线应从不低于pH调节设施液面以上接入，并应采取真空破坏器等防虹吸回流措施。

5.3.5 石灰乳液的输送管道宜设回流管或采取防止管道堵塞的措施。

5.3.6 石灰乳投药系统应有定量投药的设施和指示投药量的计量仪表，药剂投加宜采用变频控制，反应槽内应设置pH值指示仪表。

5.3.7 絮凝剂的投加宜采用隔膜计量泵投加，投加量可调控。

5.3.8 絮凝剂投加点宜位为沉淀池进液管口位置。

# 6 检测与控制

## 6.1 一般规定

6.1.1 选矿废水生物法处理与回用工程设计应根据工程规模、工艺流程、运行管理要求确定检测和控制内容。

6.1.2 选矿废水生物法处理与回用工程应配置相关的检测仪表和控制系统。

6.1.3 自动化仪表和控制系统应确保选矿废水处理工程的安全和可靠。

6.1.4 计算机控制管理系统宜兼顾现有、新建和规划的要求。

## 6.2 检测

6.2.1 废水站进、出水应按国家现行排放标准和环境保护部门的要求，设置相关项目的检测仪表。

6.2.2 提升泵站和废水处理站各处理单元宜设置生产控制、运行管理所需的检测和监测仪表。

6.2.3 下列各处应设置相关监测仪表和报警装置：

1 提升泵站：硫化氢（H2S）浓度、甲烷（CH4）浓度；

2 pH调节设施：pH值测量仪；

3 初沉池、二沉池：泥位测量仪、浊度测量仪；

4 其他易产生有毒有害气体的密闭房间或空间：硫化氢（H2S）等相应气体浓度。

6.2.4 生物反应池应设置溶解氧在线测定仪，宜设置pH值测量仪。

6.2.5 地势低洼且CO2气体易于聚集处，应设置CO2气体探测器。一级报警设置值宜小于等于体积浓度的0.5%，二级报警值宜小于等于体积浓度的1%。探测器安装高度应高出地面0.3m。

6.2.6 液态CO2储罐液位测量宜选择差压式液位计。

6.2.7 CO2流量计宜选用标准节流计、涡街流量计或科氏力质量流量计。

6.2.8 参与控制和管理的机电设备应设置工作和事故状态的检测装置。

## 6.3 自动化

6.3.1 选矿废水生物法处理与回用工程设计宜采用集中监视、分散控制的自控控制系统，设备就地控制宜设置在现场，可编程控制器控制宜设置在中控室控制。

6.3.2 成套设备控制系统应接入选矿废水处理工程中央控制系统。

6.3.3 自动控制系统的设计应符合《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》CJJ/T120及《自动化仪表选型设计规范》HG/T20507的规定。

6.3.4 pH调节宜通过pH值自动控制CO2气体投加量。

6.3.5 生物反应池控制系统应具备机电设备事故状态下安全控制功能。

## 6.4 信息化

6.4.1 计算机控制管理系统应实时监测和控制各监控对象，并自动生成操作记录、遥信变位、事故记录等实时数据。

6.4.2 计算机控制管理系统应有信息收集、处理、控制、管理和安全保护功能。

6.4.3 计算机控制管理系统应有实时数据与历史数据分类功能。

## 6.5 智能化

6.5.1 计算机控制管理系统宜具有自动分析实时数据与理论数据功能。

6.5.2 计算机控制管理系统宜具有自动采集的在线仪表监测数据功能。

6.5.3 计算机控制管理系统宜有自动调节工艺参数功能。

6.5.4 生物反应池宜通过变频器调节曝气量和回流量。

# 7 调试与运行

## 7.1 一般规定

7.1.1 所有关键设备安装到位，构筑物闭水试验合格，满足以下条件后方可进行调试：

1 工程建设、现场消缺、场地清洁及相关专业验收已全部完成；

2 调试团队组建完毕，与工程设计及建设单位完成技术交底，熟悉各类设备的操作方法并完成安全培训；

3 备品备件、专用工具、药剂、耗材、调试设备及仪器准备就绪；

4 废水、自来水、电、气、物流等保障条件满足调试要求；

5 制定调试计划及应急处置预案，落实安全措施。

7.1.2 设备调试应按单机调试、清水联动调试、带负荷调试的顺序进行。

7.1.3 CO2贮存及投加系统、泵、鼓风机等重要设备的首次启动及调试应在专业设备制造商的指导下进行。

7.1.4 CO2贮存系统为压力容器，操作人员须经过专业培训方可上岗。巡检、操作及检修时，操作人员应严格遵守操作规程，并配备相应的防护用品。

7.1.5 废水处理及回用设施的运行和维护工作应坚持“安全第一、预防为主、高效管理、低碳运行”的原则。

7.1.6 运行方应结合实际建立岗位操作规程、安全操作规程、设施和设备维护保养手册及应急处置预案等管理制度，并应符合《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ60、《城镇污水处理厂运行监督管理技术规范》HJ2038和《低温液体贮运设备使用安全规则》JB/T6898的有关规定。

