

# 常规水处理工艺应用粉末活性炭技术的最佳投点选择研究

张小满 曹达文 高廷耀 徐迪民 范瑾初 李景华

[提要] 本研究探讨了在常规水处理工艺中选择粉末活性炭投加点的一般规律。研究表明,在絮凝池中,当絮体尺度发展到与粉末活性炭颗粒尺度相近时的位置应作为最佳投加点。在该点投加粉末活性炭既可避免竞争吸附,又可使絮体对粉末活性炭颗粒包裹作用最小,可以充分发挥粉末活性炭的吸附效率。

[关键词] 常规给水处理 粉末活性炭 投加点 吸附 混凝

本研究的内容是国家“九五”攻关课题“粉末活性炭吸附技术研究”中的技术关键之一。针对淮河水系主要受污染河段——淮南段受污染原水,在小试、中试和生产性试验的研究工作中,借助显微成像技术,对絮体颗粒的成长、粉末活性炭与混凝的竞争吸附以及絮体对粉末活性炭的包裹作用进行全面分析,探讨了在常规水处理工艺中选择粉末活性炭投加点的一般规律,提出了在生产上应用的技术措施。

## 一、试验设备和测试指标

### 1. 中试设备

中试设备是模拟淮南水厂一组生产构筑物,据水力条件相似原理设计建造的,处理水量为  $10\text{m}^3/\text{h}$ ,主要包括絮凝池、沉淀池、过滤柱<sup>[1]</sup>。针对本文的主题,在此侧重介绍絮凝部分。

中试絮凝池构造与生产构筑物一样,分为两个部分,第一部分为上下翻转网格絮凝池,第二部分为栅条隔板絮凝池,两部分总停留时间为  $18\text{min}$ 。模型平面见示意图 1 (絮凝池部分)。

中试模型运行后,在不投加粉末活性炭的条件下,与实际生产构筑物进行比较,处理效果相似,出水浊度最大误差小于  $1\text{NTU}$ 。

中试以模拟的生产构筑物作为不投加粉末活性炭的平行对照组。

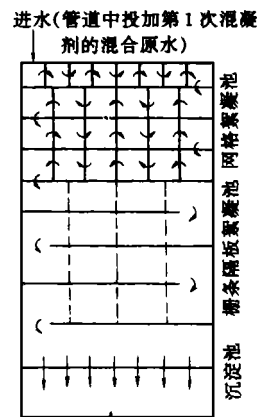


图1 中试模型平面示意图

### 2. 生产性试验构筑物

生产性试验构筑物的处理水量为  $5\text{万 m}^3/\text{d}$ ,分为两组并列布置,每组处理水量为  $2.5\text{万 m}^3/\text{d}$ ,生产性试验选择一组做为试验组,另一组为平行对照组。

### 3. 测试指标

本研究测试指标采用与有机污染物去除率相关性较好的  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  值作为比较评价指标,以说明投加点选择与处理效果的关系。

## 二、研究成果和讨论

粉末活性炭投加点选择主要解决可由混凝去除与粉末活性炭吸附去除有机污染物的竞争问题,和絮凝体对粉末活性炭颗粒的包裹问题,

目的是在充分发挥混凝去除有机污染物能力的同时,再利用粉末活性炭去除剩余有机污染物,而又要避免絮凝体对粉末活性炭颗粒的包裹,使总去除率最高,粉末活性炭用量最省。

### 1. 投加点工况研究

针对淮河受污染原水,淮南水厂长期采用混凝剂两点投加法,应用的效果较好。第一次投加混凝剂是在进水管中,管中混合时间约为 30s 左右,第二次混凝剂直接投加于絮凝池中,不另设混合设备。根据两点投加混凝剂的特点,本研究进行了 7 种工况试验。各工况条件不同粉末活性炭投量下的中试 COD<sub>Mn</sub> 平均全流程总去除率和净去除率见表 1。表中第二次混凝剂和粉末活性炭投加点参见图 2,图 2 中数字为沿水流方向顺序的网格位置编号。表 1 中的中试 COD<sub>Mn</sub> 平均全流程总去除率指中试工艺的混凝和投加粉末活性炭后 COD<sub>Mn</sub> 平均总去除率,平均净去除率等于中试 COD<sub>Mn</sub> 平均全流程总去除率减去作为平行对照组的生产构筑物的 COD<sub>Mn</sub> 平均全流程总去除率。

