

硫酸亚铁混凝剂氯化系统在水厂中的应用

施 微 孙玉华

(合肥供水集团有限公司, 安徽合肥 230011)

摘要: 合肥市五水厂采用硫酸亚铁为混凝剂, 在原水藻含量增多, 硫酸亚铁投加大时, 出厂水色度较大, 硫酸亚铁单耗很高。为解决亚铁直接使用在制水生产中存在的问题, 五水厂研制了一套亚铁氯化系统。运行结果表明, 亚铁氯化后, 出厂水色度降低、除藻效果较直接使用亚铁进行水处理有明显提高, 硫酸亚铁单耗降低较多; 该亚铁氯化系统具有转化率很高、结构简单、运行稳定可靠、操作弹性大、便于维护和造价低的特点, 可为拟建亚铁氯化系统的水厂提供一定的参考。

关键词: 亚铁氯化 转化率高 结构简单 运行稳定

1 硫酸亚铁混凝剂直接用于制水生产时存在的问题

合肥市五水厂日生产能力为 50 万吨, 以地表水为水源, 原水水质符合《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006) III 到三级。混凝剂采用硫酸亚铁或聚合铝铁, 在原水藻含量增多时, 使用硫酸亚铁进行水处理存在如下问题。

1.1 残留在水体的 Fe^{2+} 使出厂水含铁量偏高, 且 Fe^{2+} 使处理后的水带色, 当水中色度较高时, Fe^{2+} 与水中有色物质反应, 生成了颜色更深不易沉淀的物质。

1.2 有效 pH 范围窄: $pH=8\sim 12$, 优化范围为: $pH=9\sim 11$, 在生产中需要投加大量石灰, 否则混凝剂的水解不充分, 混凝效果降低; 但投加大量石灰后, 混凝剂水解充分了, 又不利于控制出厂水的 PH 在 8.0 以下

