

试验研究

重辅强化混凝处理市政污水的试验研究

唐贞伟

(杭州高新(滨江)水务有限公司,浙江 杭州 310051)

摘要:针对暴雨时市政污水的特点,通过混凝试验考察了混凝剂投加量、重辅介质投加量、投加顺序、搅拌条件和静沉时间等因素对重辅强化混凝效果的影响。试验结果表明:重辅强化混凝后污染物去除效果优于常规混凝工艺;在最优条件下,即 PAC35 mg/L,重辅介质 300 mg/L,PAM0.8 mg/L,混合快搅强度 300 r/min(55s),絮凝慢搅强度 70 r/min(7min)时,SS、COD 和 TP 的去除率分别达到 73.3、34.7 和 67.9%。该法可强化混凝效果,减少混凝剂投加量,缩短水力停留时间,为拓宽暴雨时市政污水的应急处理技术领域提供了参考。

关键词:重辅介质;强化混凝;混凝沉淀;市政污水

中图分类号:X703.1

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2015)01-0033-03

EXPERIMENTAL RESEARCH ON TREATMENT OF MUNICIPAL SEWAGE BY ENHANCED COAGULATION

TANG Zhen-wei

(Hangzhou Hi-Tech (Binjiang) Water Co., Ltd., Hangzhou 31005 China)

Abstract: According to the characteristics of municipal sewage in storm period, the different influence factors such as coagulant dosage, gravity assisted medium dosage, dosing sequence, stirring conditions and static settling time on enhanced coagulation effect were studied by the coagulation experiment. The results indicated that the effect of enhanced coagulation process was better than that of conventional coagulation, and under the optimum conditions of the dosage of PAC of 35 mg/L, gravity assisted medium of 300 mg/L, PAM of 0.8 mg/L, fast stirring intensity of 300 r/min (55s) in mixed stage and slow stirring intensity of 70r/min (7min) in flocculation stage, the removals of SS, COD and TP were 73.3、34.7 and 67.9 % respectively. By the method, the effect of coagulation was improved, the coagulant dosage was reduced, and the hydraulic retention time was shortened significantly, so the technical field of emergency treatment of municipal sewage in storm period was broadened.

Key words: Gravity assisted medium; Enhanced coagulation; Coagulation sedimentation; Municipal sewage

暴雨时大量雨水进入排水管网,因处理设施容量有限,或管道截流倍数设计偏小,污水易从管道溢出。暴雨时合流致市政污水含有生活污水、工业废水、地表径流雨水和腐烂底泥等成分,存在多种病原菌、氮磷等营养物以及其它毒害物质,直排将造成污染^[1]。因此,对暴雨时市政污水的应急处

理是预防水体污染的重要措施之一。

暴雨时市政污水具有水量大、成分复杂和突发性等特点,常规处理法有人工湿地、调蓄池、分离器和强化沉淀池等^[2],而涉及重辅强化混凝技术方面的研究^[3]较少。本文针对暴雨时市政污水特点和应急处理要求,对该技术进行了试验研究,考察了多种因素对强化混凝效果的影响,并确定了最

佳条件,为市政污水的应急处理提供技术参考。

1 材料及方法

1.1 原水水质

原水取自杭州市滨江区市政排水管网某泵站,取样时正值暴雨时段。原水外观呈灰黑色,有异味,主要水质情况见表 1。

表 1 杭州某泵站暴雨时市政污水水质

指标	SS(mg/L)	COD(mg/L)	TP(mg/L)
范围	45~70	68~102	3.36~3.92

1.2 试验方法与药剂

采用搅拌机进行混凝静态实验。取 1 000 mL 原水分别置于容器中,调整 pH 值,改变药剂投加量、操作条件和控制时间进行混凝。结束后取出浆片,静沉一定时间,取上清液测定 SS、COD 和 TP 指标。

聚合氯化铝(PAC,质量浓度 0.5%)、聚丙烯酰胺(PAM,阳离子型,质量浓度 0.05%)、重辅介质(Fe_3O_4 ,黑色粉末,平均粒径 70 μm)。

1.3 分析方法与仪器

试验中主要指标的分析方法和仪器如表 2。

表 2 试验分析方法^[4]和仪器

指标	pH 值	SS	COD	TP
方法	pH 计	测定仪	快速消解分光光度	钼酸铵分光光度
仪器	PHS-5 型酸度计	SS-2A 悬浮物测定仪	HACH RB200+ DRB2800	722 型可见光分光光度计

