附件：

原水重金属污染化学沉淀

去除工艺技术指引

目 录

[一、总则 1](#_Toc13562)

[二、术语 1](#_Toc4089)

[三、水厂工艺流程图及参数 2](#_Toc4518)

[四、水厂化学药剂投加装置及参数 3](#_Toc465)

[五、常用化学药剂及其投加和配置要求 4](#_Toc2599)

[六、工艺控制一般要求 9](#_Toc32082)

[七、水质检测及取样要求 11](#_Toc31542)

[八、附件一：镉污染水厂应急处理工艺控制指引 12](#_Toc18315)

[九、附件二：砷污染水厂应急处理工艺控制指引 16](#_Toc27645)

[十、附件三：铊污染水厂应急处理工艺控制指引 19](#_Toc4103)

[十一、附件四：锑污染水厂应急处理工艺控制指引 22](#_Toc9912)

[十二、附件五：锰污染水厂应急处理工艺控制指引 25](#_Toc30061)

一、总则

1.编制目的：为避免因饮用水水源重金属污染造成的出厂水异常，指导并应对饮用水水源重金属污染发生时及时、有序、高效地开展应急工艺运行技术管理工作，特制订本指引。

2.编制依据：《广西龙江镉污染水厂应急处理技术指引》《城市供水系统应急净水技术指导手册》和《广西城镇供水厂原水重金属污染应急处置技术导则》。

3.适用范围：本指引适用于处理饮用水水源重金属污染的应急处置。

二、术语

1.原水重金属污染：指外界重金属污染物进入饮用水水源，导致原水污染物浓度超过水体本底，水质不符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）和《地下水质量标准》（GB/T14848）的规定，或不符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）且无法通过常规处理去除，此时，说明原水遭受了重金属污染。

2.化学沉淀：通过投加化学药剂，使目标污染物形成难溶解的物质从水中分离。

3.二次微絮凝：为进一步降低和稳定滤池的出水浊度，而采取在滤前投加絮凝剂（助滤作用），是一种强化过滤工艺。

4.烧杯实验：一种利用混凝实验搅拌机模拟实际生产混凝沉淀过程的方法，以期对实际生产做出指导。

5.投加量：文中涉及化学药剂的投加量单位，均为单位处理水商品固体化学药剂的投加量。

6.溶液浓度：文中溶液配置浓度单位g/L，为质量—体积浓度，即单位体积溶液所含的溶质质量。液体浓度单位%，为质量百分比浓度，即溶质的质量占全部溶液质量的百分率。

三、水厂工艺流程图及参数

工艺参数计算公式

水力停留时间：t=V/Q×60

表面负荷：q=Q/S

t- 水力停留时间（min） q- 表面负荷（m/h）

V- 池子有效容积（m3） S- 池子有效表面积（m2）

Q- 进水量（m3/h）

1.××水厂

（1）工艺流程图

×期：

反应池

滤池

清水池

沉淀池

（2）设计参数

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 生产线序号 | 设计水量（m3/h） | 工艺名称 | 组数 | 单组容积（m3） | 单组表面积（m2） | 表面负荷（m/h） | 设计停留时间（min） | 总停留时间（h） |
| ×期 |  | 反应池 | — | — | — | — | — | — |
| 沉淀池 | — | — | — | — | — |
| 滤池 | — | — | — | — | — |
| 清水池 | — | — | — | — | — |

四、水厂化学药剂投加装置及参数

分为固定式或便携移动式两种，详见下表：

1.固定式

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设备名称 | 安装地点 | 投加点 | 投加计量泵及参数 | 料罐容积 | 送料提升泵及参数 | 备注 |
| 1# | 2# | 3# | 4# |
| 水厂固定式应急投加装置 |  | 1#、2#....上水管 | / | / | / | / |  |  |  |

2.便携移动式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 水厂名称 | 编 号 | 计量泵及参数 |
| ××水厂 | 1# |  |
| 2# |  |
| 3# |  |
| 4# |  |