## 7.2 单机调试

7.2.1 单机调试应按照设计文件、设备使用说明书、设备安装维护手册的要求执行。

7.2.2 各类管道的材质、管径、高程、连接及色标等应符合设计要求，安装精度不得低于设计规定值，厂区标识标牌应设置齐全。

7.2.3 单机调试应按照设计文件和设备技术资料的要求，对单机设备进行不带电操作和测试，检验基本机械性能，应对允许空转的单机设备进行带电操作和测试，检验单机设备的机械、电气、自控性能及噪音控制水平。

7.2.4 调试过程中应详细记录设备的各项工况参数，进行统计和分析。

## 7.3 清水联动调试

7.3.1 单机调试资料齐全，对参与联动调试的设备重新进行开机前检查。

7.3.2 清水联动调试应就近取用清洁水源，水温应高于4℃。各处理构筑物液位达到调试要求的最低液位后，方可启动清水联动调试。

7.3.3 清水联动调试应按照设计文件的要求，进行联动测试和修正，直至满足设计要求。

7.3.4 系统联动的连续无故障运行时间不应低于72小时。

7.3.5 调试过程中应详细记录设备及系统联动的各项工况参数，编写调试日志，并在调试合格后，及时编制调试报告。

## 7.4 带负荷调试

7.4.1 清水联动调试资料齐全，具备排污条件。

7.4.2 调试前应确认各类阀门及闸门的开、闭状态符合要求。

7.4.3 废水进水水质应符合设计要求，调试进水量应分次、逐步提升。

7.4.4 CO2的投加量宜根据试验资料确定。

7.4.5 接种污泥宜选用与待处理废水相似的废水处理设施的新鲜活性污泥。

7.4.6 污泥驯化前，宜对接种污泥进行闷曝。闷曝时曝气量不宜过大，闷曝时间应根据具体水质和污泥活性恢复情况确定。

7.4.7 污泥驯化期间，应根据废水水质，补充微生物生长所必要的营养盐。

7.4.8 当生化池内废水的各项污染物指标均有大幅度下降时，应对生化池进行换水操作，换水量应根据活性污泥的适应情况确定。

7.4.9 出水各项污染物指标应达到设计要求，且连续稳定运行的时间不应少于5天。

7.4.10 带负荷调试期间，应对各项水质指标进行化验分析。

## 7.5 试运行

7.5.1 废水处理及回用设施调试合格后，应及时转入试运行。

7.5.2 试运行时间不宜少于15天。

7.5.3 试运行期间应对废水处理及回用设施的运行管理情况进行总结。

## 7.6 运行管理

7.6.1 运维单位应建立运行管理规章制度及运维操作规程，并应填报运行记录，建立日常运行台账。

7.6.2 运行管理应建立标准化、平台化、信息化、智慧化的管理体系。

7.6.3 运维单位应对药品和药剂妥善放置与保管。

7.6.4 栅渣、沉砂、污泥、危废应实现全收集，并应满足4.4.10条要求。

7.6.5 运维单位应在相关场所设置安全警示标志和职业病危害警示标识。

7.6.6 运维单位应配套安全防护设施设备与用品，并应定期进行风险识别、隐患治理、安全检查和应急演练。

## 7.7 维护保养

7.7.1 运维单位应对各类设施进行分类管理和维护保养。

7.7.2 运维单位应按设计文件等技术资料的要求，定期对各类设施进行检查和维护保养，及时处理跑、冒、滴、漏、堵、带病运行、超期运行等问题，并做好记录。

7.7.3 废水处理构筑物的堰口及池壁应保持清洁、完好。盖板、爬梯、护栏等辅助设施，应定期检查和加固。

7.7.4 维护及维修人员应经专业培训合格。

## 7.8 安全管理

7.8.1 运维单位应建立健全安全生产管理制度、责任制度、风险辨识及隐患排查治理制度、有限空间作业制度、职业安全与健康教育培训制度等。

7.8.2 运维单位应建立厂区防火制度，并应定期开展消防培训和消防演练。

7.8.3 危险区域应设置警示装置。

7.8.4 化验室人员应配备防护设施。

7.8.5 有限空间作业人员与安全保障管理人员须独立设置，安全保障管理人员严禁进入有限空间。有限空间作业必须按照安全作业方案及应急预案执行。

## 7.9 异常与应急处置

7.9.1 运维单位应建立生产安全事故异常与应急处置预案体系，对安全风险较大的重点场所制定异常与应急处置方案。

7.9.2 厂区内应配置应急处置设施，配备应急装备，储备应急物资，并应定期检查、维护和保养。

7.9.3 运维单位应建立安全生产异常及事故报告、调查和处理制度。

7.9.4 发生断电事故时，应立即启动应急预案。

7.9.5 贮存及输送CO2的管道及阀门冻结堵塞时，应采用70℃~80℃热空气解冻，严禁采用重物敲击、火烤或冷水喷淋等方法解冻。

7.9.6 CO2泄漏时的处置，应符合下列规定：

1 管道及阀门出现CO2局部渗漏时，应立即关闭CO2储罐出液阀，进入渗漏区域的检修人员应手持CO2探测仪，待检测安全后再进入；

2 管道开裂及阀门破裂等出现CO2大量渗漏时，检修人员须穿着防冻服、佩戴呼吸机进入现场操作；

3 罐体出现大量CO2泄漏时，应立即疏散下风口人员，远离储罐。

7.9.7 当人员出现CO2中毒时，应立即拨打急救电话，并采取急救措施。

# 8 安全环保与节能

## 8.1 安全

8.1.1 生产性构筑物应设置操作平台、走道板、安全护栏和扶手。

8.1.2 废水处理系统水池、坑应设置防护栏杆或盖板，并应设置安全警示标牌。