2 结果与分析

2.1 投加量对混凝效果影响

2.1.1 PAC

试验改变 PAC 单独投加量,考察其对混凝效果的影响。操作条件为快搅(200 r/min)50 s,慢搅(50 r/min)5 min,静沉 20 min,结果如图 1。可知随着 PAC 投加量的增加,各指标去除率均呈上升趋势,当超过 45 mg/L 后,去除率升高趋势变缓或略有下降,这是由于过量 PAC 引起的水体吸附饱和和导致的胶体复稳和架桥能力下降所致。因此,PAC 单独投加量为 45 mg/L 左右为宜。

2.1.2 PAC+PAM

传统混凝理论认为,投加助凝剂可发挥协同作用提高混凝效果^[5]。试验改变 PAM 投加量,操作条件为快搅(200 r/min)50 s,慢搅(50 r/min)5 min,静沉 20 min,结果如图 2。在 PAC45 mg/L 和

PAM1.0 mg/L 条件下,两者协同作用对混凝效果的增长幅度如图 3 所示。

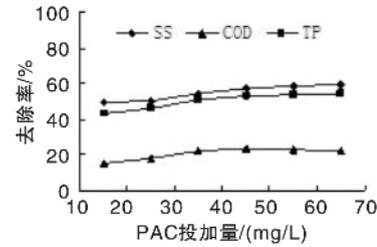


图 1 PAC 投加量对混凝效果的影响

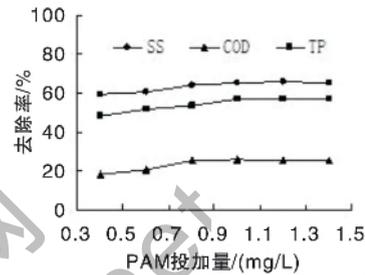


图 2 PAM 投加量对混凝效果的影响

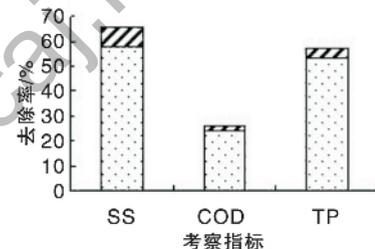


图 3 协同作用下混凝效果增长幅度

由图可知,相比于 PAC 单独投加,PAC+PAM 的协同作用具有更好的处理效果。相同处理效果下,投加 PAM 可减少 PAC 投加量。协同作用形成的絮体体积较大,密实度较高,沉降速度较快。因此,PAM 投加量为 1.0 mg/L 左右为宜。

2.1.3 PAC+介质+PAM

试验投加 PAC35 mg/L,重辅介质(0、100、200、300、400 和 500 mg/L)和 PAM0.8 mg/L 进行。操作条件为快搅(300 r/min)50 s,慢搅(50 r/min)5 min,静沉 20 min,结果如图 4 所示。可知,随着介质投加量的增加,污染物去除率均呈先上升后平稳趋势。在介质投加量为 300 mg/L 时,SS 最大去除率为 73.3%,COD 为 34.7%,TP 为 67.9%。

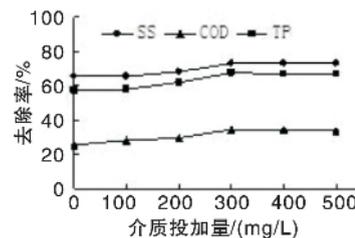


图 4 介质投加量对混凝效果的影响

2.1.4 混凝正交试验

为考察 PAC、重辅介质和 PAM 投加量对混凝效果的影响程度,进行正交试验。因素水平为 PAC (25、35 和 45 mg/L),重辅介质(250、300 和 350 mg/L)和 PAM(0.6、0.8 和 1.0 mg/L)。试验以污染指标为评价指标,通过对结果的极差分析,得出影响因素的主次程度,即 PAC 投加量对混凝效果影响程度最大,介质投加量次之,PAM 投加量最小。最优条件即为 PAC 投加量 35 mg/L,介质投加量 300 mg/L, PAM 投加量 0.8 mg/L。

2.2 操作条件对混凝效果影响

2.2.1 投加顺序

投加顺序影响着混凝作用过程,试验在相同条件下考察了以下三种投加顺序对混凝效果的影响。①先加 PAC,再加介质,后加 PAM;②先加介质,再加 PAC,后加 PAM;③同时加 PAC 和介质,再加 PAM。

