



pH 值对高铁酸盐复合药剂强化除藻的影响

石 颖, 马军, 李圭白

(哈尔滨建筑大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150008)

摘要: 探讨了pH值对高铁酸盐复合药剂强化混凝除藻效果的影响规律, 分别考察了原水pH为 5.0、7.0 和 10.0 条件下高铁酸盐复合药剂预氧化对除藻效率的影响规律。试验结果表明, 对于微酸性原水(pH=5.0), 高铁酸盐复合药剂强化混凝除藻效果最好; 随着pH值的提高, 高铁酸盐复合药剂强化混凝除藻效果逐渐降低, 但即使在较高pH值条件下(pH=10.0)仍然可取得明显的强化除藻效果。

关键词: 除藻; 高铁酸盐复合药剂; pH值

大多数湖泊、水库、河川属于中碱性水体。由于一般淡水水体中碳酸系统的缓冲作用, pH值多在 6~9 之间变化, 有时受浮游藻类强烈光合作用的影响, 在午后一段时间随着CO₂的消耗, 水体的pH值升高; 半夜以后, 光合作用停止, CO₂量在水体中增高, pH值降到最低。但是, 如果湖泊、水库发生了水华现象, 在强烈的光合作用下, 大量的CO₂被耗尽, 可使pH值急剧升高达到 9~10, 而一般混凝剂的pH适宜范围则为 6.5~7.5。另外藻类形成的浊度, 其组成大多为有机质, 电动电位(ζ)约在-40mV以上, 具有较高的稳定性, 比重小, 难于下沉, 且藻类自身常粘附在滤料表面, 使过滤周期缩短。尽管能够影响混凝效果的因素很多, 但混凝过程中的pH是首要因素, 因为pH值直接影响水中胶体浊质和藻类的电荷, 控制水中化学反应动力学。同时pH决定混凝剂的水解速率和混凝剂水解产物的类型、浓度和电荷, 控制金属氢氧化物沉淀在水中的溶解度等。

1 试验方法

为了保持整个试验研究过程中所用含藻水的有机成分和含藻量相接近, 采用由试验室培养的藻类来配制含藻水。藻类的生长分为适应期、对数生长期、稳定生长期、衰亡期四个阶段, 一般在稳定生长期阶段藻类的数量可以在几天内保持不变, 而且有研究报导^[1, 2], 当藻类的浓度达到($10^2 \sim 10^3$)万个/L时, 含藻水的混凝过程会受到严重的影响, 即藻类浓度增大时絮体形成较晚或数量很多但絮片小, 不易长大。为了使试验结果更具有代表性, 选择在镜检发现藻类浓度超过 10^2 万个/L时进行试验。试验含藻水浊度 29 NTU, 水温 28℃, COD_{Mn}=15.5mg/L, UV₂₅₄=0.36, 含藻量为 8.4×10^3 万个/L。用 6mol/L 浓盐酸和 6mol/L 的氢氧化钠调节水的pH值, 在不同pH值条件下研究高铁酸盐复合药剂强化混凝除藻的效果。采用DBJ—六联定时搅拌器进行杯罐混凝搅拌试验, 将配好的水样分别加入相同体积的烧杯中, 投加一定量高铁酸盐复合药剂, 以 300r/min 转速搅拌 1min 再投加一定量的聚合铝, 继续以 300 r/min 转速搅拌 1min, 然后以 30r/min 慢速搅拌 10min, 静置 20min 后在水面下 1cm 处抽取上清液测定水中的剩余藻类。藻类的测定采用显微计数法进行。经镜检观察到水中藻类主要有衣藻、球藻、二形栅藻等。

2 试验结果

当原水 pH 值分别为 5.0、7.5、10.0 时, 将高铁酸盐复合药剂强化混凝与单纯聚合铝混凝对水中藻类的去除情况进行对比。结果表明, pH 为 5.0 时, 单纯投加聚合铝效果不好, 随着聚合铝投量增加, 初期除藻效果略有提高; 当 PAC 增加到 30mg/L 时, 除藻率达到最高点; 再增大投加量, 除藻效率反而略有下降, 这说明对于该含藻水的最佳混凝剂投加量约为 30mg/L。若在投加聚合铝之前投加 1.5 mg/L 高铁酸盐复合药剂, 与单纯投加聚合铝相比, 去除藻类的效果得到明显提高。当聚合铝投量为 10mg/L 和高铁酸盐复合药剂投量为 1.5mg/L 时, 沉后藻类去除率就已经达到 60%, 远高于单纯投加聚合铝时的最大除藻效率 40%。

pH 为 7.5 和 10.0 时, 在所采用的聚合铝投量范围内, 高铁酸盐复合药剂强化混凝除藻效率均显著高于单纯投加聚合铝的情况。将三种不同 pH 值的试验结果进行比较, 当高铁酸盐复合药剂投量为 [HJ] 1.5 mg/L