8.1.3 设备的转动部分应设置防护装置。

8.1.4 用电设备应进行接零接地保护。

8.1.5 控制系统应设置设备运行的安全状态显示和危险报警设施，并宜通过自动控制系统控制设备启停。

8.1.6 CO2储罐区应设置在专门区域并设置围墙或护栏，现场应设置CO2危险性质说明标志和安全警示标牌。

8.1.7 提升泵站、污泥脱水间和放置消毒设施的建筑物内应设置安全和通风设施。

8.1.8 废水处理站的消防设计宜结合铅锌选矿厂消防系统综合考虑，并应符合《建筑设计防火规范》GB 50016和《有色金属工程设计防火规范》GB 50630的有关规定。

## 8.2 环保

8.2.1 选矿废水处理系统产生的废水及污泥处理过程中产生的污泥水，应收集至调节池。

8.2.2 废水处理站各工序产生的污泥应根据污泥性质选择适宜的处置工艺，并应妥善处置。

8.2.3 污泥处理过程中产生的臭气，宜收集后进行处理。

8.2.4 设备选型应采用低噪声设备，噪声排放应符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348的有关规定。

## 8.3 节能

8.3.1 废水处理系统总平面宜采用工艺流程简短、顺畅的布置。

8.3.2 设备、管道应选用节能型产品。

8.3.3 风机、水泵应采用高效节能电机，宜采用变频调速。

# 附录A 原水氮磷成分调查

表 A 国内部分铅锌选矿厂废水氮磷成分典型值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 废水来源 | TN（mg/L） | NH3-N（mg/L） | TP（mg/L） |
| 南丹南国矿业有限责任公司坑马选厂废水 | 7.55 | 0.92 | 1.00 |
| 云南驰宏锌锗股份有限公司会泽分公司选厂废水 | 24.20 | 2.53 | 1.62 |
| 深圳市中金岭南有色金属股份有限公司凡口铅锌矿选厂废水 | 2.03 | 0.12 | 0.15 |
| 湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州大金矿业公司选厂废水 | 12.00 | 1.35 | 1.00 |
| 湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州大金矿业公司尾矿库废水 | 5.65 | 0.74 | 0.74 |

# 附录B 初沉池底泥成分分析及剩余污泥毒性鉴别

表 B 初沉池底泥成分分析与剩余污泥毒性鉴别

| 检测因子 | 单位 | 云南驰宏锌锗股份有限公司会泽分公司初沉池底泥 | 湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州大金矿业公司初沉池底泥 |
| --- | --- | --- | --- |
| 浸出浓度 | 浸出浓度 |
| 砷（以总砷计） | μg/L | 检出限以下 | 127.0 |
| 铍（以总铍计） | mg/L | 检出限以下 | \_ |
| 汞（以总汞计） | μg/L | 0.31 | 8.73 |
| 铅（以总铅计） | mg/L | 0.11 | 0.152 |
| 总铬 | mg/L | 检出限以下 | \_ |
| 六价铬 | mg/L | 检出限以下 | \_ |
| 铜（以总铜计） | mg/L | 0.02 | 0.042 |
| 镉（以总镉计） | mg/L | 0.01 | 0.04 |
| 总银 | mg/L | 检出限以下 | \_ |
| 锌（以总锌计） | mg/L | 3.37 | 7.49 |
| 镍（以总镍计） | mg/L | 检出限以下 | \_ |
| 钡（以总钡计） | mg/L | 检出限以下 |  |
| 硒（以总硒计） | μg/L | 0.87 | \_ |
| 氟化物（不包括氟化钙） | mg/L | 0.54 | 1.88 |
| 氰化物（以CN- 计） | mg/L | 检出限以下 | \_ |
| 烷基汞 | 甲基汞 | ng/L | 检出限以下 | \_ |
| 乙基汞 | ng/L | 检出限以下 | \_ |
| 污泥毒性鉴别 | 初沉池底泥浸出液的检测因子未超过《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB 5085.3-2007）标准浓度限值；且其浸出液腐蚀性（pH值）未在《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》（GB 5085.1-2007）标准限值规定的范围内。 | 初沉池底泥浸出液的检测因子中砷、铅、铜、镉、锌和氟化物均超过《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB 5085.3-2007）标准浓度限值；且其浸出液腐蚀性（pH值）未在《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》（GB 5085.1-2007）标准限值规定的范围内 |

