

化学生物絮凝工艺处理城市污水比较研究

吴志平, 夏四清, 杨殿海, 高廷耀

(同济大学污染控制与资源化研究国家重点实验室, 上海 200092)

摘要:本文比较了化学生物絮凝工艺和化学絮凝工艺对城市污水的处理效果。试验结果为化学生物絮凝工艺的COD、TP、SS去除率为70%、74%、88%, 化学絮凝工艺分别高出12%、12%、3%; 污泥产量为4kg/d, 相对化学絮凝工艺而言要少10%~15%。从而得出, 化学生物絮凝工艺比化学絮凝工艺更适合处理城市污水。

关键词:化学生物絮凝; 化学絮凝; 城市污水

中图分类号: X52

文献标识码: A

文章编号: 1001-2141(2003)07-0012-03

随着我国城市化程度的不断提高, 污水排放量持续增长, 原有的城市污水处理厂已不能应对城市污水日益增长的需要。因此, 需要建设大批的污水处理厂。选择什么工艺, 不仅关系到处理效果而且关系到工程造价。在选择工艺时, 我们一般考虑以下三点: 1) 污水水质; 2) 要达到的出水标准; 3) 工程造价和处理费用。据研究报告, 城市污水中很大一部分的污染物是以颗粒物或者胶体存在的。H. Ødegaard^[1]经研究认为城市污水中只有25%的COD是以可溶状态存在的。Y. Watanabe^[2]等认为在出水污水从处理中初沉池的出水中含有大量的直径在0.1mm以下的颗粒污染物。如果以传统的二级处理工艺进行处理, 则停留时间太长, 从而成本增加, 基于这种认识, 同时结合所要达到的出水水质标准, 上海污水一期工程(竹园污水系统)竹园第一污水处理厂采用了化学生物絮凝工艺来处理城市污水。

上海污水一期工程(竹园污水系统)竹园第一污水处理厂, 设计日处理量为170万m³/d。进水的BOD₅值平均为120mg/L, COD_{Cr}值平均250mg/L, SS值平均为150mg/L。工程要求的出水水质指标为: COD_{Cr} ≤ 150mg/L, BOD₅ ≤ 60mg/L, SS ≤ 40mg/L, NH₃-N ≤

30mg/L, TP ≤ 1mg/L。

1 处理工艺流程

化学生物絮凝工艺是有污泥回流的活性污泥和化学混凝处理系统的组合, 采用空气完成搅拌及絮凝反应。试验工艺流程如图1所示。试验装置的设计参数与竹园第一污水处理厂设计参数一致, 同时可进行灵活调整, 进水取自合流一期预处理厂的沉沙池, 经提升、计量后进入污水处理试验装置, 采用空气搅拌作为快速混合的动力, 池底部布置直径3mm的穿孔管, 空气搅拌絮凝反应池最大停留时间35min, 采用微孔曝气管曝气, 分三段推流回转式布置, 阶梯式速度梯度变化, 每段可独自调节曝气量以改变速度梯度, 且可单独计量, 曝气采用三叶式小型回转鼓风机, 絮凝反应与沉淀池间采用穿孔配水墙, 沉淀池设计水力停留时间1.5h, 采用三角堰出水, 多斗重力排泥。后续生物膜脱氮系统采用高比表面积球型填料, 设计水力停留时间1~2h, 后续沉淀池分离脱落的老化生物膜。本工艺主要讨论化学生物絮凝对污染物的去除效果, 后续脱氮部分是为了以后的深化研究, 因此文中对后续脱氮不作论述。