时, pH 为 5.0、7.5 和 10.0 三种条件下, 都在聚合铝投量为 40mg/L 时达到最大的除藻率, 并且水的 pH 愈低, 最大除藻率愈高。

图 1(a)为聚合铝投加量为 40 mg/L, 相应地改变高铁酸盐复合药剂投量, 比较 pH 5.0、7.5 和 10.0 时的沉后藻类去除率。显然, 无论在酸性、中性还是碱性条件下, 沉后藻类的去除率都随着高铁酸盐复合药剂投量的增加而提高; 而且随着 pH 的降低, 沉后藻类去除率也相应提高, 这与前面所述的结果相一致。由图 1(b)还可以看到滤后藻类的去除率也随 pH 的降低而提高, 但随高铁酸盐复合药剂投量的增加, 藻类去除率达到很高时这种趋势变得不明显了。

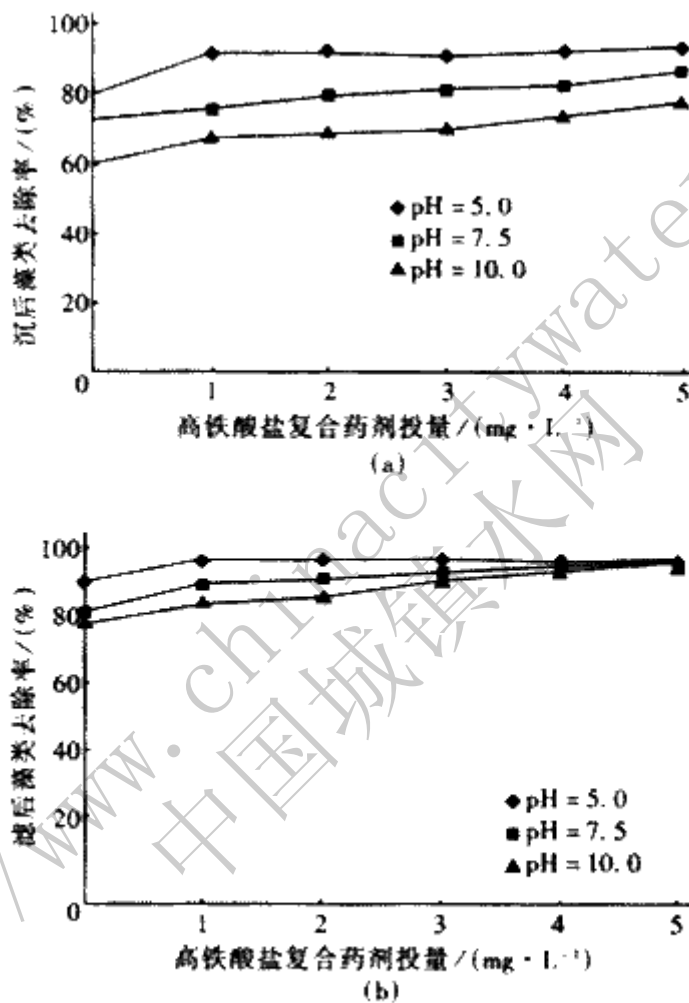


图 1 不同 pH 值对高铁酸盐复合药剂强化混凝除藻效果的影响

图 2 为 pH 分别为 5.0、7.5 和 10.0 时, 滤后水 COD_{Mn} 随高铁酸盐复合药剂投量变化情况。滤后水 COD_{Mn} 大小可以直接反映含藻水中有机物的含量, 既包含剩余藻类也有藻类的代谢产物。由图 2 可见, 随着高铁酸盐复合药剂投量的增加, 滤后水 COD_{Mn} 值也随之降低。当 pH 为 5.0 时滤后水 COD_{Mn} 值要比 pH 为 7.5 时明显降低。但当 pH 为 7.5 和 pH 为 10.0 时, 滤后水 COD_{Mn} 值比较接近, 说明在中性和碱性条件下, 高铁酸盐复合药剂的强化混凝除藻与去除有机物的作用减弱了。