由于中试研究采用的原水与生产构筑物一样,并以其出水作为平行对照样,所以进、出水的 COD<sub>Mn</sub> 值均受到淮河原水水质变化的影响。中试全流程总 COD<sub>Mn</sub> 去除率受到单独由混凝去除 COD<sub>Mn</sub> 值变化的影响而呈现波动。

但是,随着粉末活性炭投量的增加,其 COD<sub>Mn</sub> 净去除率总体上仍有规律递增,仅少数

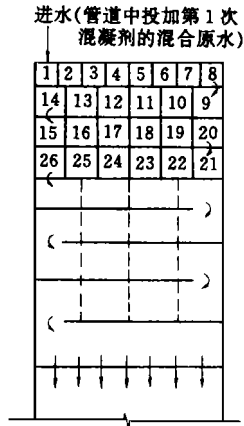


图 2 混凝剂和粉末活性炭浆投加点编号示意图

试验值误差较大。

从各工况试验结果可知,第 6 工况的效果最好。即在管道中已投加第一次混凝剂后的混合原水进入网格絮凝池后,在第 1 格内投加第二次混凝剂,在第 3 格投加粉末活性炭。另外,多点投加粉末活性炭并没有提高 COD<sub>Mn</sub> 去除率,反而降低去除率。

不同投加点的效果差异,在于粉末活性炭吸附-混凝竞争和粉末活性炭被絮凝体包裹的程度不同。现从不同的絮凝阶段分别采水样,通过显微镜(60 倍)来分析絮凝体长大并与粉末活性炭颗粒结合的过程。

研究发现在絮体长成可见絮体颗粒之后,投加的粉末活性炭难以充分发挥吸附作用,因为絮体颗粒在紊动水流中不断与其它颗粒碰

粉末活性炭投加量与 COD<sub>Mn</sub> 平均全流程总去除率和净去除率 表 1

工 况	第二次混凝剂投加点	粉末活性炭浆投加点	不同粉末活性炭投加量下全流程 COD <sub>Mn</sub> 总去除率(%) 和平均 COD <sub>Mn</sub> 净去除率(%)							
			10mg/ L		15mg/ L		20mg/ L		30mg/ L	
			总去除率	净去除率	总去除率	净去除率	总去除率	净去除率	总去除率	净去除率
1			57.8	19.0	57.0	17.8	61.8	23.9	60.8	27.3
2			59.7	21.5	58.2	11.7	59.9	15.75	61.0	18.9
3		④	56.3	27.0	59.3	18.5	59.7	19.1	68.3	26.9
4			62.0	25.9	61.5	21.8	64.4	20.8	63.0	25.0
5			70.3	20.3	64.6	21.3	66.9	22.6	69.0	32.0
6			71.2	26.0	71.6	25.6	75.3	34.9	69.3	35.2
7			66.5	21.8	68.8	23.0	65.7	25.9	69.1	29.6

撞、结合,形成更大絮体颗粒,迅速将投入的分散状态粉末活性炭颗粒网捕、包裹起来。通过显微镜观察在此情况下投加粉末活性炭后的任何阶段絮体颗粒,均可见粉末活性炭颗粒被包裹其中,见图3(第3工况),这可以解释多点投加粉末活性炭为什么 $COD_{Mn}$ 去除率反而降低的原因。

图3 粉末活性炭颗粒被絮体包裹显微照片(60倍)

粉末活性炭投加点在第二次混凝剂投加后,即微小絮体刚刚形成,其尺度相当于粉末活性炭分散后颗粒尺度,已初步完成对水中胶体脱稳、凝聚,但尚难以网捕、包裹尺度与其自身相当的粉末活性炭颗粒。此点投加效果最好,亦即“竞争”和“包裹”作用最小,粉末活性炭可以充分发挥吸附作用。图4为第6工况下粉末活性炭颗粒与微小絮体共存的显微照片。与图3相比,可见图4中粉末活性炭吸附表面充分裸露,这就是第6工况效果最好的一种解释。