# 本规程用词说明

1 为便于执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

《重金属污水处理设计标准》CECS92

《室外给水设计标准》GB50013

《室外排水设计标准》GB50014

《低温液体贮运设备使用安全规则》JB/T6898

《钢制压力容器》GB150

《低温绝热压力容器》GB18442

《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004

《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》CJJ/T120

《自动化仪表选型设计规范》HG/T20507

《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ60

《城镇污水处理厂运行监督管理技术规范》HJ2038

《城镇污水处理厂污泥处理技术规程》CJJ131

《危险废物收集、贮存、运输技术规范》HJ2025

《建筑设计防火规范》GB 50016

《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974

《建筑灭火器配置设计规范》GB50140

《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019

《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348

《有色金属工程设计防火规范》GB 50630

**中国工程建设标准化协会标准**

铅锌选矿废水生物法处理与回用

技 术 规 程

CECS \*\*\*-202\*

条文说明

（征求意见稿）

目 次

目 次 2

1 总 则 1

2 术 语 2

3 工艺选择 3

3.1 一般规定 3

3.2 设计规模与水质 3

3.3 工艺方案 4

4 工艺设计 5

4.1 预处理 5

4.2 生物处理 7

4.3 深度处理及回用 8

4.4 污泥处理和处置 9

5 药剂制备、贮存与投加 11

5.1 药剂制备 11

5.2 药剂贮存 11

5.3 药剂投加 12

6 检测与控制 13

6.1 一般规定 13

6.2 检测 13

6.3 自动化 13

6.4 信息化 14

6.5 智能化 14

7 调试与运行 15

7.1 一般规定 15

7.4 带负荷调试 15

7.6 运行管理 15

7.8 安全管理 15

7.9 异常与应急处置 16

8 安全环保与节能 18

8.1 安全 18

8.2 环保 18

8.3 节能 18

# 1 总 则

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。

1.0.4 工艺选择时应注意废水的可生化性。

1.0.5 铅锌选矿废水在处理过程中宜尽量减少污泥的产生。污泥应进行毒性鉴定，根据最终鉴定结果选择处置方式。

1.0.6 铅锌选矿用水要求较高，应把满足选矿及选别要求作为回用水水质的目的。

# 2 术 语

2.0.1 厂前废水主要是选矿厂内精矿和尾矿浓密机溢流水，压滤滤液包括精矿和尾矿压滤液。

2.0.3 活性污泥法包括传统活性污泥法和SBR法。

2.0.5 选厂用水点主要包括选矿、冲洗用水等。

3 工艺选择

## 3.1 一般规定

3.1.1 对连续处理的废水处理站，水质和水量的变化将使处理条件适时调节困难，即使是自动化水平较高的废水处理站，药剂投加量的变化也滞后于水质的变化。为了确保处理效果，不使处理站的设计规模过大，规定了应设调节池，对水量和水质进行均化。当处理对象为尾矿库废水时，调节池可利用水工专业设置的坝下贮水池。

3.1.2 根据国内污水厂的设计和运行经验，处理构筑物的个（格）数，不应少于2个（格），便于检修维护。

3.1.3 为减小对选别的影响，一般要求处理出水CODcr不大于40 mg/L。

3.1.4 事故或检修时废水不能外排，事故池的容积不应小于最大一个（格）构筑物的容积。

3.1.5 独立的废水处理站需考虑停电时，废水不能及时处理对环境的影响。

## 3.2 设计规模与水质

3.2.1 调节池具有水量调节作用，以生产排水量平均日流量确定设计规模是合适的。

3.2.2 调查显示，深圳市中金岭南有色金属股份有限公司凡口铅锌矿选厂综合废水CODcr值为150mg/L～400mg/L，典型值为260mg/L；云南驰宏锌锗股份有限公司会泽分公司选厂混合废水CODcr值为231mg/L；湖南柿竹园有色金属有限责任公司郴州大金矿业公司选厂废水CODcr值为400mg/L；广东省大宝山矿业有限公司尾矿库溢流水CODcr值为120mg/L～325mg/L，典型值为180mg/L。

3.2.3 本规定是满足生化系统正常运行的基本要求，当废水B/C比不满足要求时，宜采取措施。

3.2.4 该条文为生物处理系统的通用规定，铅锌矿选厂选矿废水不满足生物处理的需要时，需在预处理阶段进行调整。

## 3.3 工艺方案

3.3.1 铅锌选矿废水一般为碱性，通过调节pH值，沉淀铅锌离子，并促使黄药及乙硫氮等有机物分解，可有效提高废水可生化性，降低部分CODcr。

3.3.2 废水调节pH值后，将会生产碳酸钙、重金属碳酸盐即重金属氢氧化物，故需沉淀分离并妥善处置。

3.3.3 铅锌选矿厂厂前浓密机溢流水CODcr一般在200mg/L～400mg/L之间，以去除CODcr为目的，宜采用好氧活性污泥法。

3.3.5 为保证回水质量，宜进行过滤后回用。

3.3.6 生物法处理后宜消毒，目的是控制菌群数量。

# 4 工艺设计

## 4.1 预处理

### Ⅰ 格栅

4.1.1 选矿废水中常混有棉纱、破手套、塑料制品、木棒等杂物，如不去除将使水泵和处理构筑物的设备、布水设施、连接管道等堵塞。规定设置格栅，以使废水处理系统正常运行。

### Ⅱ 调节池

4.1.3 调节池的停留时间是参照其他废水厂标准确定的，考虑到选厂用水比较均匀，调节池容积相对较小。

4.1.4 选矿废水悬浮物较多，主要为细颗粒尾矿或精矿，人工清理工作量很大，劳动条件差，故宜采用机械清理。国内刮泥机和泵吸式吸泥机均已有定型产品，在设备选型上也已可以满足机械清理的要求。