五、常用化学药剂及其投加和配置要求

1.聚氯化铝

产品应符合国标GB 15892-2020《生活饮用水用聚氯化铝》要求，在原水污染应急处理时，作为絮凝剂使用，也可用于二次微絮凝工艺，作为助滤剂使用。

（1）投加点：作为絮凝剂，投加于混合反应前；作为助滤剂，投加点介于沉淀池出水与滤池进水之间水力混合条件较好的地方。

（2）投加量：作为絮凝剂，根据烧杯实验结果或实际运行结果确定；作为助滤剂，根据水质和处理效果，一般在0.5—1.5mg/L之间。

（3）溶液配置：根据原水量、投加量以及配液容器的大小确定，可根据以下公式作为配置参考：

计算公式：C=W1×1000/W2

q=Q×r/C×1000

C-目标浓度（g/L）；

W1-配置需要的固体质量（kg）；

W2-配置需要的水量（L）；

Q-水量（m3/h）；

r-单位投加量（mg/L）；

q-小时溶液投加量（L/h），应符合投加泵的能力范围，如重力投加需在流量调节装置可控范围。

（4）聚氯化铝作为助滤剂使用时，应加密监测出厂水铝浓度，防止铝超标。

2.聚合硫酸铁

产品应符合国标GB/T14591-2016《水处理剂 聚合硫酸铁》要求，在原水污染应急处理时，用于混凝反应工艺，作为混凝剂使用。

（1）投加点：正常运行情况下混凝剂的投加点。

（2）投加量：根据污染物性质、浓度和处理效果，由技术人员确定。

（3）溶液配置：水厂可根据溶解池的大小、投加泵的能力确定配置浓度（配置浓度低于100g/L为宜），可参考以下计算公式和数据。例：当浓度为100g/L时，计算方法如下（以使用25kg/包为例），

V1-空池容积（m3）；

V2-正常配药时，最高水位和最低水位之间的容积（m3）；

C-目标浓度（g/L）；

n-需要溶解的包数；

Q-上水量（m3/h）；

r-单位投加量（mg/L）

h-一次溶矾使用时间（小时）；

计算公式：

n=C×V1（或V2）/25，取整数包，然后换算实际配置浓度

h=n×25/（Q×r/1000）

3.氢氧化钠

产品应符合国标GB 1886.20-2016《食品安全国家标准 食品添加剂 氢氧化钠》要求，一般使用的是固体氢氧化钠或质量浓度为32%的氢氧化钠溶液，在原水污染应急处理时，用于提高处理水的pH值。

（1）投加点：需根据具体的原水污染物确定投加点的位置。

（2）投加量：需根据具体的原水污染物及其浓度确定，以下滴定曲线可作为提高pH值初始投加量的参考。



（3）溶液配置：不需要经过稀释配置，可以直接使用质量浓度为32%的氢氧化钠溶液产品。

4.盐酸

产品应符合国标GB1886.9—2016《食品安全国家标准 食品添加剂 盐酸》要求，一般使用的是质量浓度30%的盐酸溶液，在原水污染应急处理时，用于降低处理水的pH值。

（1）投加点：需根据具体的原水污染物确定投加点的位置；

（2）投加量：需根据具体的原水污染物及其浓度确定，以下滴定曲线可作为降低pH值初始投加量的参考，



（3）溶液配置：不需要经过稀释配置，可以直接使用质量浓度为30%的盐酸溶液产品。

5.高锰酸钾（高锰酸钾复合盐）

高锰酸钾产品应符合《食品安全国家标准食品添加剂高锰酸钾》（GB1886.13-2015）要求，或拥有用于饮用水处理的卫生许可批件，高锰酸钾复合盐产品应符合食品级要求，在原水污染应急处理时，用于氧化污染物。

