

液体聚合氯化铝在饮用水处理中的应用研究

李 雄 吴志斯 姜乃昌

[提要] 本文对韶关市自来水总公司净水剂厂生产的液体 PAC 应用的有关参数进行了试验研究。结果表明:1) 液体 PAC 的最佳储存浓度应为其 Al_2O_3 的含量在 4 % 以上。2) 投加液体 PAC 的稀释比, 当原水浊度不大于 500 NTU 时, 最佳值为 1 : 15, 当原水浊度大于 500 NTU 时, 最佳值为 1 : 12。

[关键词] 聚合氯化铝 储存浓度 稀释比 浊度

一、前言

近年来, 由于聚合氯化铝在提高水质、降低药耗成本方面取得一定的研究成果, 并随着生产经验的日益成熟, 产品质量的稳定可靠, 国内外很多水厂都在推广使用聚合氯化铝^[1]。

由于液体聚合氯化铝在运输、储存方面不如固体 PAC, 所以国内一些大中型水司都有自己的净水剂(液体 PAC)生产厂家。

在实际使用中, 各水厂由于水源水质不一样, 对液体 PAC 的产品质量要求及应用情况不

尽相同。根据不同的原水水质、不同的净水工艺、不同的液体 PAC 产品质量, 进行液体 PAC 应用参数试验研究对生产运行具有一定的指导意义。

本文针对韶关水司净水剂厂生产的液体 PAC 产品, 为确定其最佳储存浓度和投加时的最佳稀释比进行了试验研究。

二、试验方法及结果分析

1. 液体 PAC 的产品技术性能

韶关水司净水剂厂所生产的液体 PAC 产

[15] Yan Y.-G, and Tay J.-H. (1997), "Characterization of the granulation process during UASB start-up", Wat. Res., 31(7), 1573~1580.

[16] Staford D. A. et al. (1983), Sewage Ind. Wastes, 31, 164.

[17] Heijnen J. J. (1983), "Development of a high-rate fluidized bed biogas reactor", proc. Eur. Symp. Nov., Noorwijkerhout, the Netherlands, 259.

[18] Cooper P. F. et al. (1981), "Complete treatment of sewage in a two-fluidized bed system", Biological fluidized bed treatment of water and wastewater, Ellis Horwood, Chichester, 121.

[19] Pohland E. G. et al. (1981), "Process design", 2nd Int. Symp. On Anaerobic Digestion, Sept. 6~11, Travemunde, Germany.

[20] Van den Berg L. et al. (1980), J. Appl. Bacteriol., 48, 437.

[21] Zoutberg G. R. et al. (1997), "The Biobed[®] EGSB (Expanded Granular Sludge Bed) system covers shortcomings of the upflow anaerobic sludge blanket reactor in the chemical industry", Wat. Sci. Tech., 35(10), 183~188.

[22] Zoutberg G. R. et al. (1996), "Anaerobic treatment of chemical and brewery wastewater with a new type of anaerobic reactor: the Biobed[®] EGSB reactor", Wat. Sci. Tech., 34(5/6), 357~381.

★作者通讯处: 郝晓地 030006 太原市山西财经大学(南校)
生态经济与环境技术应用研究所

电话/传真: (0351) 4189797

张临新 116013 大连市西岗区长春路 360 号
大连通广环境技术工程有限公司

收稿日期: 1997-10-6

品都要送二水厂化验室检测,经检验合格后方可供水厂使用。表 1 为所检产品的质量情况。

韶关市水司净水剂厂液体 PAC 的质量指标 表 1

PAC 样品号	pH 值	Al ₂ O ₃ 含量 (%)	盐基度 (%)	密度 (kg/L)
1	4.02	9.65	65.39	1.16
2	3.96	11.84	66.58	1.18
3	4.18	11.06	67.7	1.21
4	4.27	10.58	73.32	1.24
5	4.38	11.09	77.85	1.26
6	4.16	11.25	82.48	1.28

从表 1 的数据来看,所生产的液体 PAC 产品,符合有关质量标准^{[2][4]}。

2. 液体 PAC 的稳定性

由于净水剂厂生产液体 PAC 是批量的,为了液体 PAC 的储存和使用,就须对其稳定性进行分析研究,以便了解液体 PAC 的最佳储存浓度,为水厂更好地使用液体 PAC 提供参考。