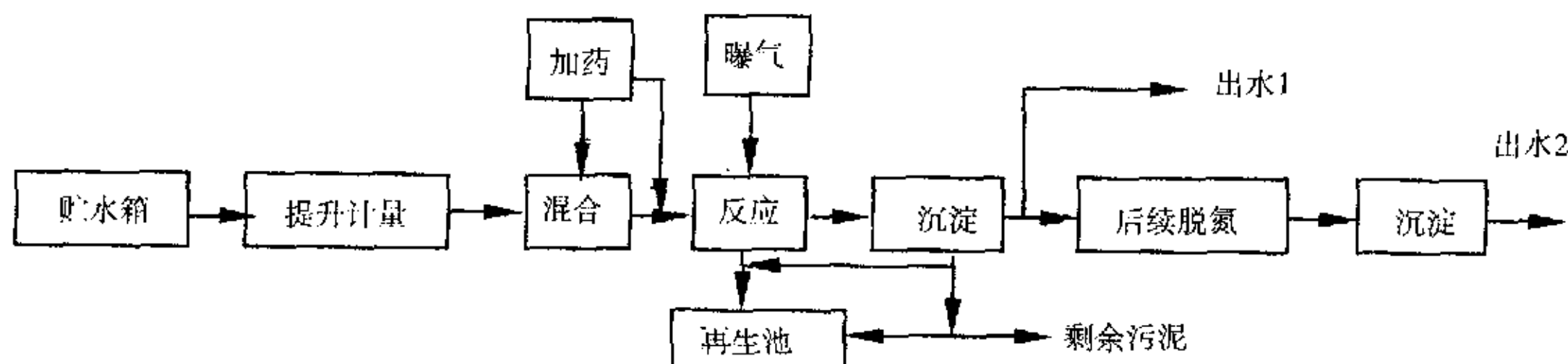


图1 工艺流程图

收稿日期: 2003-03-20

作者简介: 吴志平(1979-), 男, 2001年毕业于苏州城建环保学院, 现为同济大学环境工程硕士, 研究方向为污水处理。

基金项目: 国家863计划项目(2002AA601320)。

试验中投加的药剂分别为聚合氯化铝铁(PAFC)、聚合氯化铝PAC、高分子聚丙烯酰胺

(PAM)。试验中分别采取 PAM 和 PAFC 及 PAC 和 PAM 复配使用的方法,首先用溶药箱配置成一定的浓度后,采用计量泵定量加药,加药点可移动,一般无机混凝剂投加点在混合池,高分子絮凝剂投加点在反应池的第三个廊道的首段。

为了进一步了解化学生物絮凝工艺的处理效果,现将此工艺与化学絮凝工艺及其他生化物化处理工艺进行比较,以期在以后的研究中找出最佳的工艺条件。

2 分析与讨论

由于试验条件的限制,在所比较的几种工艺中,只做了化学生物絮凝工艺和化学絮凝工艺的中试试验,化学絮凝工艺试验流程类似图 1,其中空气搅拌改为机械搅拌,无污泥回流。

为了保持一定的生物浓度和加强混合池中生物作用,将污泥部分进行回流,部分再生后进行回流。

工况条件分别为,化学生物絮凝工艺:PAC 投加量为 70mg/L(Al_2O_3 :7.7mg/L),PAM 投加量为 0.5 mg/L,污泥回流比为 30%;化学絮凝工艺:PAC 投加量为 70mg/L(Al_2O_3 :7.7mg/L),无污泥回流,该段期间平均进水水温 12℃。

2.1 COD 去除效果比较

2.1.1 化学生物絮凝工艺 COD 去除效果

去除效果如下:

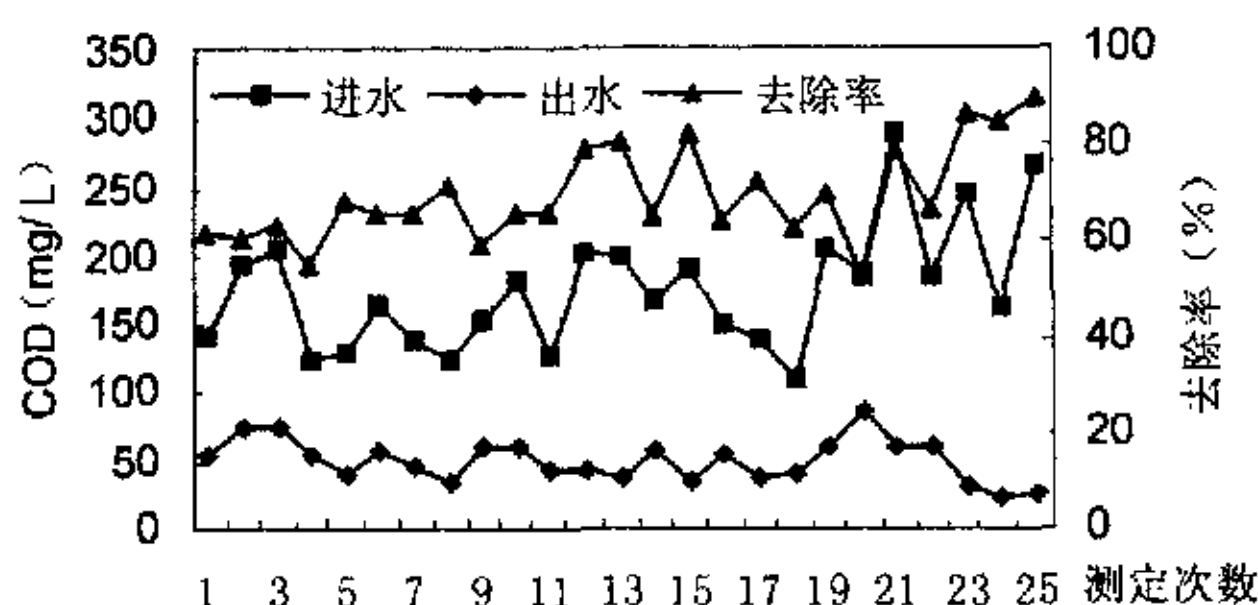


图 2 对 COD 的去除

从图 2 可以看出,该段期间的进水 COD_{Cr} 浓度在 124mg/L 到 266mg/L 之间,平均为 176mg/L,该工况试验出水 COD_{Cr} 浓度平均值为 50mg/L,平均去除率为 70%。去除效果较好,出水 COD_{Cr} 能够达到上海竹园污水厂排放指标。

2.1.2 化学絮凝工艺 COD 去除效果

去除效果如下:

由图 3 可以看出,该段期间 COD 进水在 168~226.5mg/L 之间,平均为 176mg/L,出水 COD 浓度在 59~88mg/L 之间,平均为 72mg/L,平均去除效率为 57%,效果稳定。