### Ⅲ 提升泵站

4.1.5 选矿废水在厌氧时可能会产生硫化氢等有害气体。从安全与环保角度出发，规定抽升可能产生有害、有毒气体的废水泵房，须设计为独立的建（构）筑物。国内有一合建式废水泵房，由于未按设计安装通风设备以及管理上的一些原因，集水池排出有毒气体使三人中毒而死。因此集水池宜设于室外，如与泵房合建，则应有可靠的通风设施。

4.1.6 泵站通常设1台备用泵，考虑废水泵或耐酸泵检修周期较短，事故可能性也较清水泵大，故规定3台及3台以上的工作泵宜设2台备用泵。

### Ⅳ pH值调节

4.1.7 pH调节药剂采用CO2，不引入盐分，废水回用时不影响选矿指标，且使用成本低廉，使用过程安全无危险。pH终值过低将使部分重金属沉淀物返溶，pH过高将不满足生化系统运行条件。因选矿废水生化池药剂分解会使pH值降低，故pH值调节终点宜略高于生化池进水pH要求。

4.1.8 CO2主要为调节选矿废水的pH值，并与水中钙离子生成碳酸钙沉淀，从凡口选矿废水处理及回用工程实际运行情况来看，CO2理论用量为0.3g/L，中试实际用量为0.326g/L，设计投加量为0.4g/L，可满足实际运行要求。标准状况下的CO2用量可按下式计算：

$$V\_{1}=\frac{22.4×（10^{a−14}−10^{b−14}）×V\_{0}}{2δ}$$

式中：*V1*——标准状况下的CO2流量（Nm3/h）；

a——调节前水的pH值；

b——调节后水的pH值；

*V0*——待处理水量（m3/h）；

$δ$——CO2利用效率

标准状况下（0℃，标准大气压），1mol CO2约为22.4 L。工作状况下CO2用气量可按下式计算：

$$V\_{2}=\frac{V\_{1}×P\_{1}×(T\_{2}+273.15)}{(P\_{2}×1000+P\_{1})×T\_{1}}$$

式中：*V2*——工作状况下的CO2流量（m3/h）；

*V1*——标准状况下的CO2流量（m3/h）；

*P1*——标准状况下的压力（Kpa），取值标准大气压101.325Kpa；

*T1*——标准状况下的温度（K），取值273.15K（即0℃）

*P2*——工作状况下的压力（Mpa），即减压后压力表显压力；

*T2*——工作状况下的温度（℃），即实际温度。

4.1.9 CO2一次投加无法准确控制出水pH值，后续还需进行二次投加，故采用2个（格）串联。

4.1.10 采用空气搅拌会降低CO2的利用率，故采用机械搅拌。

### Ⅴ 初沉池

4.1.12 选矿废水经pH调节后生成的碳酸钙、碳酸铅及碳酸锌不易沉淀，为使废水回用时不影响选矿指标，处理过程不能投加絮凝剂，初沉池的沉淀时间和表面水力负荷宜采用推荐值。凡口选矿废水处理及回用工程的初沉池采用斜板沉淀池，设计表面水力负荷为1.6m3/(m2·h)，沉淀效果良好。

## 4.2 生物处理

### Ⅰ 生物反应池和曝气设施

4.2.1 规定了两种活性污泥法生化池容积的计算公式。

4.2.2 生物反应池的有效水深是根据国内风机的能力，并考虑尽量节省生化池占地面积而确定的。

4.2.3 主要是培养活性污泥用，静沉后用作排除上清液。

4.2.4 选择池的作用是改善污泥性质，防止污泥膨胀。

4.2.5 寒冷地区，低气温可导致水温低于10℃，设计生物反应池时，可采取较低的污泥负荷。

4.2.6 根据凡口铅锌矿运行情况，生化池在运行过程中pH值会下降，需投加氧化钙约0.3g/L。

4.2.7 国内运行实践证明，鼓风曝气有利于保持水温。

4.2.9 选矿废水钙离子浓度高，曝气器选择需考虑废水结垢堵塞曝气器的影响。

4.2.11 设置单独的鼓风机房主要考虑噪声的影响，另外设置风机房还便于设置配套辅助设施。

### Ⅱ 二沉池

4.2.13 采用辐流式沉淀池或竖流式沉淀池主要是便于排泥和污泥回流，水量较大时应采用辐流式沉淀池。

4.2.15 按国内污水厂实践经验，沉淀池的超高取0.3m~0.5m，本规程采用0.3m，主要是考虑风浪的影响。

4.2.16 沉淀池的沉淀效率由池的表面积决定，与池深无多大关系。若沉淀池过深，会造成投资增加，过浅则沉淀池出水易受风浪，污泥上浮扰动影响，故规定了有效水深。

4.2.17 主要是考虑堵塞后清淤的需要。

4.2.18 规定二沉池的静压水头是为了排泥时形成一定的流速，避免排泥不畅。

4.2.19 根据国内污水厂运行经验确定。

### Ⅲ 污泥回流和剩余污泥

4.2.20 考虑不易复氧的需要。

4.2.22 便于调节回流量而规定的。

4.2.23 选矿废水生物处理法主要处理碳源有机物，选择该公式能满足使用要求且计算简单。

## 4.3 深度处理及回用

### Ⅰ 深度处理工艺

4.3.1 关于铅锌选矿废水生物法处理后的深度处理工艺选择原则。深度处理后可用于工艺用水、冲洗用水，或者替代部分生产新水，根据不同的用途选择不同的处理工艺及工艺组合，满足用水水质指标要求的同时，还得考虑实用性、经济性和稳定运行的要求。

