



高锰酸钾复剂对给水处理中混凝的强化效应

张锦¹, 李圭白², 马军²

(1 大连海事大学 环境科学与工程学院, 辽宁大连 116026; 2.哈尔滨工业大学.市政环境工程学院, 黑龙江哈尔滨 150090)

摘要: 通过混凝处理前采用高锰酸钾复合药剂预处理, 考察了其对混凝水处理的强化效应。实验结果表明: 高锰酸钾复合药剂预处理对混凝处理具有很好的强化效应, 能显著提高混凝过程对浊度、有机物等污染指标的去除效率, 改善出水水质, 当高锰酸钾的用量为 0.25 mg / L 时, 聚合氯化铝和硫酸铝的投加量分别减少 30% 和 40%。

关键词: 给水处理; 高锰酸钾; 强化混凝; 预处理

近年来的一些监测表明, 我国的水体已普遍受到严重污染, 而且受污染类型绝大多数属于有机污染^[1]。有机污染物能就附于水中胶体颗粒表面, 提高胶体的稳定性, 阻碍胶体的沉降脱稳^[2], 影响了常规混凝工艺的处理效果。

由于常规的混凝处理过程对有机物的去除率不高, 因此用氧化剂进行预处理是强化混凝去除有机污染物的行之有效的方法之一。我国一些学者在对高锰酸钾预氧化水处理应用研究的基础上, 又提出了高锰酸钾复合药剂 (以 PPC 表示) 这一复合性的水处理药剂^[3]。PPC 是以高锰酸钾为主剂的一种复合性药剂。前期的一些研究已经表明了 PPC 在某些水质的处理上具有较高的氧化和助凝助滤等功能^[4]。本文主要针对某受污染水源水, 采用高锰酸钾复合药剂预处理以强化常规的混凝处理, 进一步考察该药剂对水体混凝处理的强化效应。

1 实验水质及实验方法

1.1 水质概况

水源水引自南方某一人工河。受河岸上游一些工农业生产废水和生活污水的影响, 河水污染严重且有臭味。实验是在冬季低温低浊期进行的, 原水的浊度在 15NTU 左右, $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 在 7 mg / L 左右, 水温在 6℃ 左右, 臭味强度在 2 级左右。

1.2 实验方法

以室内烧杯搅拌混凝实验为主, 是在六联电动搅拌器上进行的, 水量为 1000 mL。混凝条件为先以 250r / min 的转速快搅 2 min, 再以 60r / min 的转速慢搅 10 min, 静止沉 10min, 以虹吸法在液面下 2cm 处取上清液 200mL, 进行相应指标的分析, 其中 PPC 预处理的条件为在混凝剂前先投加, 并以 100r / min 的转速搅拌反应一定时间 (如无特别指明为 10min)。通过 PPC 预处理强化与常规混凝处理效果的对比, 分析 PPC 预处理的强化混凝效应。图 1 为主要实验流程图。实验中同时采用硫酸铝 ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) 和聚合氯化铝 (PAC) 两种混凝剂。