实验研究方法是,将净水剂厂生产的液体 PAC 进行稀释,稀释液中氧化铝含量分别为:1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%,然后随着时间的变化(2个月)测定稀释液和原液样品的 Al₂O₃ 含量、pH 值、密度、盐基度等参数的变化情况。通过实验发现:不同浓度的液体 PAC 的密度、pH 值、Al₂O₃ 含量随时间变化很小,其结果如图 1、图 2、图 3 所示。盐基度的变化较明显,其变化情况如图 4 所示。从图 4 可知,低浓度的液体 PAC 的盐基度下降较大,如稀释液样品中 Al₂O₃ 含量为 1% 时,其盐基度降至 8% 左右;Al₂O₃ 含量为 2% 时,盐基度降至 25% 左右;而高浓度的样品,其盐基度变化不大。稀释液样品中 Al₂O₃ 含量为 4% 时,其盐基度变化发生突跃。所以样品中 Al₂O₃ 含量为 4% 时,为盐基度变化的突跃点。

盐基度是 PAC 的重要质量指标,它决定着产品的化学结构形态和许多特性,如聚合度、混凝能力、储存稳定性、pH 值以及 PAC 的

外观颜色等。图 5 是 PAC 的盐基度和混凝效果的关系图。由图 5 可知,在相同原水浊度下,

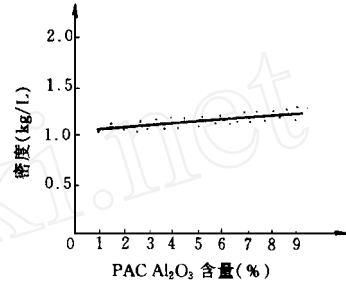


图 1 液体 PAC 密度的变化

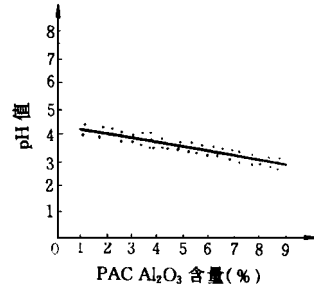


图 2 液体 PAC pH 值的变化

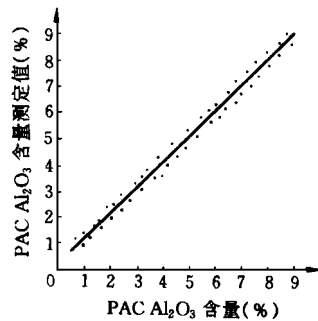


图 3 液体 PAC Al₂O₃ 含量的变化

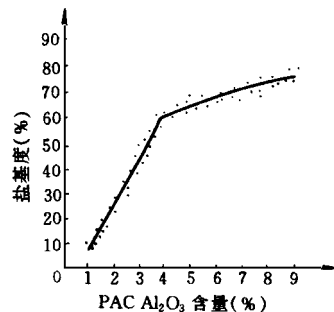
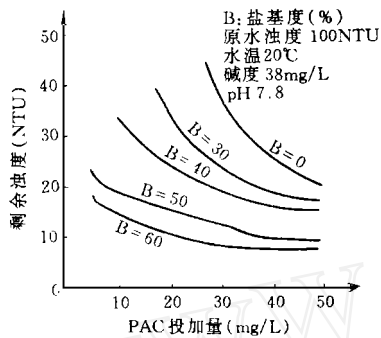


图 4 液体 PAC 盐基度的变化

PAC 的盐基度越高,其净水效果越好。



通过实验可知,对于水厂使用液体 PAC,要求原液储存尽量做到随用随配,避免因稀释过量后不用而造成盐基度下降,从而影响净水效果。另外,对于液体 PAC 成品的储存,要防止雨水或自来水的流入,导致其浓度降低,引起盐基度下降,从而影响稳定性,使净水能力下降。由实验可知,液体 PAC 最佳储存浓度应在 Al_2O_3 含量为 4 % 以上。

3. 液体 PAC 的投加稀释比

液体 PAC 在投加时,需先稀释,然后再投加。由于在使用初期,没有确定好稀释比,PAC 用量较大。为了确定 PAC 投加的最佳稀释比,笔者进行了烧杯搅拌试验^{[1][3]},配制了 5 种不同的稀释比:1 : 10、1 : 12、1 : 15、1 : 18、1 : 20。在做烧杯搅拌试验时,所取原水水质基本相近:原水浊度为 100NTU 左右, $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$,pH 值为 7.0,搅拌结束时,静沉 30min,用虹吸法取上清液测定其浊度,测出不同稀释比的液体 PAC 在相同投加量(15mg/ L)下,其出水浊度如表 2。