4.3.2 铅锌选矿废水生物法处理后的深度处理工艺主要用于去除悬浮物，并满足卫生安全的要求；选用的混凝药剂时应根据试验确认，避免混凝药剂富集影响选矿工艺指标。根据生物法处理后的水质和水质目标的要求，可以采用某个工艺单元或者多个工艺单元的组合。

4.3.3 铅锌选矿废水生物法处理后的深度处理工艺目前可以借鉴的工程案例较少，其设计参数宜通过试验获得。

### Ⅱ 回用水池

4.3.4 为提高水循环利用率，降低新水用量，选矿废水处理后宜全部回用。当降雨或其他原因引起系统膨胀时，多余部分水量在满足环评要求的前提下，可处理达标后排放。

4.3.5 选矿工艺存在生产波动性，宜设回用水调节池。调节池容积与生产波动有关，根据生产经验，不宜小于1h用水量

### Ⅲ 消毒

4.3.6 消毒设施是防止传染性疾病传播，保护工人身体健康的重要措施。因选矿废水处理后需回用，不能在消毒工段引入其他离子，而臭氧消毒造价高，尾气收集处理不当将存在安全隐患，故消毒工艺推荐紫外消毒。

4.3.7 由于水中悬浮物和浊度会影响紫外线在水中的穿透率从而影响紫外线消毒效果，因此紫外线消毒工艺的位置宜设在滤后。

4.3.10 消毒设施和放置消毒设施的建筑物应考虑安全和通风设施，确保使用安全。

### Ⅳ 输配水

4.3.11 选择短、直、顺的管线可节省工程投资。避开毒害物污染区是保证输水水质安全。

4.3.12 为避免与其他水质管线合并而引起水质的变化，宜采用单独设置，同时为减少检修工作量和避免因泄漏影响地下水质，宜采用明设设置。

## 4.4 污泥处理和处置

### Ⅰ 一般规定

4.4.1 CO2调节pH值预处理污泥中含有一定量的有色金属，应优先考虑有价金属资源化。

4.4.3 铅锌选矿废水生物法处理与回用技术采用“CO2调节pH值预处理+好氧活性污泥法”，首先通过CO2调节体系pH值，生成碳酸盐沉淀，后续继续采用生物法产生剩余活性污泥，因此污泥设计过程应包括预处理污泥和剩余活性污泥两部分。其中，预处理污泥产量与药剂投加量有关，应根据投加量计算。

4.4.5 污泥处理处置过程中产生的污泥水含有较多的污染物，一般情况下难以达到相关排放标准要求，如不处理直接排放有可能会造成二次污染，因此污泥水应统一排到调节池进行处理，不能直接排放。

### Ⅱ 污泥浓缩

4.4.6 污泥没有资源回收价值，且经毒性检测鉴定为危险固废时，应采取干排方式。

### Ⅲ 污泥脱水

4.4.8 回用水中残留的絮凝剂、混凝剂成分会影响选矿工艺。不应添加聚丙烯酰胺、聚合氯化铝等絮凝剂或混凝剂。

### Ⅴ 污泥最终处置

4.4.10 当污泥毒性检测鉴定为一般固废时可送入尾矿浓密机。

4.4.11 剩余污泥进尾矿浓密机须经毒性检测鉴定为一般固废。

5 药剂制备、贮存与投加

## 5.1 药剂制备

5.1.1 采用废气可通过以废治废的方式降低成本。

5.1.2 根据废气来源的不同，废气中除含有CO2外，可能含有其他杂质成分，其他成分不应含有水溶性为酸性或碱性的气体，如F2、Cl2、NO2、SO2、SO3、HF、HCl、HBr、HI、H2S、NH3等，以免杂气成分参与反应，影响CO2反应效果。

5.1.5 石灰药剂湿投比干投利用率高，因石灰药剂配置浓度高，且易沉降，因此宜采用机械搅拌。

5.1.6 石灰药剂湿投时，溶解次数应根据药剂用量和制备条件等因素确定，每班不宜超过1次。

5.1.7 相比机械搅拌，气体搅拌更加节约使用成本，且无需维护。

## 5.2 药剂贮存

5.2.2 CO2气体有很强的窒息性，会引起窒息危险，甚至危及生命，因此CO2系统设备应放在室外良好通风的场所，并保证通风良好，从而避免因CO2泄漏而造成人员窒息的危险。

5.2.3 用气情况主要指消耗量、供应、运输等因素。液体CO2由本地供应时，可适当减少贮存天数。

5.2.5 我国南方全年气温0℃以上地区可采用空温式汽化器，以周围环境温度作为热源，随着工作时间的延长，换热管上会慢慢结霜，换热效率降低。因此，需安置2台汽化器每隔6-8小时互换使用；我国北方地区冬季受低温影响，宜采用电加热水浴式汽化器，保证换热效果不受环境温度的影响。