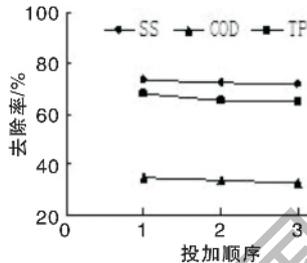


图 5 投加顺序对混凝效果的影响

由图 5 可知,先加 PAC,再加介质,最后加 PAM 的投加顺序对原水是比较合理的,后两种投加顺序由于介质投加过早或过晚,未参与或未充分参与“晶核”形成反应。

2.2.2 搅拌强度

搅拌强度通过水力梯度影响着混凝效果^[6]。混

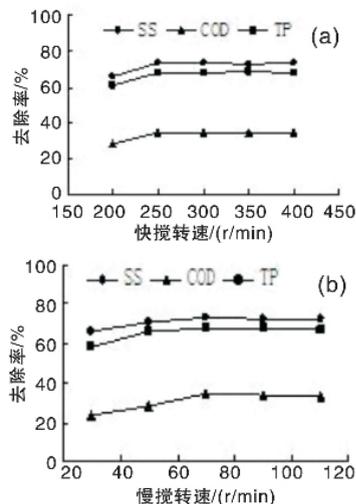


图 6 搅拌强度对混凝效果的影响

凝包含混合(快搅)和絮凝(慢搅)阶段,试验改变搅拌转速,考察搅拌强度对混凝效果的影响,结果如图 6(a)、(b)所示。

由图 6 可知,快搅转速大于 250 r/min 时,去除率均处于高值,为保证介质的“悬浮”状态,提高与微絮体接触时间,可适当提高转速,以利于“晶核”絮团的形成。因此,在混合阶段快搅转速可选择 250~300 r/min 为宜;慢搅强度应避免生成的絮团搅碎,同时保证适宜的紊动性,选择 70 r/min 为宜。

2.3 控制时间对混凝效果影响

2.3.1 搅拌时间

适宜的搅拌时间保证了混凝的充分性和经济性。搅拌时间对混凝效果的影响如图 7 (a)、(b)所示。

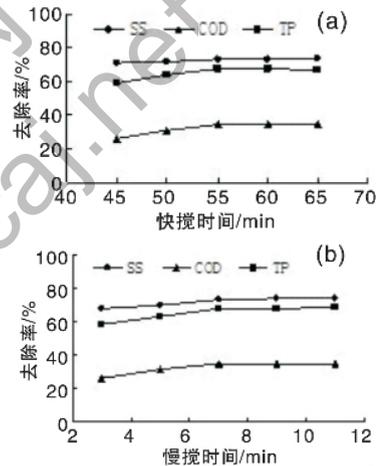


图 7 搅拌时间对混凝效果的影响

由图 7 可知,对于快搅还是慢搅,搅拌时间应有适宜区间,搅拌时间过长会使新形成或不断增大的絮体因为剪切力的作用而遭到破坏,从而影响混凝效果。确定快搅时间为 55 s,慢搅时间为 7 min。

2.3.2 静沉时间

絮体与介质结合后,絮团密度大大增加,从而加快了沉淀速度,缩短了沉降时间。静沉时间对混凝效果的影响如图 8 所示。可知,静沉时间在 20 min 后各指标去除率差异不大,能够达到较好的混凝效果,选择 20 min 的静沉时间为宜。

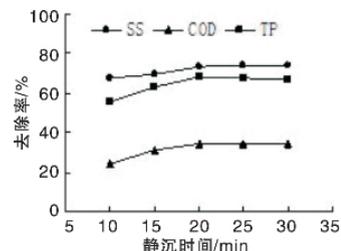


图 8 静沉时间对混凝效果的影响

根据各种钼酸铵含量在试纸所显现的颜色,在计算机上用画图软件描绘出来,再用彩色喷墨打印机打印,并作相关调整,直至相符为止,如图 2 所示。

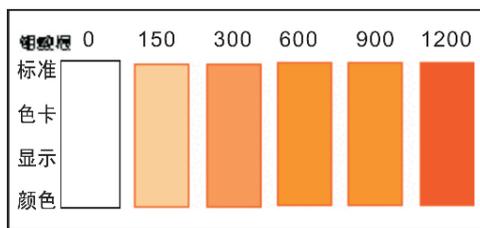


图 2 钼酸盐标准色卡(单位: $\mu\text{g}\cdot\text{mL}$)