（1）投加点：投加在原水中，位于进厂原水管与反应池之间混合条件满足的地方；

（2）投加量：根据水质和处理效果、原水污染物浓度确定，如用高锰酸钾复合盐，投加量为需加大一倍；

（3）溶液配置：根据容器的大小、投加泵的能力确定，一般情况下按浓度为10—20g/L的浓度配置，可参考以下计算公式，

C-目标浓度（g/L）；

W1-配置需要的高锰酸钾固体质量（kg）；

W2-配置需要的水量（L）；

Q-水量（m3/h）；

r-单位投加量（mg/L）；

q-小时溶液投加量（L/h），应符合投加泵的能力范围，如重力投加需在流量调节装置可控范围。

计算公式：

C=W1×1000/W2

q=Q×r/C×1000

6.次氯酸钠

产品应符合国标GB/T 19106-2013《次氯酸钠》要求，一般为有效氯含量为10%左右的溶液，在原水污染应急处理时，用于氧化污染物。

（1）投加点：投加在原水中，位于进水与反应池之间混合条件满足的地方。

（2）投加量：根据水质和处理效果，一般在1—2mg/L之间，如去除氨氮，则根据氨氮的浓度确定（以有效氯计）。

（3）溶液配置：不需要经过稀释配置，可以直接使用有效氯质量浓度为10%左右的次氯酸钠溶液产品。

7.氢氧化钙

产品应符合国标GB1886.375-2024《食品安全国家标准 食品添加剂 氢氧化钙》要求，一般使用的是质量浓度98%的白色氢氧化钙粉末，在原水污染应急处理时，用于提高处理水的pH值。

（1）投加点：投加在原水中，位于进厂原水管与反应池之间混合条件满足的地方；

（2）投加量：根据水质和处理效果确定；

（3）溶液配置：氢氧化钙进行湿式投加，可配置成10%的乳状液体，根据容器的大小、投加泵的能力确定，可参考以下计算公式，

C-目标浓度（g/L）；

W1-配置需要的氢氧化钙固体质量（kg）；

W2-配置需要的水量（L）；

Q-水量（m3/h）；

r-单位投加量（mg/L）；

q-小时溶液投加量（L/h），应符合投加泵的能力范围，如重力投加需在流量调节装置可控范围。

计算公式：

C=W1×1000/W2

q=Q×r/C×1000

六、工艺控制一般要求

1.烧杯实验

（1）实验目的：由于每次原水污染的污染物性质或浓度不尽相同，所以当得知原水受到污染物污染时，应根据污染物的情况，按既定的工艺技术路线或技术人员制定的工艺方案，通过烧杯实验模拟生产工艺进行试验，以确定应急工艺技术路线，并给出化学药剂投加点和投加量等工艺参数的指导值。

（2）实验要求：由运行技术组和水质检测组共同制定烧杯实验方案，根据原水污染物浓度可能存在的范围，尝试投加各种拟定化学药剂组合的烧杯实验。

2.原水量控制

应合理地控制原水泵开机台数，并尽量稳定运行，防止水力负荷突变引起水质变化。根据水质情况，需要时应减少上水量，适当降低水处理工艺的水力负荷，以保证各工艺段能达到下述水质要求。

3.反应沉淀池

（1）反应沉淀池效果观察

每小时巡查絮凝沉淀池一次，观察絮凝池后段以生成大量和密实的矾花为宜，否则应考虑增大混凝剂投加量等措施加以改善。沉淀池前段可看到大量和密实的矾花，中段矾花能持续下沉，后段表面观察不到明显矾花。

（2）沉淀水浊度控制

为了减小滤池负担，沉淀水浊度建议控制宜小于3.0NTU。

（3）反应沉淀池排泥周期调整

适当缩短沉淀池的排泥周期将有利于沉淀工艺污染物的去除。在污染物高峰到来时，应适当缩短沉淀池的排泥周期。沉淀池排泥周期不宜超过8小时。

4.滤池

（1）滤池效果观察

滤池主要靠滤后水浊度、水头损失来监控。每小时记录滤池出水浊度一次，若在滤后水稳定达标后，可适当放宽。

（2）滤池反冲周期调整

水厂滤池反冲洗周期不宜超过12小时。若在滤后水稳定达标后，可适当放宽。

（3）滤池反冲时间调整

应对滤池反冲洗水以及滤料进行检测分析，如滤池反冲洗去除滤料上吸附的污染物较为困难，为了更加有效地去除过滤期间滤料上吸附的污染物穿透滤池的可能性，应适当延长滤池的反冲洗时间，控制反冲洗末期排水的浊度在5NTU 左右。