若在第二次混凝剂投加之前投加粉末活性

炭,如工况4、5,由于混凝剂投加量不足,尚不能充分发挥混凝先去除水中胶体和大分子有机污染物作用,粉末活性炭将与第二次投加混凝剂产生竞争吸附。所以,尽管粉末活性炭对 $COD_{Mn}$ 去除率也可能较高,但是平均全流程总去除率并不太好。

## 2. 生产性试验结果

参照中试的最佳粉末活性炭炭浆投加点,确定生产性试验粉末活性炭投加点。在生产性试验中,由于实际生产水量调度原因,处理水量有所波动,实际投加的粉末活性炭量在15~20mg/L之间, $COD_{Mn}$ 的平均全流程总去除率稳定在65~71%之间,净去除率可稳定在23~24.7%之间,与中试确定的投加点及预期目标基本一致。

## 三、结论和建议

1. 在常规水处理工艺中,应以絮凝池中絮体尺度发展到与分散的粉末活性炭颗粒尺度相近时(即刚刚形成微小絮体)的位置作为粉末活性炭最佳投加点。在该点投加既可避免竞争吸附,又使絮体对粉末活性炭颗粒的包裹作用最小,可以充分发挥粉末活性炭的吸附效率。

2. 同样投量的粉末活性炭采用多点投加方法,由于絮体对粉末活性炭分散颗粒的网捕、包裹、屏蔽作用,实际处理效果不好。

3. 本研究成果仅适用于现有常规水处理工艺增加粉末活性炭处理系统的技术改造,具有投资少,见效快等优点。新建水处理工艺采用粉末活性炭处理系统,投加点根据原水特点和处理工艺特点参照上述原则或通过试验确定。

## 参考文献

- [1]蒋峰、范瑾初,“粉末活性炭应用研究”,《中国给水排水》,Vol. 11, No. 5, 1995。
- [2]同济大学、淮南自来水公司,《粉末活性炭吸附技术研究报告》,1996. 4。

作者通讯处:200092 上海市同济大学环境工程学院  
收稿日期:1997-4-18

图4 粉末活性炭颗粒与微小絮体共存状态显微照片(60倍)

Some personal ideas , which are helpful to improve the water quality , are recommended.

Study on the Effect of Composed Ferric Coagulant to Remove Pollutants ...*Ma Jun et al* (21)

**Abstract :** The pollutant removal effect of ferric coagulant was researched by stirring jar test to remove trace phenol and heavy metal ions of Pb and Cd in Sungari River. The results show that the removal of trace phenol was improved evidently by ferric dosage at conventional coagulant process. Beside the best removal of Pb and Cd was observed.

Brief on Stickney Water Treatment Plant ..... *Zhou Yiping* (25)

Study on the Best Dosage Point of the Powdered Activated Carbon for

Conventional Water Treatment Process .....*Zhang Xiaoman et al* (29)

**Abstract :** The general rule to select the dosage point of powdered activated carbon (PAC) has been studied as far as conventional water treatment process is concerned. The results show that the best PAC dosage point should be in the position where the size of coagulant flocs in flocculation basin nearly increases to the size of PAC particles and that PAC added in the point can not only avoid the competition of adsorption and coagulation , but also minimize the interference and wrapping caused by flocs. Consequently , the adsorption efficiency of PAC can be fully improved.

Research on Ozone Effect on Traditional Chemicals Using for Circulated

Cooling Water System ..... *Wang Yeyao et al* (32)

Biological Treatment of High Concentrated Organic Wastewater ..... *Wang Guosheng* (35)

**Abstract :** The importance to treat the high concentrated organic wastewater on natural water body conservation is explained and some biological treatment processes which have to be developed strenuously for high concentrated organic wastewater treatment are described in this paper.

Treatment and Reuse of Mine Wastewater in Tongchuan ..... *Ma Yaoping* (39)

Countermeasures for Operation of Biological Treatment Facility to

Treat Acrylic Fibers Wastewater ..... *Zhou Xiwen* (41)

Research on Integrated Reuse of Condensed Water .....*Zhang Yalei et al* (43)