利用透射电镜研究聚硅氯化铝的混凝机理

高宝玉[1]， 岳钦艳[1]， 王占生[2]， 汤鸿霄[3]
(1. 山东大学 环境科学与工程学院，山东 济南 250100；2. 清华大学 环境科学与工程系，北京 100084；3. 中国科学院 生态环境研究中心，北京 100085)

摘 要： 利用透射电镜技术研究了聚硅氯化铝(PASiC)的混凝机理，考察了搅拌时间和PASiC投量对混凝效果的影响。试验结果表明，随着搅拌时间的增长则形成的絮体逐渐增大；PASiC投量的增加有利于形成大絮体而提高混凝效果；PASiC通过电中和及吸附架桥作用使胶体颗粒脱稳。

关键词： 聚硅氯化铝(PASiC)； 透射电镜观察； 混凝过程
中图分类号： TU991.2 **文献标识码**： C **文章编号**： 1000 - 4602(2003)13 - 0101 - 02

目前，在开展混凝过程研究时基本上都是根据混凝剂的电性以及水解聚合形态的分布特点等，并结合混凝效果来推测其混凝机理，也就是说，把混凝体系当作一个“黑箱”，根据试验现象来提出假想的混凝过程。20世纪80年代，Ishibashi第一个将透射电镜引入到水处理的混凝过程研究中，把微观的絮体结构与形态观测同宏观的混凝现象结合起来进行综合分析，开辟了研究混凝过程的一条新途径。汤忠红等利用该方法研究了聚丙烯酰胺(PAM)絮凝高浊度水的机理。由于该方法是依据胶体颗粒和所加混凝剂在水体中相互作用的真实结构来研究整个混凝过程的，所以能比较准确地描述和解释混凝过程，因而引起了有关学者的高度关注，并得到越来越广泛的应用。

1 试验部分

1.1 仪器及材料

JEM - 100CXII型透射电镜，DC - 506型搅拌机，pHS - 2型酸度计，SB3200型超声波分散器。

球形SiO_2微细颗粒，用Coulter粒子计数器测得粒径范围为0.60～7.69 μm(平均粒径为1.96 μm)，比表面积为1.93 m^2/g。用比例为1∶1的自来水和去离子水配制SiO_2微粒含量为500 mg/L的悬浊液作为试验水样(pH = 7.10)。采用共聚法[1]制备PASiC混凝剂。

1.2 试验方法

向500 mL水样中加入一定量的混凝剂，于120～140 r/min转速下搅拌，然后再在40～60 r/min转速下搅拌，取样进行透射电镜观察。

2 结果与讨论

2.1 SiO_2颗粒的形状与大小

水样经超声波分散10 min后置于透射电镜下观察其形状和大小，发现SiO_2颗粒呈球形，大小不均且差别很大，粒径为0.52～8.20 μm，这和用Coulter粒子计数仪测出的粒径范围基本一致，说明透射电镜所反映的颗粒物尺寸是相当准确的。尽管对SiO_2颗粒进行了超声波处理，但有些小颗粒仍然和一些大颗粒聚集在一起。

2.2 搅拌对混凝作用的影响

水样经超声波处理后，在搅拌下加入0.04 mmol/L(以Al计)的PASiC混凝剂(碱化度 = 2.0，Al/Si = 10)，然后分别搅拌不同的时间：快搅10 s，快搅30 s，快搅30 s再慢搅1 min，快搅30 s再慢搅3 min。用透射电镜观察发现，快速搅拌10 s后只有部分PASiC的水解产物被吸附到SiO_2颗粒表面上，

基金项目： 国家自然科学基金资助项目(59878036)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

