

高性能聚氯化铝的研究

李润生¹, 张莹², 唐经立³, 李凯¹

(1 深圳市中润水工业技术发展有限公司, 广东 深圳 518057; 2 上海市自来水市南有限公司 长桥水厂, 上海 200231; 3 长沙江南水务建设有限公司 高效净水剂分公司, 湖南 长沙 410111)

摘要: 从理化性质、混凝效果、生产成本等方面, 对深圳市中润水工业技术发展有限公司生产的新型高性能聚氯化铝 (NHPAC) 产品和国内外的聚氯化铝 (PAC) 产品进行了综合比较。结果表明, NHPAC 产品具有 Al_2O_3 含量高 [液体和固体产品的 Al_2O_3 含量分别为 (23% ~ 25%)、 $\geq 45\%$]、铁含量低 ($\leq 40 \text{ mg/L}$)、有毒物质含量低、混凝效果好、建厂投资省、物耗和能耗低等显著优点, 且其生产过程中无废水、废气和废渣产生。NHPAC 产品的开发有利于生活饮用水的卫生安全, 亦有利于水处理药剂生产和应用中的节能减排。

关键词: 水处理剂; 聚氯化铝; 混凝效果

中图分类号: TU991 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2010)23-0073-03

Study on a New and High-performance Polyaluminum Chloride

LI Run-sheng¹, ZHANG Ying², TANG Jing-li³, LI Kai¹

(1. Shenzhen Zhongrun Water Industry Technology Development Co., Ltd., Shenzhen 518057, China; 2. Changqiao Waterworks, Shanghai Shinan Water Supply Co., Ltd., Shanghai 200231, China; 3. High Effective Water Treatment Chemicals Co., Ltd., Changsha Jiangnan Water Industry Co., Ltd., Changsha 410111, China)

Abstract The comprehensive comparison between a new and high-performance polyaluminum chloride (NHPAC) produced by Shenzhen Zhongrun Water Industry Technology Development Co., Ltd. and domestic and foreign products of polyaluminum chloride (PAC) was conducted in aspects of physicochemical characteristics, coagulation effect, production cost and so on. The results show that NHPAC products have advantages of high Al_2O_3 (liquid 23% to 25%, solid $\geq 45\%$), low Fe ($\leq 40 \text{ mg/L}$), low toxic substance, high coagulation effect, less investment and low material and energy consumption. The production process of NHPAC has no wastewater, waste gas and solid wastes. The development of NHPAC is suitable for the security of drinking water and energy reduction in production and applications of water treatment chemicals.

Key words water treatment chemicals; polyaluminum chloride; coagulation effect

聚氯化铝 (PAC) 具有优良的混凝性能, 被广泛用于水处理领域。我国独创开发的以铝土矿轻烧料和铝酸钙为主要原料、采用常压反应工艺生产的 PAC 产品, 具有生产成本低、混凝效果好等优点, 在国际市场上具有较强的竞争力^[1,2]。

但现有的 PAC 产业也存在一些突出的问题, 例如, 大量采用矿物原料, 导致 PAC 产品中不可避免地含有一些对人体有害的重金属元素, 另外少数企业采用副产盐酸为原料, 使产品中带入多种有机污染物; 不少产品中的不溶物含量较高, 影响了水处理

企业的设备运行和生产环境; 现行的生产工艺采用铝酸钙调整工艺, 使 PAC 产品中含有大量氯化钙杂质, 增加了盐酸的消耗和水处理成本; PAC 产品大多采用固体剂型, 增加了干燥设备的投资, 进而造成能耗和生产成本的增加。鉴于以上原因, 迫切需要对我国现行的 PAC 生产工艺、原料和产品结构进行革新, 研发高性能的 PAC 产品和更优的生产工艺。

高纯和高含量聚氯化铝 (HPAC) 是笔者在 20 世纪 70 年代研发的、用于化妆品止汗剂和催化剂载体的专用产品, 深圳市中润水工业技术发展有限公司 (简称“深圳中润公司”) 在该产品的基础上进行创新, 使其保持高纯和高浓特点的同时兼具高效和高稳定性, 开发出了 NHPAC 系列的 2010A 和 2010B 型 PAC 产品, 该产品更适用于水的净化处理。

表 1 NHPAC 系列产品指标与各种 PAC 标准指标的对比

项 目	液体产品						固体产品	
	NH PAC 系列			美国 PAC 企业标准	日本 JIS K 1475: 2006 标准	GB 15892 — 2009	GB 15892 — 2009	2010A
	HPAC	2010A	2010B					
外观	无色透明液			无色至浅黄色透明液	无色至浅褐色透明液	无色至黄褐色液	白色至黄褐色粉末	白色至浅黄色粉末
密度 $\rho / (g \cdot cm^{-3})$	1.30~1.40	1.35~1.40	1.38~1.43	1.335~1.345	> 1.19	> 1.12		
$Al_2O_3 / \%$	23~25	20~25	18~20	23~24	10~11	≥ 10	≥ 29	≥ 45
盐基度 $\%$	80~90	60~75	45~65	80~90	45~65	40~90	40~90	65~90
$Pb / (mg \cdot L^{-1})$	≤ 3			≤ 5	≤ 5	≤ 10	≤ 29	≤ 10
$As / (mg \cdot L^{-1})$	≤ 1			≤ 1	≤ 1	≤ 2	≤ 5.8	≤ 2
$Fe / (mg \cdot L^{-1})$	≤ 40			≤ 50	≤ 100			≤ 60
$CaCl_2 / \%$	< 0.1			< 0.1		> 7.2	> 20	< 0.1
不溶物 $\%$	< 0.1			< 0.1		0.2	0.6	< 0.1