每个滤池反冲洗之后应静置30min，防止初滤水除浊效果不佳导致水质恶化。

（4）强化过滤

为了进一步提高滤池对污染物的截留效果和确保在水质水量突变的时候保证滤后水水质稳定，必要时可利用二次微絮凝工艺的接触过滤作用进一步降低滤后水浊度，使其降低至0.5NTU 以下。

使用聚合铝盐或铁盐作为二次微絮凝的助滤剂，投加点设置于沉淀池与滤池之间，易于混合均匀性之处，生产中可以将投加点设于沉淀池出水槽的跌水处。投加量控制在0.5—1.5mg/L之间，根据水质和处理效果确定。

采用二次微絮凝工艺时，应通过取样检测跟踪出厂水铝的浓度，防止铝超标，根据实际情况，适当的调整助滤剂的投加量。

七、水质检测及取样要求

1.水质检测主要项目

水质检测主要项目为上游水体污染预警项目及出厂水铝、铁含量和预警项目。

2.水质取样要求

（1）水质监测中心的取样

当公司（厂）接到政府部门或其他确切的上游水体受到污染的通知后，应安排水质监测组立即到上游取样进行水质分析，跟踪污染物前峰水质变化情况，判断污染的类型及污染的严重性。

当政府部门确认原水污染物指标超过《地表水环境质量标准》、《地下水水质标准》时，水质监测组应对水厂原水及出厂水进行每日不低于两次的检测。

（2）当确认水厂原水受到污染时，水厂按照下表要求进行采样，送至水质监测组进行检测。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 水厂名 | 水质类型 | 采样频率及时间 | 检测项目 | 采样要求  |
| ××水厂 | 原水 | 均为每两小时一次 | 预警项目 |  | 由水厂自行按周期送至水质监测组心进行检测，自行做好采样时间、采样地点标识。 |
| 沉淀水 | 预警项目 |  |
| 滤后水 | 预警项目 |  |
| 出厂水 | 预警项目 |  |
| 沉淀水 | 预警项目 |  |
| 滤后水 | 预警项目 |  |
| 出厂水 | 预警项目 |  |

注：若工艺已确认可有效、稳定去除污染物，上表检测周期可延长。

（3）应急处理时，有条件的，在滤后水安装在线检测仪器，检测项目主要为预警项目。若已安装在线仪器，上表的检测周期可延长。已安装的在线仪器应定期比对、校准。

八、附件一：镉污染水厂应急处理工艺控制指引

1.技术路线

以碱性条件下铁盐混凝沉淀工艺为核心，其基本原理是：利用碱性条件下镉离子可以生成难溶的碳酸镉和氢氧化镉，在原水中投加碱性药剂控制**絮凝反应后的pH值**，通过混凝、沉淀、过滤处理，以矾花絮体吸附共沉淀和滤池截留的方式，有效去除水中镉的不溶物；如滤池出水pH值大于8，则根据公司应急指挥部确定的滤池后出水pH值进行加酸，以满足生活饮用水的水质要求。

2.化学药剂使用及其投加点示意图

2.1需使用的化学药剂

（1）氢氧化钠：在原水中投加，控制絮凝反应后的pH值

（2）聚合硫酸铁：作为混凝剂使用

（3）聚合氯化铝：二次微絮凝中作为助滤剂使用

（4）盐酸：回调滤池出水pH值

2.2 化学药剂投加点示意图

见图一

3.工艺控制参数及调整要求

3.1出厂水镉浓度控制标准：根据《GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准》要求，出厂水镉浓度限值为5 ug/L；实际生产控制中，为留出足够的安全余量，按照出厂水镉浓度小于等于3 ug/L进行控制。