而大部分没有和 SiO_2 颗粒发生作用(SiO_2 颗粒仍呈分散状态)。随着快速搅拌时间的增长以及随后一定时间的慢速搅拌,更多的混凝剂被 SiO_2 吸附。由于电中和作用,被吸附到 SiO_2 颗粒表面上的混凝剂改变了 SiO_2 颗粒表面的电性,使得 SiO_2 颗粒间的斥力变小,众多颗粒物聚集在一起形成了大的絮体。随着慢速搅拌时间的增长则可观察到混凝剂的吸附架桥作用(快搅 30 s 再慢搅 3 min 时),即许多 SiO_2 颗粒通过 PASiC 的吸附架桥作用连在一起。综上所述并考虑到 PASiC 是一种阳离子型混凝剂[2],可以认为 PASiC 的混凝机理为:PASiC 加入到水样中后,带正电荷的水解聚合产物被吸附到带负电荷的胶体颗粒表面,电中和作用使胶粒脱稳,脱稳后的胶体颗粒相互间进行桥联或借助于 PASiC 大分子的架桥作用而粘结成大的絮体,絮体迅速下沉而使水变得澄清。

2.3 PASiC 投量对混凝效果的影响

向含 SiO_2 的模拟水样中投加不同量的 PASiC 后,先快速搅拌 30 s 再慢速搅拌 3 min,取样进行透射电镜观察、拍照,结果显示,在低 PASiC 投量(0.003 mmol/L)下其水解聚合物被粘附在 SiO_2 颗粒表面上,SiO_2 颗粒通过这些粘附物相互聚集而形成较大的凝聚颗粒,但没能进一步聚集成大的絮体,反映在混凝效果上就是处理后水的剩余浊度较高。随着 PASiC 投量的增加(0.02～0.08 mmol/L)则较小的 SiO_2 颗粒聚集体进一步相互聚集在一起而形成了大的絮体,并可观察到混凝剂的粘结架桥作用,此时的絮体极易下沉,混凝沉淀效果好。当 PASiC 投量(0.14 mmol/L)过大时,可观察到 SiO_2 颗粒表面上形成的混凝剂包裹层和混凝剂大分子的粘结架桥作用,不过此时有一部分混凝剂分散于水溶液中,但没有出现由投药量过多导致的絮体颗粒再稳定现象。

3 结论

利用电镜技术,从胶体颗粒和所加混凝剂在水中的结构形态、大小以及由它们所形成的絮体结构出发来研究整个混凝过程,是研究混凝过程的一条新途径,它把微观的颗粒形态观测与宏观的混凝效果、絮体的静止结构分析与絮体的生长和破碎等动态过程结合起来,能准确地描述和解释整个混凝过程,可获得更多的和更准确的信息。

利用透射电镜技术对 PASiC 处理 SiO_2 微粒悬浊液的混凝过程进行了研究分析,发现 PASiC 是通过吸附电中和及吸附架桥作用取得良好混凝效果的。

参考文献:

[1] 高宝玉,王占生,汤鸿霄. 聚硅氯化铝(PASiC)混凝剂的颗粒大小及分子量分布[J]. 中国环境科学,1999,19(4):297 - 300.

[2] 高宝玉,王占生,汤鸿霄. 用流动电流技术研究聚硅氯化铝混凝剂的电动特性[J]. 中国环境科学,1999,19(6):522 - 525.

电话:(0531)8364832

E - mail:bygao @sdu. edu. cn

收稿日期:2003 - 06 - 20

·工程信息·

黑龙江省哈尔滨市启动沿江生活污水处理工程

为彻底解决哈尔滨市沿江生活污水排放对松花江南岸水质、空气的污染问题,哈尔滨市沿江生活污水截流及处理工程近日启动。该工程总投资额:11.05 亿元,包括新建截流干渠 13.84 km,新建设计排水能力分别为 10.15 m^3/s 和 12.05 m^3/s 的 2 座提升泵站,改造正阳河、高谊、井街、五道街、三不管泵站和十八道街 6 座泵站,新建 1 座规模为 32.3×10^4 m^3/d 的太平污水处理厂(二级处理厂)。该工程将于 2006 年完工,届时哈尔滨市污水处理率将达到 60 %。

(哈尔滨工业大学 祝贵兵 供稿)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net