由表 2 可知,液体 PAC 的稀释比为 1 : 10、1 : 12、1 : 15 时,其出水效果较好,并在试验中观察到,这三种比例的药剂投入水中经搅拌,可观察到矾花生成快且明显,静沉后,清、浊分明。稀释比为 1 : 18、1 : 20 时,生成的矾花细小、静沉后,泥水分离不是非常明显。

不同液体 PAC 稀释比的出水浊度					表 2
稀释比					
水样号	1 : 10	1 : 12	1 : 15	1 : 18	1 : 20
1	6.5	6.5	7.0	18.5	18.5
2	6.0	7.0	6.5	18.0	18.5
3	6.5	7.0	7.5	19.5	22.0
4	5.5	6.5	6.0	20.0	21.0
5	7.0	6.5	6.5	21.0	22.5
6	6.0	7.0	6.5	18	20.5
平均	6.25	6.75	6.7	19.2	20.5

注:浊度单位为 NTU ,PAC 投加量为 15mg/ L。

然后再将 1 : 10、1 : 12、1 : 15 稀释比的液体 PAC 投入到不同原水浊度(用沉淀池排泥水配制,水温为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,pH 值为 7.0)内,检测其出水浊度,其结果如表 3 所示。

原水浊度与不同稀释比液体 PAC 消耗量 表 3						
原水浊度 (NTU)	静沉 30min 上清液浊度(NTU)			PAC 耗用量(mg/L)		
	1:10	1:12	1:15	1:10	1:12	1:15
20	8.0	8.0	8.5	6	6	7
40	7.5	7.5	8.5	8	8	9
60	7.0	7.5	8.0	10	10	12
100	6.5	6.5	7.0	13	13	15
150	6.5	6.5	6.5	15	15	17
200	6.5	6.5	7.0	18	18	19
250	6.0	6.5	6.5	20	20	22
300	5.5	5.5	6.0	23	24	25
400	6.0	6.5	7.0	26	27	28
500	5.5	6.0	6.5	29	30	33
650	5.5	5.5	6.0	32	33	36
850	6.0	5.5	6.5	34	36	40
1050	6.5	6.0	6.5	38	40	45

从表 3 数据可以看出,在原水浊度为 400NTU 以下时,三种稀释比的液体 PAC 用量相近,当原水浊度大于 500NTU 时,稀释比为 1 : 12 的液体 PAC 用量适宜。所以根据原水浊度的不同,确定投加液体 PAC 的稀释比不一致。当原水浊度在 500NTU 以下,投加液体 PAC 的稀释比为 1 : 15,用量较省;当原水浊度大于 500NTU 时,投加液体 PAC 的稀释比为 1 : 12。

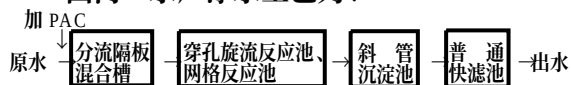
4. 应用研究

为了证实投加液体 PAC 稀释比的试验数据在生产中的应用情况,在韶关水司西河二水厂进行试验。

在应用研究期间,河水浊度变化不大,最高浊度为 300NTU,最低为 2.5NTU。确定液体 PAC 投加稀释比为 1:15。原水碱度为 60~100mg/L, pH 值为 6.8~8.4,水温为 15~26℃。研究运行时间为 1997 年 9、10、11 月。

西河二水厂投药工艺为重力投加。设贮药池、稀释池及投加池。由泵将药剂从贮药池提升至稀释池。然后通过重力加注至混合池,全过程均为人工控制。

西河二水厂净水工艺为:



经过近 3 个月的运行,其液体 PAC 的应用情况见表 4。

原水浊度与液体 PAC 投加量的关系 表 4

原水浊度 (NTU)	待滤水浊度 (NTU)	1000m ³ 水 PAC 用量 (kg)
20	7.5	8.5
46	7.0	11.0
65	7.0	14.0
106	6.5	17.0
160	6.0	19.0
204	6.5	23.0
254	6.0	26.0
300	6.5	29.0

从表 4 的数据可以看出,在生产运行中,受水力条件等因素的影响,液体 PAC 的消耗量要高于同等条件下的试验用量。

5. 经济分析

通过对液体 PAC 的一些试验研究,并经过生产运行比较,研究成果可给水厂带来一定的经济效益。

(1) 原来没有试验数据指导时,时常出现配

制的药剂时间过长,使液体 PAC 的混凝能力降低甚至失效,从而导致药剂的浪费,通过试验指导,很少发生过此种情况。为此,每月估计可节约 1t 左右的液体 PAC。液体 PAC 单体为 900 元/t,每年的投药时间按 8 个月计,则全年节约药剂费约为 $1.0 \times 8 \times 900 = 7200$ 元。