6 亚硝酸根和钼酸根离子水平的测试盒

冷却液中离子含量的测定当然可以在装备良好的实验中使用色谱来进行,然而那样昂贵且费时,使用本文所述方法不需太多技巧,具有价廉、迅速、可靠、简便的特点,并可在野外进行检测。该测试盒包括取样装置(如吸液管或注射器),盛装冷却液体积的装置(如长颈瓶或柱状瓶),试纸条与标准色卡。

使用该测试盒,通过检测冷却液中亚硝酸根离子和钼酸根离子的含量,来判断抗腐蚀剂是否还能达到保护发动机冷却系统的目的,其具体操作包括以下内容:

(1)用吸液管取一定量的冷却液于柱状瓶中作为代表性样品,样品中含有一定水平的亚硝酸根离子和钼酸根离子;

(2)取出一张试纸条,使基板上两个测试块同时浸入冷却液中,然后取出,分别与对应的标准比

色卡对照;

(3)确定样品中的离子水平,进而判断是否需要补加冷冻剂添加剂或混合剂。

7 结语

选用高品质的发动机冷却液,并且对冷却液中抗腐蚀剂浓度进行实地监测,以保护好冷却系统,是保证中型发动机正常工作的前提。本工艺在制备显色纸片时只需一次浸泡,故工艺简单、成本低廉;使用时只需用一张试纸便能同时测试冷却液中亚硝酸根离子和钼酸根离子的浓度,而且不受温度限制,可方便地在各种环境下快速地供现场人员使用,已在一些矿用汽车上使用,效果良好,是矿用货车司机必不可少的检测工具。

参考文献

- [1]Pellet, Regis J. Test kit for measuring the lever of carboxylate anion in engine coolant[P].US: 5952233, 1999-09-14.
- [2]楼明.食品中亚硝酸盐在线检测技术测试盒研究[J].肉类工业, 2003, 265(5):30-34.
- [3]高志贤,房彦军,周焕英,等.一种亚硝酸盐检测试纸及其制备方法[P].中国专利:CN 1458514A, 2003-11-26.
- [4]藤毓敏,许生杰.超高灵敏显色反应及其应用的研究[J].分析化学,1991,19(5):514-518.
- [5]杨冰仪,陈志澄,周永红,等.高灵敏度显色反应测定痕量的钼及其机理初探[J].光谱实验室,2000,17(3):322-325.
- [6]张东,公丕国,王艳君.高灵敏度显色体系测定痕量的钼[J].沈阳工业学院学报,2003,22(2):57-60.
- [7]Jaunakais I, Rock Hill S C, Jaunakais J K, et al. Test device for detection of molybdate, vanadate and ferric ions [P].US: 5106581,1992-04-21.

(上接第 35 页)

3 结论

(1)采用重辅介质强化混凝法处理暴雨时市政污水具有良好的效果,减少了混凝剂投加量,缩短了絮凝和沉淀时间,特别是在市政污水应急处理方面有着较好的应用前景。

(2)试验结果表明,重辅介质强化混凝处理后 SS、COD 和 TP 的去除率分别达到了 73.3、34.7 和 67.9%。

(3)对重辅强化混凝法处理市政污水的后续研究,将着重于重介质分离与回收、中试工艺和装置开发等方面进行。

参考文献

- [1]麦穗海,黄翔峰,汪正亮,等.合流制排水系统污水溢流污染控制技术进展[J].四川环境,2004,23(3):18-21.
- [2]徐祖信,王卫刚,李怀正,等.合流制排水系统溢流污水处理技术[J].环境工程,2010,28(S):153-156.
- [3]Mathias Stolarski,Christian Eichholz,Benjamin Fuchs,et al.Sedimentation acceleration of remanent iron oxide by magnetic flocculation[J].China Particology,2007(5):145-150.
- [4]国家环境保护总局,水和废水监测分析方法编委会编.水和废水监测分析方法[M].北京:中国环境出版社,2013.
- [5]赵立志,杜国勇,冯英,等.水处理中的无机混凝剂与有机絮凝剂的协同作用[J].化工时刊,2005,19(1):21-23.
- [6]毕玉燕.提高搅拌实验模拟混合沉淀工艺的相似性探讨[J].黄山学院,2004,6(6):65-67.