5.2.6 为了保证减压管线上减压阀、仪表等检修、校验时系统的正常运转，需有备用管线。

5.2.7 石灰通过罐车运输后气力输送至粉仓内。石灰粉若散堆，遇刮风，下雨等恶劣天气，现场工作环境较为恶劣，故现石灰药剂均采用粉仓进行储存，在密闭空间内，现场操作环境较为友善。

5.2.8 本条规定是为了保证不因药剂缺乏而影响污水处理设施的正常运行。单个粉仓最小容积根据罐车最小配送能力确定。

## 5.3 药剂投加

5.3.1 pH调节设施内投加点宜多，并分布均匀，避免因加气不均匀影响反应效果。

5.3.2 因药剂输送管线为室外铺设，需采用防腐材质，避免可拆卸点泄漏，宜采用焊接方式。

5.3.3 若输送管道必须走地下时，需挖沟铺设，且地沟内不可存积水。

5.3.4 防止CO2气体停止投加时，pH调节设施废水反流至CO2设备端。

5.3.5 石灰乳液在输送过程中易沉积或堆积从而堵塞管道，因此需设置回流管或冲洗水管以防止管道堵塞。石灰乳投加管道宜架空敷设，避免U型管。石灰乳输送管道宜设回流管道。投药停止时，管道能放空。

5.3.6 石灰乳的投加需要精确控制好pH值，避免投加量不准导致pH值波动较大，影响后续CO2调节的稳定。

5.3.8 投加点位置主要是考虑使絮凝剂与进液混合均匀。

# 6 检测与控制

## 6.1 一般规定

6.1.4 根据工程所包含的内容及要求选择系统类型，系统选择要兼顾现有和今后发展。

## 6.2 检测

6.2.3 提升泵站内必须配置H2S、CH4监测仪，供监测可能产生的有害气体，并采取防患措施。泵站的格栅井下部，水泵间底部等易积聚H2S、CH4的地方，可采用移动式H2S、CH4监测仪监测，也可安装在线式H2S、CH4监测仪及报警装置。

pH调节设施配置pH值测量仪，为了检测pH调节设施pH值，根据pH值对CO2气体投加量进行粗调与精调。

初沉池、二沉池配置泥位测量仪与浊度测量仪，有利于检测池内泥位与出水的SS含量。

6.2.4 生物反应池配置溶解氧在线测定仪，便于控制池内的溶解氧量，并将数据反馈给可编程控制器系统来调整风机的运行参数，调高设备及生物反应池效率。

生物反应池设置pH值测量仪，为了检测生物反应池pH值，根据pH值控制石灰乳的投加量。

## 6.3 自动化

6.3.2 成套设备控制系统接入废水处理站中央控制系统，有利于集中管理与控制。

6.3.4 CO2气体作为调节pH药剂，其加入量主要根据反应池内液体的pH值来确定，pH高，则增加加入量，pH低则减少加入量。

## 6.4 信息化

6.4.1 控制系统实时监测pH计、液位计、流量计等仪表，自动生成实时数据；实时控制泵、搅拌机、风机等设备，自动生成操作记录、各种开关位置信号记录、事故记录等实时数据。

6.4.3 监控系统对各种数据参数、各类机械电气设备状态，以及通过通信方式或其他形式连接的成套设备的实时数据库及历史数据库，并且能够根据信息分类生成各种专用数据报表、便于以后方便查找。

## 6.5 智能化

6.5.1 计算机控制管理系统宜有自动分析实时数据与理论数据，直接指挥执行单元，执行单元接到指令后可以自动执行，从而降低了管理成本，调高管理效率。

6.5.2 计算机控制管理系统自动采集现场在线仪表监测数据，调整运行参数及采取必要的其他辅助措施，合理投加药剂量、设备运行用电负荷最佳。

6.5.3 计算机控制管理系统根据在线仪表反馈数据，自动调节工艺参数，使工艺运行状态达到最佳，系统运行成本控制达到最优。

6.5.4 生物反应池曝气量通过设置的溶解氧检测仪来调整曝气风机的风量，也通过变频器来调节回流水泵的回流量，有利于节能降耗、提高生物反应池运行效率。

# 7 调试与运行

## 7.1 一般规定

7.1.1 应预先准备调试所需的润滑油脂、药剂、耗材、器具等，提前确认每个单元的连接管道、阀门、装置以及构筑物的位置，检查各功能部件、组件的完整性，管路系统的牢固性、严密性，并清理干净。构筑物闭水试验合格后，方可进行调试。

7.1.2 设备调试遵循先局部后整体的原则。通过单机调试，确认单机设备运行正常，合格后方可进行清水联动调试。通过清水联动调试，确保机械、电气、仪表、自控等设备满足系统运行的联动要求，并进一步检验设备的安装质量和性能，清水联动调试合格后方可进行带负荷调试。