的合格范围内。

1.3 浊度、藻类等去除差。

2 亚铁氯化系统

为了解决上述几个问题, 五水厂设计并制作了一套简单、造价低、运行稳定安全的亚铁氯化系统, 亚铁氯化后, 投加到水体, 可以有效地解决上述几个问题。详见示意图

3 主要结构介绍

3.1 图所示的进亚铁管处的阀门右侧, 装有一除渣装置。

3.2 图中 4 所示的转子流量计是利用国产加氯机上使用的转子流量计, 通过转子不同高度来计量亚铁投加量, 其关系可通过实验测定。

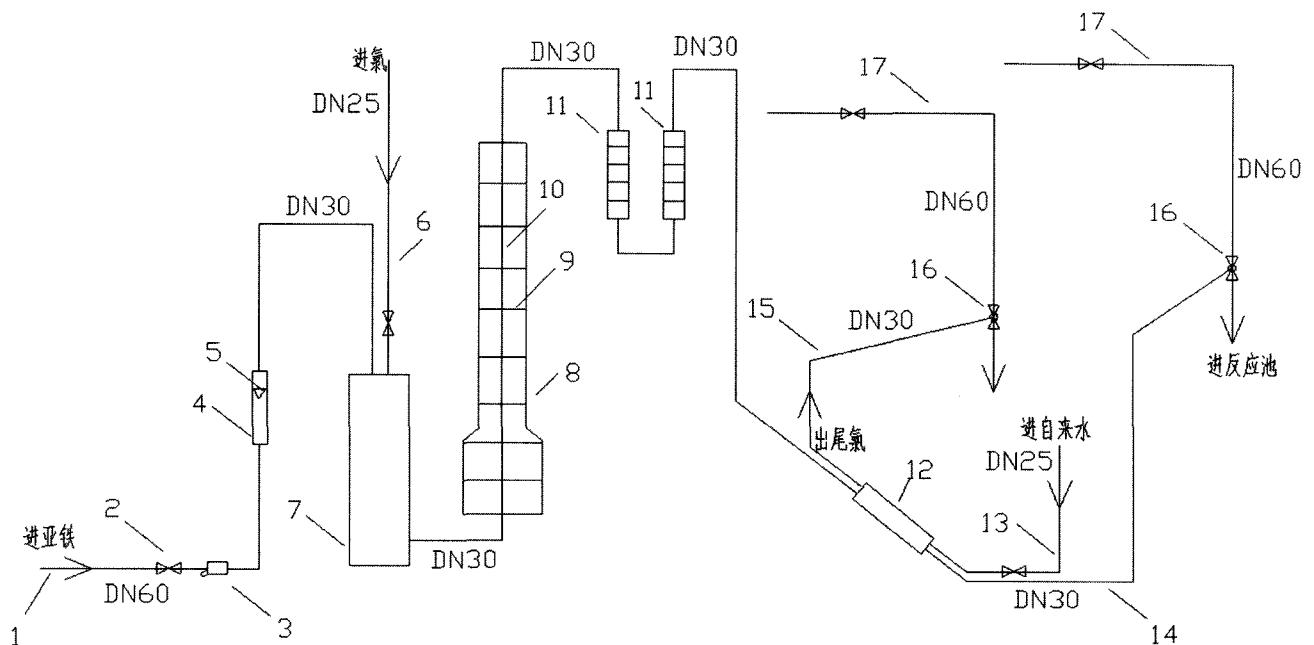
3.3 图中 7 所示的第 I 反应塔尺寸为: 直径

4、结果分析

众值、中值和均值三个指标是沉淀池的重要指标, 它表示待滤水浊度分布的集中趋势, 通过与理论停留时间值的比较, 能衡量沉淀池的工作状态、工作效率。在本实验中, 为什么均值时间远小于理论停留时间呢? 因为流体既受到底壁的影响, 也受到两侧壁的影响, 由于粘性作用, 在池壁附近形成一层附面层, 附面层内流速沿程减少, 因通过的流量不变, 附面层外的流速必然加大; 刮泥桁架, 集水槽支柱会产生涡流区; 沉淀层高低不平, 产生曲面会形成回流区, 池面风吹也会在池内形成偏流、短流现象; 当原水浊度较高或波动时, 也会产生异重流现象。由实验数据可知, 示踪

物质通过的均值时间远小于理论停留时间, 说明沉淀池中存在环流现象, 有较大的停滞区, 沉淀池的有效体积严重缩小; 众值、中值对均值之比皆小于 1, 说明沉淀池也存在短流现象。在实际生产中, 本人认为对混凝剂投加效果有较大指导作用的是众值时间, 在浊度-时间曲线图上, 容易直观判断, 它是急先锋, 时间也最短, 也最能反映沉淀效果, 尤其在水质较难处理的状况下, 通过对待滤水浊度-时间曲线的分析, 就比较容易找到理想的混凝剂投加率, 减少药耗。

作者通联: 013682996245



亚铁氯化系统示意图

- 1—进亚铁管 2—阀门 3—排渣口 4—转子流量计(计量亚铁) 5—转子 6—加氯管
7—第I反应塔 8—第II反应塔 9—筛板 10—支柱(支撑筛板) 11—第III、IV反应塔 12—中转玻璃罩
13—进水管(自来水) 14—出料管 15—尾氯管 16—水射器 17—压力水管

$\phi=16\text{cm}$ 高度 $h=60\text{cm}$, 材质为硬聚氯乙烯塑料(UPUC)。

3.4 图中 8 所示的第二反应塔尺寸:

上部: 直径 $\phi=13\text{cm}$, 高度 $h=110\text{cm}$ 。

下部: 直径 $\phi=18\text{cm}$, 高度 $h=40\text{cm}$, 材质为聚氯乙烯塑料(UPUC)。

3.5.1 图中 8 所示的第二反应塔后也可添加第 III、IV 反应塔, 为两个作用、形状完全相同的反应塔, 尺寸为直径 $\phi=10\text{cm}$, 高度 $h=45\text{cm}$, 材质为有机玻璃, 这个设备可采用国产转子加氯机中的中转玻璃罩, 以便明显看到反应效果。(见图 11)

3.5.2 添加的第 III、第 IV 反应塔的内部结构: 这两个反应塔的内部各装有四个相同的筛板, 在筛板的边壁附近开一周直径为 2mm 的小孔, 孔距为 1cm , 共开 16 个孔。该装置可以提高氯与亚铁的转化率。筛板间距为 9cm , 筛板中间有支柱支撑, 筛板、支柱的材质为硬聚氯乙烯(UPUC)塑料。

3.6.1 图中 12 所示的中转玻璃罩反应装置, 内部没有筛板, 为一倾斜 30° 放置的圆桶设备, 亚铁和氯的反应混合物从上部进入, 反应剩余氯从上部出去, 然后进入反应池, 进水管在下部, 出料管在下部。该装

置作用: 提高出料的连续性, 进一步提高亚铁转化率。

4 运行效果与分析

4.1 结合源水量, 控制氯和硫酸亚铁的投加比为 1:8, 运行结果表明, 亚铁转化率可达 98%, 操作简单, 运行稳定, 取得很好的净水效果, 达到了预期目的。

4.2 运行时, 从反应装置中(图中 12)很清楚地看到, 浅绿色的亚铁溶液被氯化成了红褐色铁盐溶液, 并伴有一些泡沫, 反应效果很好, 现象很明显。

4.3 反应塔中的筛板起到了一个很好的作用。

4.3.1 亚铁和氯在每块筛板上接触一次, 进行逐级的多次接触, 提高了转化率。

4.3.2 运行时, 由于气体的动能很大, 把板上的液体向上喷成大小不等的液滴, 在筛板间形成的气泡不断发生碰撞和破裂, 板上的液体大部分以液膜的形式存在于气泡之间, 形成直径较小, 扰动十分剧烈的动态泡沫, 使传质面积大大增加, 而且表面不断更新, 为两相传质提供了良好的条件。