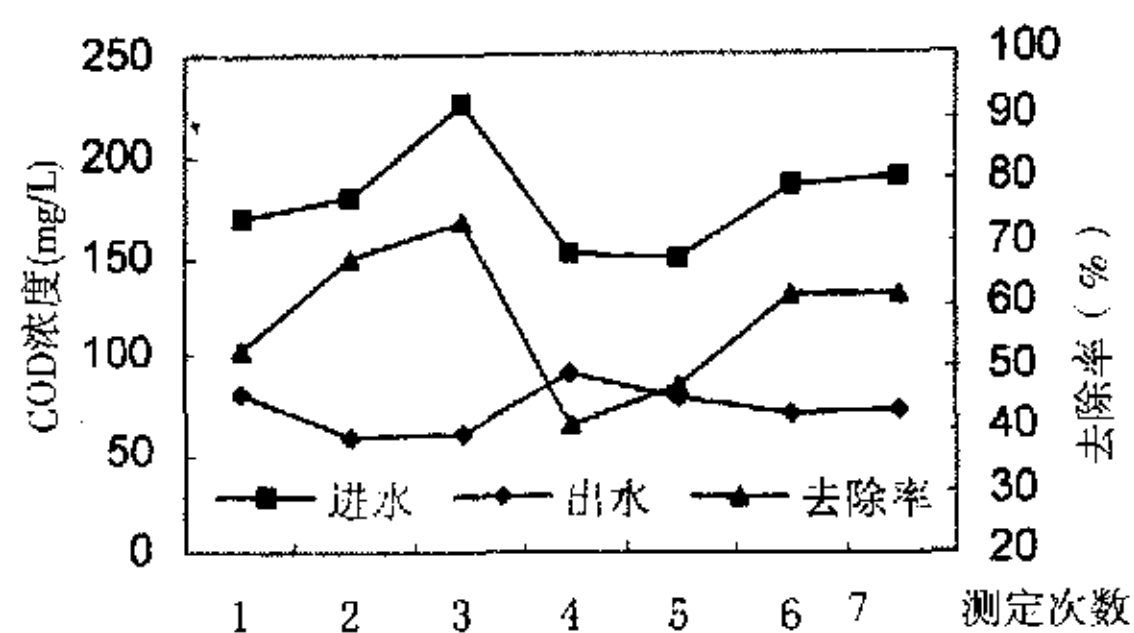


图 3 对 COD 的去除

2.2 TP 去除效果比较

两种工艺对 TP 的去除效果如表 1。从表中可以看出,对化学生物絮凝工艺工况而言,该段期间的进水 TP 浓度在 1.63mg/L 到 3.25mg/L 之间,平均为 2.37 mg/L,出水平均浓度为 0.62mg/L,平均去除率为 74%。对化学絮凝工艺而言,该段期间的进水 TP 浓度在 2mg/L 到 2.43mg/L 之间,平均为 2.22mg/L,出水平均浓度为 0.82mg/L,平均去除率为 62.8%。

表 1 TP 去除效果比较

测定次数	化学生物絮凝工艺			化学絮凝工艺		
	进水 (mg/L)	出水 (mg/L)	去除率 (%)	进水 (mg/L)	出水 (mg/L)	去除率 (%)
1	3	0.62	79.33	2.42	0.8	66.9
2	3	0.86	71.33	2.41	0.76	68.5
3	3.03	1.18	61.06	2.43	0.83	65.8
4	2.58	1.42	44.96	2.1	0.8	61.9
5	2.36	0.81	65.68	2	0.82	59
6	2.69	0.46	82.90	2.05	0.84	59
7	1.89	0.45	76.19	2.15	0.89	58.6
8	2.89	0.74	74.39			
9	2.66	0.84	68.42			
10	1.94	0.27	86.08			
11	2.29	0.33	85.59			
12	3.02	1.06	64.90			
13	2.05	0.76	62.93			
14	1.94	0.32	83.51			
15	1.81	0.91	49.72			
16	2.07	0.53	74.40			
17	3.25	0.61	81.23			
18	2.5	0.94	62.40			
19	1.63	0.2	87.73			
20	1.49	0.43	71.14			
21	1.86	0.23	87.63			
22	1.75	0.15	91.43			
23	2.74	0.11	95.99			
平均值	2.37	0.62	74	2.22	0.82	62.8

2.3 SS 去除效果比较

2.3.1 化学生物絮凝工艺去除 SS 效果

如图 4 可以看出,该段期间的进水 SS 浓度在 70mg/L 到 630mg/L 之间,平均为 217mg/L,而出水 SS 平均浓度为 18mg/L,平均去除率 88%,出水的 SS 浓度一直维持在较低浓度水平,而且非常稳定。