3.2工艺参数参考表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 原水镉浓度（ug/L） | 超标倍数 | 控制反应后pH值 | 铁盐投加量（mg/L，以商品重计） | 控制沉淀水浊度（NTU） | 铝盐投加量（mg/L，以商品重计） | 控制滤后水浊度（NTU） |
| 5 | 0 | ≥7.5 | ≥5 | < 3.0 | / | < 0.5 |
| 10 | 1 | ≥8.5 | ≥10 | < 3.0 | 0.5-1.5 | < 0.5 |
| 15 | 2 | ≥8.5 | ≥10 | < 3.0 | 0.5-1.5 | < 0.5 |
| 20 | 3 | ≥8.5 | ≥15 | < 3.0 | 0.5-1.5 | < 0.5 |
| 25 | 4 | ≥8.5 | ≥15 | < 3.0 | 0.5-1.5 | < 0.5 |
| 45 | 8 | ≥8.5 | ≥20 | < 3.0 | 0.5-1.5 | < 0.5 |

以上工艺参考值是在原水低浊度的情况下，通过对实际生产数据或烧杯实验数据的分析和推断得出的，当原水浊度升高，须根据矾花情况，判断是否需要增加铁盐投加量，以保证沉淀水和滤后水的浊度满足要求。

3.3工艺调整要求

（1）如同时存在其它污染物，且要求降低pH值，则需要综合考虑去除难易程度，必要时可通过增加铁盐投加量提高镉的去除率；

（2）由于原水成分变化的影响，工艺参数参考表仅作为初始参考，生产过程中，应根据实际水质情况进行调整，并通过烧杯实验进行调整指导。

4.水厂生产调度

水厂生产调度应根据原水污染物浓度和实际处理效果进行调整，尽可能保持原水量稳定，如有必要，可停用处理效果无法达到要求的生产线。

图一：镉污染化学药剂投加点示意图

反应池

滤池

清水池

pH

pH

pH

pH

原水

出厂水

NTU

NTU

NTU

NTU

Cl

Cl

沉淀池

氢氧化钠

pH

聚合硫酸铁

盐酸

消毒剂

聚合氯化铝

九、附件二：砷污染水厂应急处理工艺控制指引

1.技术路线

在中性条件下，以预氧化和铁盐混凝沉淀工艺为核心，其基本原理是：如原水中含有三价砷，先投加氧化剂将三价砷氧化成五价砷，然后利用铁盐混凝剂能和砷形成难溶的砷酸铁的特性，通过混凝、沉淀、过滤处理，以矾花絮体吸附共沉淀和滤池截留的方式，有效去除水中砷的不溶物；如滤池出水pH值小于7，则根据公司应急指挥部确定的滤池后出水pH值进行加碱，以满足生活饮用水的水质要求。

2.化学药剂使用及其投加点示意图

2.1需使用的化学药剂

（1）氢氧化钠：用于滤后水回调pH值

（2）聚合硫酸铁：作为混凝剂使用

（3）聚合氯化铝：二次微絮凝中作为助滤剂使用

（4）氯或高锰酸钾（高锰酸钾复合盐）：作为氧化剂使用

2.2化学药剂投加点示意图

见图二

3.工艺控制参数及调整要求

3.1出厂水砷浓度控制标准：根据《GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准》要求，出厂水砷浓度限值为10 ug/L；实际生产控制中，为留出足够的安全余量，按照出厂水砷浓度小于等于6 ug/L进行控制。

3.2工艺参数参考表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 原水砷浓度（ug/L） | 超标倍数 | 控制反应后pH值 | 高锰酸钾投加量（mg/l） | 铁盐投加量（mg/L，以商品重计） | 控制沉淀水浊度（NTU） | 铝盐投加量（mg/L，以商品重计） | 控制滤后水浊度（NTU） |
| 10 | 0 | 7.0-7.5 | / | ≥10 | 2 | / | <0.5 |
| 15 | 0.5 | 7.0-7.5 | 0.5 | ≥10 | 2 | / | <0.5 |
| 20 | 1 | 7.0-7.5 | 0.5 | ≥10 | 2 | 0.5-1.5 | <0.5 |
| 30 | 2 | 7.0-7.5 | 0.5 | ≥15 | 1 | 0.5-1.5 | <0.5 |
| 35 | 2.5 | 7.0-7.5 | 0.5 | ≥20 | 1 | 0.5-1.5 | <0.5 |