图1 实验流程

2 实验结果与讨论

2.1 PPC 预处理的强化去除浊度效果

图 2 和图 3 分别表示 PPC 预处理对聚合铝和硫酸铝混凝的强化除浊效果, 其中 PPC 的投量为 0.25mg / L。

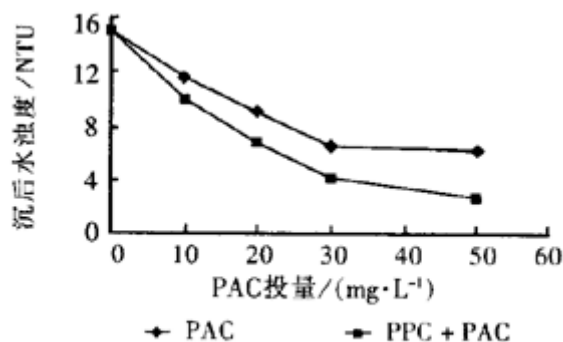


图2 PPC对PAC混凝除浊度的强化效应

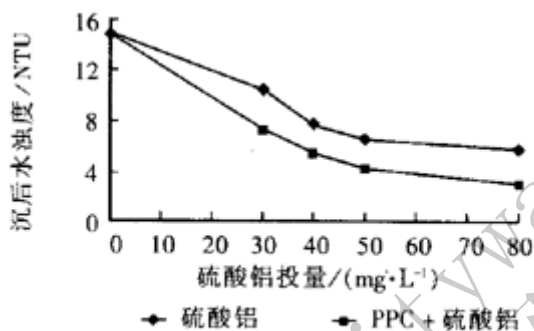


图3 PPC对硫酸铝混凝除浊度的强化效应

从图2看出,当以聚合氯化铝作混凝剂时,随着混凝剂投量的增加,开始时沉后水浊度有很大降低,而当混凝剂投量达一定值时,再增加其投量,对沉后水浊度影响不大。而采用PPC预处理时,在相同混凝剂投量下,沉后水浊度比单纯混凝时的浊度有很大降低,可见,高锰酸钾复合剂对聚合氯化铝的混凝具有很明显的强化去除浊度的效应。

图3为以硫酸铝作混凝剂的情况。同氯化铝情况相似,PPC预处理对硫酸铝混凝同样具有明显所强化去除浊度的效应。

综上所述,高锰酸钾复合药剂预处理对混凝除浊具有较高的强化效应。

2.2 PPC预处理对COD_{Mn}的强化去除效果

有机污染是目前水体污染的主要指标。图4和图5分别表示PPC预处理在两种混凝剂混凝处理过程中对有机污染物的强化去除效果。

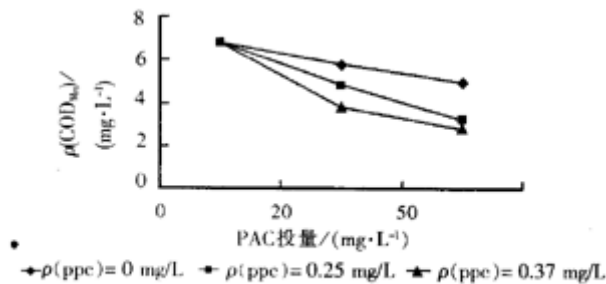


图4 PPC对PAC混凝除污染的强化效应

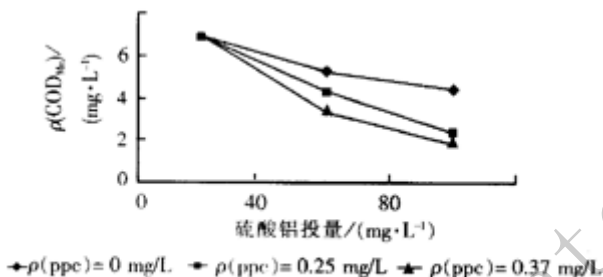


图5 PPC对硫酸铝混凝除污染的强化效应

从图4看出,原水 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 为 6.9 mg/L ,单独用PAC混凝沉淀处理后, COD_{Mn} 质量浓度有一定幅度下降,实验条件下可降至 $5.5\sim 4.3\text{ mg/L}$;而投加PPC进行强化处理时, COD_{Mn} 的降低则更为明显,PPC投量为 0.25 mg/L 时,同样条件下 COD_{Mn} 的质量浓度可降为 $4.2\sim 2.3\text{ mg/L}$,当PPC投量为 0.37 mg/L 时, COD_{Mn} 质量浓度又可继续降至 $3.2\sim 1.8\text{ mg/L}$ 。可见,对应条件下PPC强化与单纯混凝相比, COD_{Mn} 的相对去除率可达 $24\%\sim 58\%$ 。

图5以硫酸铝作混凝剂的实验结果与此相似,单纯混凝 COD_{Mn} 的去除率很低,而投加PPC预处理后,对 COD_{Mn} 的去除效果明显提高,与单纯混凝相比其相对去除率可达 $15\%\sim 44\%$ 。可见,PPC预处理具有很高的强化混凝除污染效应。