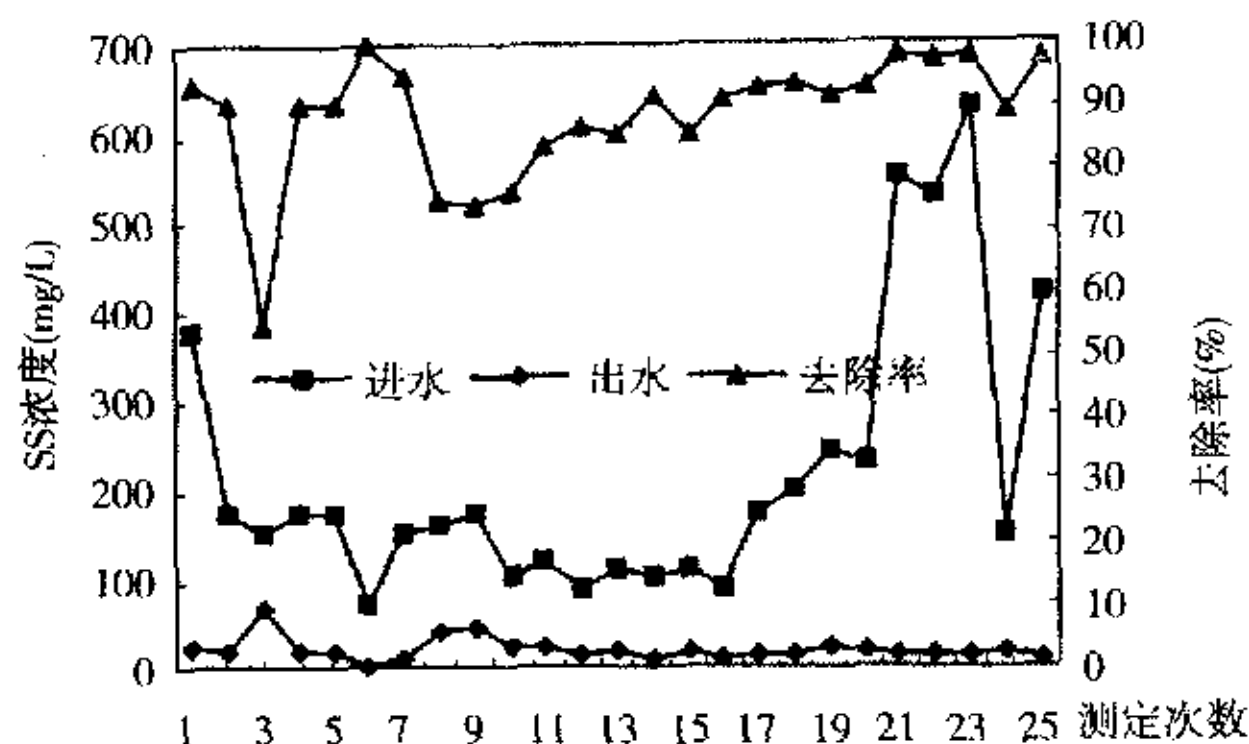


图 4 对 SS 的去除

2.3.2 化学絮凝工艺去除 SS 效果

本工况对 SS 的去除效果见下图 5。

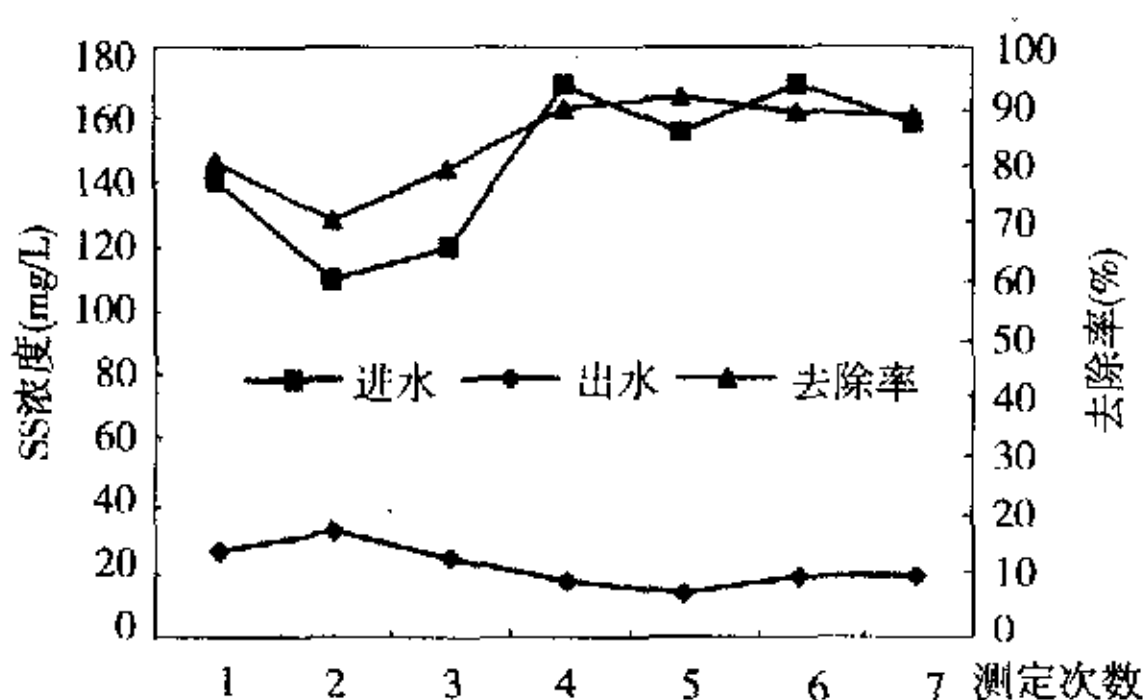


图 5 对 SS 的去除

从图中可以看出,该段期间 SS 进水在 110mg/L 到 170mg/L 之间,平均为 144mg/L,出水 SS 浓度在 12mg/L 到 32mg/L 之间,平均为 21mg/L,平均去除率达到 85%,处理效果稳定。