注：如采用高锰酸钾复合盐作为氧化剂，其投加量增加一倍。

以上工艺参考值是在原水低浊度的情况下，通过对实际生产数据或烧杯实验数据的分析和推断得出的，当原水浊度升高，须根据矾花情况，判断是否需要增加铁盐投加量，以保证沉淀水和滤后水的浊度满足要求。

3.3工艺调整要求

（1）如同时存在其它污染物，且要求提高pH值，则需要综合考虑去除难易程度，必要时可通过增加铁盐投加量提高砷的去除率；

（2）当确定原水中以五价砷为主，且基本不含有三价砷，可停止投加氧化剂；

（3）由于原水成分变化的影响，工艺参数参考表仅作为初始参考，生产过程中，应根据实际水质情况进行调整，并通过烧杯实验进行调整指导。

4.水厂生产调度

水厂生产调度应根据原水污染物浓度和实际处理效果进行调整，尽可能保持原水量稳定，如有必要，可停用处理效果无法达到要求的生产线。

图二：砷污染化学药剂投加点示意图

反应池

滤池

清水池

pH

pH

pH

pH

原水

出厂水

NTU

NTU

NTU

NTU

Cl

Cl

沉淀池

高锰酸钾（高锰酸钾复合盐）

pH

聚合硫酸铁

消毒剂

聚合氯化铝

十、附件三：铊污染水厂应急处理工艺控制指引

1.技术路线

在碱性条件下，以预氧化和铁盐混凝沉淀工艺为核心，其基本原理是：如原水中含有一价铊，先投加氧化剂将一价铊氧化成三价铊，然后利用铁盐混凝剂能与和铊形成难溶的氢氧化铊的特性，通过混凝、沉淀、过滤处理，以矾花絮体吸附共沉淀和滤池截留的方式，有效去除水中铊的不溶物；如滤池出水pH值高于8.5，则根据公司（厂）应急指挥部确定的滤池后出水pH值进行加酸，以满足生活饮用水的水质要求。

2.化学药剂使用及其投加点示意图

2.1需使用的化学药剂

（1）聚合硫酸铁：作为混凝剂使用

（2）聚合氯化铝：二次微絮凝中作为助滤剂使用

（3）次氯酸钠或高锰酸钾（高锰酸钾复合盐）：作为氧化剂使用

（4）氢氧化钠、盐酸：调节pH使用

2.2化学药剂投加点示意图

见图三

3.工艺控制参数及调整要求

3.1出厂水铊浓度控制标准：根据《GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准》要求，出厂水铊浓度限值为0.1ug/L；实际生产控制中，为留出足够的安全余量，按照出厂水铊浓度小于等于0.06 ug/L进行控制。

3.2工艺参数参考表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 原水铊浓度（ug/L） | 超标倍数 | 控制反应后pH值 | 次氯酸钠/高锰酸钾投加量（mg/L，以商品重计） | 高锰酸钾复合盐投加量（mg/L，以商品重计） | 铁盐投加量（mg/L，以商品重计） | 控制沉淀水浊度（NTU） | 铝盐投加量（mg/L，以商品重计） | 控制滤后水浊度（NTU） |
| 0.1 | 0 | 8.5-9.0 | 1.0/0.3 | 0.6 | ≥10 | 2 | / | <0.5 |
| 0.15 | 0.5 | 8.5-9.0 | 1.5/0.4 | 0.8 | ≥20 | 1 | 0.5-1.5 | <0.5 |
| 0.2 | 1 | 8.5-9.0 | 2.0/0.5 | 1.0 | ≥25 | 1 | 0.5-1.5 | <0.5 |

以上工艺参考值是在原水低浊度的情况下，通过对实际生产数据或烧杯实验数据的分析和推断得出的，当原水浊度升高，须根据矾花情况，判断是否需要增加铁盐投加量，以保证沉淀水和滤后水的浊度满足要求。