7.1.3 重要设备在首次启动和调试时，应提前联系专业设备制造商，进行技术交底，在制造商的指导下进行启动和调试。

7.1.4 液态CO2设计贮存温度为-40℃，储罐泄漏时极易导致人身伤害，应做好防护措施。

## 7.4 带负荷调试

7.4.6 因新引进的污泥活性差，氧气消耗量小，氧气过于充足，会造成局部过氧化，宜采用减小曝气量，微弱曝气的方式进行“闷曝”，使其恢复活性。

7.4.10 化验分析应详细记录相关数据，进行必要的统计和分析，确定设备运行的最佳工况，编写调试日志，并在调试合格后，及时编制调试报告。

## 7.6 运行管理

7.6.1 日常运行台账应包括处理水量、进出水水质指标、药剂投加量、电耗、排泥周期、选矿回水回用与新水使用的选矿试验指标对照表等。

## 7.8 安全管理

7.8.1 运维单位应根据自身的组织机构和岗位设置情况，将管控措施落实到具体的岗位、部门、决策层，并结合考核引导管理，形成安全生产管理体系。考核制度应做到岗位、部门、决策层的责、权、利的统一，考核标准应结合检查的频率及广度，考核力度应做到足以纠偏。

风险辨识及隐患排查治理制度应包括风险辨识和评估、隐患排查、隐患治理，逐级建立并落实从主要负责人到岗位作业人员的风险辨识、隐患排查治理和防控责任制。风险辨识和评估应明确目的、范围、频次、准则和工作程序等。

7.8.2 废水预处理、污泥处理、除臭设施区域内严禁明火作业。

7.8.5 进入有限空间作业前，必须进行通风作业，待有毒有害及易燃易爆气体浓度满足作业要求后，作业人员方可进入。

有限空间作业过程中，作业人员与安全保障管理人员必须建立可靠的通讯联系，并对有毒有害及易燃易爆气体浓度进行持续监测，作业行为必须满足消防及防爆要求。

## 7.9 异常与应急处置

7.9.1 异常及应急处置预案体系应指定专人负责管理工作，建立保障体系。保障体系应明确应急救援组织指挥机构，确保应急救援经费保障、物资保障和队伍保障到位，确保善后处置措施齐全。

7.9.3 异常情况或事故发生后，应及时报告，并成立调查组，根据事项等级和管辖权限开展调查，查明实际情况，分析具体责任，提出应吸取的教训、整改措施和处理建议，编制调查报告，制定防范和整改方案，并建立事故档案和管理台账。

7.9.5 气温较低时，贮存及输送CO2的管道及阀门外壁易冻结，使管道及阀门变脆，若采用重物敲击等方法解冻，极易造成管道及阀门破损，进而发生CO2泄露事故。为避免冻结影响，可在汽化器、管道、阀门等位置设置伴热装置。

7.9.6 液态CO2设计贮存温度是-40℃，储罐应在室外放置。若无室外场地，可放置在空旷且通风良好的室内，严禁放置在密闭场所。

空气中理论CO2体积浓度为300ppm（0.03%），依据梁宝生，刘建国（北京大学环境学院）.我国二氧化碳室内空气质量标准建议值的探讨[J].重庆环境科学,2003,25(12):198-201，引用“前苏联的空间实验研究结果，空气中CO2体积浓度5000ppm被认为是人体对CO2长期耐受浓度的极限，15000ppm是CO2毒性的启始浓度，90000ppm是CO2对人的最小致死浓度”。引用“中国预防医科院环境卫生监测所数据库查询，对CO2浓度与毒性的研究显示，CO2体积浓度为5550ppm时，人在6小时后无中毒症状，11000-16700ppm时，人在数小时内仍可能生存，33500-44500ppm时，人在0.5-1小时内仍可能生存，50000-67000ppm时，人在0.5-1小时内死亡或急性死亡”。因人体对CO2浓度的耐受与敏感性的个体差异，CO2对人体的中毒浓度个体差别很大，发生CO2渗漏时，应确认渗漏场所CO2体积浓度值，依需佩戴呼吸机等进入现场。局部形成CO2喷射渗漏的情况时，检修人员必须穿戴防冻服作业。

7.9.7 气态CO2是窒息剂，体积浓度高于10%时会导致人员失去意识甚至死亡；低浓度时会导致头痛、发汗、呼吸急促、心率加快、呼吸加快、眩晕、神经衰弱、视力模糊甚至休克，严重程度取决于CO2浓度及人体暴露在CO2中的时间长短。

# 8 安全环保与节能

## 8.1 安全

8.1.3 转动设备联轴、皮带若无防护装置易造成人员伤害。

8.1.4 为保障用电设备和人员安全，用电设备须设置可靠的接零接地保护。

8.1.5 当操作者失误或设备达到危险状态时，通过联锁装置来终止设备运行。

8.1.6 本条为防止人员进入CO2储罐区发生伤害事故。

8.1.7 自然通风条件差的泵房应设置机械通风系统，应符合现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014的有关规定。其他厂房内通风系统按常规工业厂房设计，可参照现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019的要求执行。

## 8.2 环保

8.2.1 选矿废水处理系统在运行期间，冲洗地面、清洗水处理构筑物和污泥浓缩产生的废水以及初期雨水，均含有一定的污染因子，不能直接排放，因此应收集排至调节池进行处理。

## 8.3 节能

8.3.1 总平面布置工艺流程简短、顺畅，缩短输送距离，减少水头损失，降低动力消耗。