2.4 污泥产量比较

为了对化学生物絮凝工艺和化学絮凝工艺的产泥量进行定量比较,我们对两种工艺的产泥量进行特殊计量,设计加工了一个固定面积的污泥计量池,每次将排出的泥入污泥计量池内,读取其体积,并测定其污泥含水率,由此可计算出每天的产泥量。结果如表 2。

表 2 污泥产量的比较

指 标	化学生物絮凝工艺	化学絮凝工艺
日平均产泥量(干固体)	4kg/d	4.5kg/d
污泥含水率	99.2%	99.4%
工况数	4	2

从表 2 可以看出,化学生物絮凝工艺的产泥量为 4kg/d,与化学絮凝工艺相比,要低 10%~15%左右。郑兴灿等^[3]的研究也证实了这点。

3 比较结果与讨论

由图 2、3 可以看出在相同加药量和进水 COD 浓

度相似的条件下,化学生物絮凝工艺对 COD 的去除效果要优于化学絮凝工艺。前一种工艺的去除率要高 10%以上且效果稳定。从中可以得出结论,生物化学絮凝工艺中生物在 COD 去除方面起了重要的作用。这点在后来对化学生物絮凝工艺回流污泥和反应池污泥分析中发现纤毛虫和钟虫得到证实。在挪威采用化学絮凝加气浮工艺的污水处理厂中,COD 平均去除率达 78.8%^[4]。比较可知,化学生物絮凝工艺在 COD 去除方面已接近了国际先进水平。

由表 1 可以看出用化学生物絮凝工艺可以去除水中 60%左右的 TP,且效果稳定。但是有生物作用的化学生物絮凝工艺可以把 TP 的去除率提高到 70%以上。表 1 中有个别 TP 去除率低于 50%,原因可能是进水中含有某些抑制噬磷菌的物质。H. φ degaard^[5]介绍,在挪威采用化学强化一级的污水处理厂,TP 去除率可达 92%以上。在今后的研究中如何进一步提供 TP 的去除率是我们研究的重点之一。

从图 4、5 可以看出化学生物絮凝工艺和化学絮凝工艺对 SS 的去除效果都比较好,且效果稳定。但是相对而言,在进水 SS 浓度较高的情况下,化学生物絮凝工艺仍然取得很好的效果。这说明其中的生物起到了重要的作用。Y. Watanabe^[2]等对采用化学絮凝的射流反应器研究中发现,在停留时间为 45min,PAC 投加量为 10mg/L 的条件下,SS 可由 150mg/L 降到 10mg/L 以下。我们目前的试验结果有一定的差距,说明我们的试验还有进一步改进的空间。

由表 2 我们知道化学生物絮凝工艺的产泥量要比化学絮凝工艺的产泥量低 10%~15%左右,这在当前污泥处置比较困难的情况下意义是很明显的。

最后,通过以上的比较我们可以得出结论,化学生物絮凝工艺是一种优化的城市污水处理工艺。它的出水能够达到上海竹园污水厂排放指标并且产泥量相对化学絮凝工艺而言是较低的。

4 参考文献

- 1 Hallvard. φ degaard. Optimised particle separation in the primary step of wastewater treatment. Wat. Sci. Tech. 1998, 37(10): 43~53.
- 2 Y. Watanabe. Removal of soluble material in municipal wastewater by a chemical flocculation and biofilm process. Wat. Sci. Tech. 1993, 27(11): 201~209.
- 3 郑兴灿,张悦,陈立. 化学—生物联合絮凝的污水强化一级处理工艺. 中国给水排水, 2000, 16(7): 29~32.
- 4 Hallvard. φ degaard. The use of dissolved air flotation in municipal wastewater treatment. Wat. Sci. Tech. 2001, 43(8): 75~81.
- 5 Hallvard. φ degaard. Norwegian experiences with chemical treatment of raw wastewater. Wat. Sci. Tech. 1992, 25(12): 255~264.