(2) 根据对投加液体 PAC 稀释比的试验研究,经生产运行发现,在相同水质情况下,平均 1000m³ 水可比原来节省液体 PAC 为 2kg,每月按 250 万 m³ 制水量计,每年按 8 个月投药时间计,则每年可节约液体 PAC 药剂费约为 $2 \times 250 \times 10^4 \times 8 \times 900 \times 10^{-6} = 36000$ 元/a。

以上两项共计节约费用为 4.32 万元/a,所以通过对液体 PAC 的试验研究,可降低水厂的制水成本。

三、结论

通过对液体 PAC 的储存浓度及投加稀释比的试验研究,得出以下结论:

1. 液体 PAC 的最佳储存浓度应为 Al₂O₃ 的含量在 4% 以上。

2. 投加液体 PAC 时,根据不同的原水浊度确定不同投加稀释比,当原水浊度低于 500NTU 时,投加液体 PAC 的稀释比为 1:15;当原水浊度大于 500NTU 时,投加液体 PAC 的稀释比为 1:12。

参考文献

- [1] 汪光焘主编,《城市供水 2000 年技术进步发展规划》,中国建筑工业出版社,1993 年。
- [2] 李润生著,《碱式氯化铝》,中国建筑工业出版社,1981 年。
- [3] 许保玖、安鼎年著,《给水处理理论与设计》,中国建筑工业出版社,1992 年。
- [4] 洪觉民等编著,《中小自来水厂管理维护手册》,中国建筑工业出版社,1990 年。

○作者通讯处:512000 广东省韶关市自来水总公司

姜乃昌 410082 长沙湖南大学土木工程系

收稿日期:1998-1-22

主办:中国建筑技术研究院
中国土木工程学会给水排水学会
编辑出版:《给水排水》编辑部
(100044 北京西外车公庄大街 19 号)
电话: (010)68362263 (010)68316321
(010)68317744 - 437

传真: (010)68316321
邮购: (010)68393587
印刷:中国建筑工业出版社印刷厂
国内总发行:北京报刊发行局
国内订阅处:全国各地邮电局(所)
(邮发代号:2-757)

国外总发行:中国国际图书贸易总公司
(发行代号:M4425)
(北京 399 信箱)
广告经营许可证:京西工商广字 0239 号
每期定价:3.80 元

WATER & WASTEWATER ENGINEERING Vol. 24 No. 6 June 1998

CONTENTS

Dynamic Modeling of Aerobic Stabilization Zhu Mingquan (6)

Abstract: A dynamic modeling approach has been established for the aerobic sludge stabilization process. Experiments indicate the developed model allows to precisely simulate the performance of the aerobic sludge stabilization. Using this model can also forecast the influences of the variation of temperature on the stability behavior of the treated sludge.

Sludge Disposal of Runshi Waterworks in Shijiazhuang Shu Yufen (10)

Abstract: An example to treat the sedimentation tank blow off and the filter back-washing overflow of urban waterworks was presented. The practical operation shows that the treated water can flow back with uniform rate to the raw water distributing well and sludge cake with water content of 80 % has been obtained after mechanical dewatering.

Brief on ASM2 Wu Junqi et al (13)

Granular Anaerobic Sludge Blanket Biobed  EGSB Process for Wastewater Treatment
..... Hao Xiaodi et al (18)

Experiment and Research on Liquid PAC for Drinking Water Purification Li Xiong et al (22)

Abstract: Liquid PAC (poly aluminum chloride) produced by the coagulant plant of Shaoguan Water Company in Guangdong province was tested experimentally to examine some parameters related to its application. The results obtained are follows: 1) the optimum storage concentration of liquid PAC must be 4 % higher than its Al_2O_3 content. 2) The dilution ratios of liquid PAC dosage must be 1:15 and 1:12 when the turbidity of raw water up to 500 NTU and higher than 500 NTU respectively.

Minimum Volume Calculation of Collecting Tank for Sewage Pumping Station
..... Wang Shaolin (26)

Wastewater Treatment of Edible Vegetable Oil Processing Jia Limin (29)

Abstract: The particularities and difficulties in treatment of industrial wastewater of