3.3工艺调整要求

（1）如同时存在其它污染物，且要求降低pH值，则需要综合考虑去除难易程度，必要时可通过增加铁盐投加量提高铊的去除率；

（2）由于原水成分变化的影响，工艺参数参考表仅作为初始参考，生产过程中，应根据实际水质情况进行调整，并通过烧杯实验进行调整指导。

4.水厂生产调度

水厂生产调度应根据原水污染物浓度和实际处理效果进行调整，尽可能保持原水量稳定，如有必要，可停用处理效果无法达到要求的生产线。

图三：铊污染化学药剂投加点示意图

盐酸

反应池

滤池

清水池

pH

pH

pH

pH

原水

出厂水

NTU

NTU

NTU

NTU

Cl

Cl

沉淀池

高锰酸钾（高锰酸钾复合盐）

pH

聚合硫酸铁

消毒剂

氢氧化钠

聚合氯化铝

十一、附件四：锑污染水厂应急处理工艺控制指引

1.技术路线

在酸性条件下，以铁盐混凝沉淀工艺为核心，其基本原理是：利用铁盐混凝剂在酸性条件下能与和锑形成难溶的锑酸根的特性，通过混凝、沉淀、过滤处理，以矾花絮体吸附共沉淀和滤池截留的方式，有效去除水中锑的不溶物；当滤池出水pH值小于7，则根据公司（厂）应急指挥部确定的滤池后出水pH值进行加碱，以满足生活饮用水的水质要求。

2.化学药剂使用及其投加点示意图

2.1需使用的化学药剂

（1）盐酸：降低原水pH值

（2）聚合硫酸铁：作为混凝剂使用

（3）聚合氯化铝：二次微絮凝中作为助滤剂使用

（4）氢氧化钠：用于滤后水回调pH值

2.2化学药剂投加点示意图

见图四

3.工艺控制参数及调整要求

3.1出厂水锑浓度控制标准：根据《GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准》要求，出厂水锑浓度限值为5ug/L；实际生产控制中，为留出足够的安全余量，按照出厂水砷浓度小于等于3 ug/L进行控制。

3.2工艺参数参考表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 原水锑浓度（ug/L） | 超标倍数 | 控制反应后pH值 | 铁盐投加量（mg/L，以商品重计） | 控制沉淀水浊度（NTU） | 铝盐投加量（mg/L，以商品重计） | 控制滤后水浊度（NTU） |
| 5 | 0 | 5.0-5.3 | ≥15 | 2 | / | <0.5 |
| 10 | 1 | 5.0-5.3 | ≥25 | 1 | 0.5-1.5 | <0.5 |
| 15 | 1.5 | 5.0-5.3 | ≥35 | 1 | 0.5-1.5 | <0.5 |

以上工艺参考值是在原水低浊度的情况下，通过对实际生产数据或烧杯实验数据的分析和推断得出的，当原水浊度升高，须根据矾花情况，判断是否需要增加铁盐投加量，以保证沉淀水和滤后水的浊度满足要求。

3.3工艺调整要求

（1）pH值对锑的去除非常重要，如同时存在其它污染物，需要同时去除且pH要求不一致，那么首先要保证去除锑的pH值要求，通过增加铁盐等其它方法去除其它污染物；

（2）由于原水成分变化的影响，工艺参数参考表仅作为初始参考，生产过程中，应根据实际水质情况进行调整，并通过烧杯实验进行调整指导。

4.水厂生产调度

水厂生产调度应根据原水污染物浓度和实际处理效果进行调整，尽可能保持原水量稳定，如有必要，可停用处理效果无法达到要求的生产线。

图四：锑污染化学药剂投加点示意图

反应池

滤池

清水池

pH

pH

pH

pH

原水

出厂水

NTU

NTU

NTU

NTU

Cl

Cl

沉淀池

盐酸

pH

聚合硫酸铁

消毒剂

氢氧化钠

聚合氯化铝

十二、附件五：锰污染水厂应急处理工艺控制指引

1．技术路线

以预氧化和铝盐混凝沉淀工艺为核心，其基本原理是：利用高锰酸钾的强氧化性，与水中溶解态的二价锰发生反应，生成难溶解的四价锰的化合物，通过混凝、沉淀、过滤处理，以矾花絮体吸附共沉淀和滤池截留的方式，有效去除水中的锰。当滤池出水pH值小于7，则根据公司（厂）应急指挥部确定的出厂水pH值进行加碱，以满足出厂水的水质要求。