2.3 PPC预处理强化混凝的经济效应

一般情况下,水体中由于有机污染物的存在,导致混凝效果下降。因此要改善处理效果,就必须增加混凝剂投量,这样就造成了制水成本的增加。从上文的实验结果可以看出,采用一定量的PPC预处理可明显强化混凝工艺的水处理效果,改善出水水质。而且在实验中还观察到,在达到相同出水水质的情况下,投加PPC进行预处理可在很大程度上节省混凝剂的投量,从而可降低制水成本,具有较高的经济效益。如以图2中PPC强化和单独PAC混凝的结果对比可以看出,当PPC投量为 0.25 mg/L 时,PAC的投量只需 20 mg/L 就可以达到与单独 30 mg/L PAC投量时相同的出水浊度(约 7.0 NTU),即达到相同出水可节省PAC达 10 mg/L ,相对节省约 30% ;以硫酸铝作混凝剂时的结果也是类似的,图3中以 0.25 mg/L 的PPC预处理时,硫酸铝投量为 30 mg/L 时就可以达到与单独混凝时 50 mg/L 硫酸铝投量的相同的出水浊度(约 7.2 NTU),即达到相同出水水质可节省硫酸铝达 20 mg/L ,相对节省约 40% 。

一般情况下,在滤后水的出水浊度等指标与沉后水的相应指标成对应关系,且沉后水浊度在 $6\sim 7\text{ NTU}$ 左右时一般滤后水即可达到 3.0 NTU 的要求标准。因此,从本文的分析结果可以看出,使用PPC预处理不仅能强化混凝过程的除污染净水效果,而且在为达到相同水质要求时可大幅度节省混凝剂投量,降低制水成本,具有较高的使用价值。

3 高锰酸钾复合药剂的主要作用机理

3.1 高锰酸钾的氧化作用

PPC是以高锰酸钾为主剂的一种复合性药剂,因此高锰酸钾的氧化作用在复合药剂的作用中是不可忽略的。在水中含有有机物等污染成分时,高锰酸钾可发挥其较强的氧化作用,将一部分有机物氧化破坏,



从而降低了后续处理的有机负荷。

3.2 新生态水合二氧化锰的吸附和催化氧化作用

高锰酸钾的氧化中间产物——新生态水合二氧化锰在PPC的作用中起到了一定的作用。新生态水合二氧化锰作为一种中间价态的产物，既具有一定的催化氧化性，同时又由于其在水中的溶解度很小，且具有较大的比表面积，具有一定的吸附性，有研究证明^[5]新生态水合二氧化锰的吸附在对有机物的去除中起到一定的作用。

3.3 高锰酸钾与其它组剂的协同作用

前期的研究^[5]对高锰酸钾和其复合药剂的作用效果进行了系统的对比分析，表明了PPC具有远远高于单纯高锰酸钾的除污染效果，证明了复合药剂中高锰酸钾和其它组分存分着一定的协同强化作用。

4 结语

分别使用聚合氯化铝和硫酸铝为混凝剂进行混凝实验，并与高锰酸钾复合药剂预处理的强化混凝效果进行对比。结果表明，高锰酸钾复合药剂对硫酸铝和聚合氯化铝混凝处理均有较高的强化效应。另外，使用PPC预处理可降低混凝剂投量，降低制水成本。在实验条件下、当PPC投量为0.25mg/L时，在达到相同出水水质时可节省混凝剂聚合氯化铝30%左右、硫酸铝40%左右，具有较高开发应用前景。

参考文献：

- [1] 李晓东, 蔡一庆, 马军. 水中有机成分及其对饮用水水质的影响 [J] 给水排水, 1999, 25 (5) : 12—14.
- [2] M R Jekel. The stabilization of dispersed mineral particles by adsorption of humic substance [J] .Water Research, 1986, 20 (12) : 1543—1554
- [3] 马军 高锰酸钾去除与控制饮用水中有机物污染物的效能与机理 [D] 哈尔滨: 哈尔滨建筑大学, 1990
- [4] 陈忠林 高锰酸钾复合药剂强化混凝除油除臭研究 [D] 哈尔滨: 哈尔滨建筑大学, 1997
- [5] 张锦 高锰酸钾复合药剂除酚除臭研究 [D] 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2001