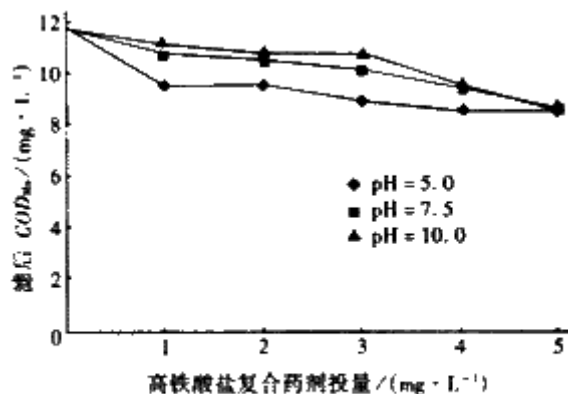


图2 高铁酸盐复合药剂强化混凝时不同 pH 值对滤后 COD_{Mn} 的影响

波长 254 nm 的紫外吸光度值(UV254)是反映难挥发性总有机碳(NPTOC)的总三卤甲烷生成势(TTHMFP)的一个良好的替代参数。而且有研究表明, UV254 与 COD_{Cr}、UV254 与 TOC、UV254 与 BOD₅ 均具有显著的线性关系^[3], 因而通过 UV254 吸光度值的下降可以推断处理后水中有机物总浓度下降情况。含藻水经混凝、沉淀、过滤后要要进行氯化消毒, 但由于水中含有藻类释放出来的多种有机物, 氯化后可能增加卤代有机物(THM)生成量。高铁酸盐复合药剂强化混凝作用, 可能对含藻水中的 THM 前质有去除效果。由图 3 可见, 高铁酸盐复合药剂强化混凝对滤后水 UV254 值有明显的去除作用, 沉后水样用 G4 砂芯漏斗(孔径 5~6 μm)过滤以消除浊度的影响, 以 751 型紫外分光光度计在 λ=254nm 波长下测定水样的吸光度, 可见 UV254 值随混凝剂投量增加逐渐降低。随着高铁酸盐复合药剂投量的增加, UV254 值又有进一步降低。

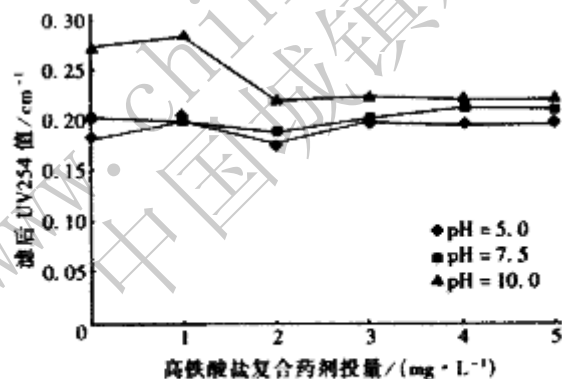


图3 高铁酸盐复合药剂强化混凝时不同 pH 值对滤后 UV254 的影响

由图 3 还可以看出, UV254 值作为水中 THM 的替代参数, 随着 pH 值降低, UV254 值的下降幅度加大, 可以推断高铁酸盐复合药剂在低 pH 值条件下, 对水中 THM 前质有很强的去除作用。

根据前面的试验结果可以看出, 水中 pH 值越低, 高铁酸盐复合药剂的强化混凝除藻作用越强, 说明在高铁酸盐复合药剂强化混凝过程中, 高铁酸盐复合药剂的氧化性起主要作用, 进一步验证了高铁酸根氧化还原电位在酸性条件下为 2.2V, 高于在碱性条件下为 0.7V 的研究结果。即随着 pH 值的降低, 高铁酸盐复合药剂的氧化能力增强, 促使水中有机物分解和破坏, 而且伴随其在水中分解过程中可能产生高正电多聚水解产物, 最终形成的 Fe(OH)₃ 胶体沉淀, 使其不仅可以氧化水中某些有机物, 而且可以通过吸附和共沉的协同作用去除水中的有机物。

3 结语



通过试验发现,高铁酸盐复合药剂预氧化对水中藻类具有优良的强化去除作用,随着pH值的降低,高铁酸盐复合药剂的强化混凝除藻作用更加显著。在pH为 5.0 的原水中,高铁酸盐复合药剂强化混凝无论在除藻、除COD_{Mn}、还是去除水中THM前质等几方面均取得最好的效果,优于pH为 7.0 和pH为 10.0 时的条件,这可能是由于在酸性条件下高铁酸根的氧化性较强所致。该试验结果进一步验证了高铁酸盐复合药剂在含藻水处理上具有较大的应用潜力。

参考文献:

- [1] 罗晓鸿,周荣等.藻类及其分泌物对混凝过程的影响研究 [J].环境 科学学报, 1997, 13(4): 13-16.
- [2] 周荣,罗晓鸿,王占生等.藻类对混凝的影响 [J].中国给水排水, 1997, 13(4): 38-39.
- [3] 黄君礼,鲍治宇.紫外吸收光谱法及其应用 [M].中国科学技术出版社, 1990.10.
- [4] 马军,石颖,刘伟等.高铁酸盐复合药剂预氧化除藻研究 [J].中国 给水排水, 1998, 14(5): 9-11.