2．化学药剂使用及其投加点示意图

2.1需使用的化学药剂

（1）聚氯化铝：作为混凝剂使用

（2）高锰酸钾（高锰酸钾复合盐）：作为氧化剂使用

（3）次氯酸钠：作为消毒剂使用

2.2化学药剂投加点示意图

见附图五

3．工艺控制参数及调整要求

3.1出厂水锰浓度控制标准：

根据GB 5749-2022 《生活饮用水卫生标准》要求，出厂水锰浓度≤0.1mg/L，色度值≤15，在实际生产控制中，为留出足够的安全余量，按照出厂水锰浓度≤0.03mg/L，色度≤5进行控制。

3.2工艺参数参考表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 原水锰浓度（mg/L） | 高锰酸钾投加量（mg/L） | 高锰酸钾复合盐投加量（mg/L） | 控制沉淀水浊度（NTU） | 控制滤后水、出厂水浊度（NTU） | 控制滤后、出厂水锰含量（mg/L） | 控制滤后、出厂水色度 | 控制出厂余氯（mg/L） | 控制出厂水pH值 |
| 0.1 | 0.2-0.3 | 0.4-0.6 | ≤2 | ≤0.5 | ≤0.03 | ≤5 | 0.35-0.4 | ≥7 |
| 0.2 | 0.4 | 0.8 | ≤1 | ≤0.5 | ≤0.03 | ≤5 | 0.35-0.4 | ≥7 |
| 0.3 | 0.6 | 1.2 | ≤1 | ≤0.5 | ≤0.03 | ≤5 | 0.35-0.4 | ≥7 |
| 0.4 | 0.8 | 1.6 | ≤1 | ≤0.5 | ≤0.03 | ≤5 | 0.35-0.4 | ≥7 |
| 0.5 | 1.0 | 2.0 | ≤1 | ≤0.5 | ≤0.03 | ≤5 | 0.35-0.4 | ≥7 |

以上工艺参考值是在原水锰污染时溶解态的锰占比较高的情况下，通过对实际生产数据或烧杯实验数据的分析和推断得出的，当原水中溶解态的二价锰占比降低时，须根据矾花和滤后水含锰的情况，判断是否需要调整高锰酸钾（高锰酸钾复合盐）和聚氯化铝的投加量，以保证沉淀水和滤后水的指标满足要求。

3.3工艺调整要求

（1）原水pH值会对高锰酸钾（高锰酸钾复合盐）的除锰效果产生影响，如果原水pH值较低，高锰酸钾（高锰酸钾复合盐）的投加倍数超过3才能满足除锰要求时，应采用投加氢氧化钙的方式来提高原水pH值以降低高锰酸钾（高锰酸钾复合盐）投加倍数，生产过程中，一定要先通过烧杯实验进行调整指导；

（2）如果原水浊度升高超过100NTU，应及时调整聚氯化铝的投加量，提升排泥频次，沉淀池浊度控制可放宽到2.0NTU以下；

（3）如果原水中溶解态的锰含量占总锰的比例降低，应及时降低高锰酸钾的投加量，以避免投加过量；

（4）由于原水成分变化的影响，工艺参数参考表仅作为初始参考，生产过程中，应根据实际水质情况进行调整，并通过烧杯实验进行调整指导。

4．水厂生产调度

水厂生产调度应根据原水污染物浓度和实际处理效果进行调整，尽可能保持原水量稳定，如有必要，可停用处理效果无法达到要求的生产线。

图五：锰污染化学药剂投加点示意图

反应池

滤池

清水池

pH

锰

pH

原水

出厂水

NTU

NTU

NTU

锰

Cl

沉淀池

高锰酸钾（高锰酸钾复合盐）

次氯酸钠

聚氯化铝

配水井

锰

色度