4.4 硫酸亚铁氯化前后一月的水质、单耗变化情况见下表。

(下转第 22 页)



由于原水中杂质含有大量有机胶体, 要使这些胶体杂质在原水中更好地实现双电层作用和吸附架桥作用, 必需增加聚合氯化铝浓度才能得到理想的脱稳和絮凝效果。表3是该厂记录在制水过程中不同的PAC投加量对水质的影响对比情况。月浦水厂在生产实践中, 增加了聚合氯化铝投加量(3.0~4.0 mg/L), 得到了较好的絮凝和沉淀效果, 提高了滤池的浊度去除率, 改善了滤池的过滤效能。

表3 制水过程不同PAC投加量对水质的影响

原水浊度 (NTU)	<10				
PAC 投加量 (mg/L)	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
待滤水浊度 (NTU)	2	2	1.5~2.0	1.5~2.0	1.5~2.0
滤后水浊度 (NTU)	0.20	0.20	0.15~0.20	0.15~0.18	0.14~0.16
出厂水浊度 (NTU)	0.20	0.20	0.18	0.15	0.13

3.3 加强滤池运行的管理

针对滤池过滤性能的下降和水头损失的增加, 生产中应根据清水阀门开度的变化情况来调节过滤周期, 当清水阀门开度开始增大时, 说明滤料的孔隙开始堵塞, 应将滤池结束运行进行反冲洗, 同时适当延长冲洗时间, 确保反冲洗效果; 由于初滤水浊度较高, 应

该延长反冲洗后的保养时间, 排放初滤水, 确保滤池出水水质。

3.4 加强对原水水质的检测

针对春季水质的变化情况, 严密监控相关水质项目的变化趋势, 如耗氧量 (CODMn)、UV254、pH 值、氨氮、藻类等, 出现异常升高的时候应立即采取措施, 调整制水处理的运行; 水质异常期间, 需要密切注意制水工艺流程的运行, 通过自控系统采集的各项生产数据和水质在线仪表监测数据, 科学分析工艺运行情况, 及时发现异常情况并采取应对措施, 确保出厂水水质的安全。

月浦水厂在现有工艺条件下采取上述措施, 有效保证了工艺设施的正常运行, 同时降低了滤后水浊度, 出厂水浊度也控制在 0.20NTU 以内。

4. 结语

春季原水水质容易出现有机物微污染情况, 在生产中要密切注意工艺的运行状况, 结合水质监测分析, 采取有效安全的预氧化处理及加强常规水处理等措施, 确保制水流程的正常运行和水质的稳定达标。

作者通联: 013829692398

.....
(上接第18页)

硫酸亚铁氯化前后一个月水质、单耗的对比

项目	原水水质			出厂水水质			单耗	
	浊度 /NTU	藻 / (万个·L ⁻¹)	色度 / 倍	浊度 /NTU	藻 / (万个·L ⁻¹)	色度 / 倍	液氯 / (g·m ⁻³)	硫酸亚铁 / (g·m ⁻³)
氯化前	20.0	1126	23	0.24	3.5	<5	10.3	40.4
氯化后	19.8	1083	17	0.26	0.8	<5	3.1	31.5

注: 硫酸亚铁氯化后一月的单耗较亚铁氯化前降低了 22%, 液氯单耗降低了 70%。

5 结语

5.1 这套亚铁氯化系统, 结构简单, 具有造价低, 易于操作, 运行稳定, 操作弹性大和转化率相当高等诸多优点; 亚铁氯化后, 出厂水色度降低、亚铁单耗降低; 氯化后的铁盐形成的矾花大, 除藻效果较单独用亚铁有明显提高。

5.2 亚铁氯化后, 制水生产有效 PH 范围变宽, 生成的三价铁盐不仅在除色方面而且对除味与臭的化合物方面也很有效; 生成的 Fe(OH)₃ (K_{sp}=3.8*10⁻³⁸) 溶解度很低, 起到了良好的混凝、净水效果, 出厂水铁离子含量由原来的 0.08 ~ 0.34mg/L, 降为 0.01 ~ 0.27mg/L。

5.3 亚铁氯化后可引起“滤前加氯”的作用。既可杀菌消毒, 又可杀死其它微生物, 使沉淀池和滤池水面不生藻类, 减轻滤池负担。

5.4 因氯与亚铁反应温度升高, 特别是高温天气, 应该在装置外贴一温度计, 随时观察该装置的温度。

5.5 停用, 应对装置中的筛板进行清洗, 防止长期运行后筛孔堵塞, 降低反应效率。

5.6 亚铁氯化不仅能节能降耗而且能保障饮用水的安全性, 该系统可以为拟建亚铁氯化系统的水厂提供一定的参考。

作者通联: 0551-4421641