2 NHPAC 系列产品的混凝效果

在原水浊度为 32 NTU、水温为 27℃、混凝试验的 GT 值为 25 182 的条件下, 对 NHPAC 系列产品和其他 PAC 产品的混凝效果进行了比较, 结果见表 2。可以看出, NHPAC 系列产品的混凝效果优于国内外

1 NHPAC 系列产品的理化性质

NHPAC 系列产品包括 HPAC、2010A 和 2010B 三类, HPAC 与国外的止汗剂用聚氯化铝类似, 2010A 和 2010B 型 PAC 的混凝效果均优于 HPAC, 主要用作水处理剂; 2010B 的有效成分含量和混凝效果稍低于 2010A, 但其生产成本低于 2010A, 并有更好的稳定性。NHPAC 系列产品的各项指标与国内外 PAC 产品标准指标的对比见表 1。可以看出, NHPAC 系列产品的有效成分远高于普通 PAC 产品, 而其重金属毒理指标则远低于普通 PAC 产品, 且不含 $CaCl_2$ 、 $CaSO_4$ 和 $NaCl$ 等杂质。由于 NHPAC 系列产品的含铁量超低, 所以特别适合作造纸助剂。NHPAC 均能制作固体产品, 具有高 Al_2O_3 含量、低投药量的特点。

其他 PAC 产品, 出水的余浊及所需的投加量均较低。HPAC 产品具有低加药量时余浊低、而高加药量时余浊反弹的共同特点。2010A 和 2010B 型 PAC 产品的混凝效果优于 HPAC 产品, 出水余浊低且不反弹, 便于加药的平稳操作。

表 2 混凝效果比较

Tab 2 Comparison of coagulation test results							
项 目	0.6 mg/L*	1.0 mg/L*	1.4 mg/L*	1.8 mg/L*	2.2 mg/L*	平均余油 /NTU	余油 = 2.0 NTU时的加药量 /(mg·L ⁻¹)
	不同加药量下的余油 /NTU						
美国 HPAC	2.63	2.06	1.95	2.92	3.14	2.54	1.22
ZR-HPAC	2.98	1.66	1.26	1.21	1.33	1.69	0.96
日本 PAC	5.12	2.99	2.07	1.50	0.90	2.52	1.45
ZR-2010A	4.10	1.79	1.01	0.62	0.51	1.61	0.94
ZR-2010B	4.01	1.65	1.12	0.68	0.62	1.62	0.96
普通 PAC	4.16	2.60	1.11	1.27	1.28	2.08	1.30
注: “*”表示以 Al ₂ O ₃ 计的加药量。							

3 NHPAC 产品的能耗、物耗及项目投资

NHPAC 系列产品与普通 PAC 产品的物耗和能耗比较见表 3 以相同的 Al_2O_3 含量 (10%) 计,

NHPAC 产品的能耗均低于普通 PAC 产品的, 对原料盐酸的消耗除 2010B 型产品略高外, 其他 NHPAC 产品的盐酸消耗量均低于普通 PAC 产品的。

表 3 NHPAC 与普通 PAC 产品的主要物耗和能耗比较

Tab 3 Comparison of material and energy consumption between NHPAC and common PAC

项 目	Al_2O_3 %	实际消耗			Al_2O_3 按 10% 折算的物、能耗		
		3 % 盐酸 / ($\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$)	煤 / ($\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$)	电 / ($\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{t}^{-1}$)	3 % 盐酸 / ($\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$)	煤 / ($\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$)	电 / ($\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{t}^{-1}$)
HPAC	23	275	30	12	119. 6	13. 0	5. 2
2010A	20	350	30	12	175. 0	15. 0	6. 0
2010B	18	625	25	10	347. 0	13. 9	5. 6
普通 PAC 液体	10	330	50	8	330. 0	50. 0	8. 0
普通 PAC 固体	29	1 050	550	120	362. 0	189. 7	41. 4
2010A 固体	45	790	310	105	122. 2	68. 9	23. 3

注: 固体干燥均为喷雾干燥法, 下同。

比较 2010A 型 PAC 液体产品与普通 PAC 固体产品 (采用喷雾干燥法) 的项目投资指标, 结果表明, 按照 2×10^4 t/a 的等效产量计, 前者的项目投资为 400 万元, 占地面积和建筑面积分别为 6 000 和 1 200 m^2 , 装机容量为 140 kW, 定员为 28 人; 而后的项目投资为 700 万元, 占地面积和建筑面积分别为 10 000 和 2 400 m^2 , 装机容量为 350 kW, 定员为 45 人。可以看出, 2010A 型 PAC 液体产品的各项投资指标显著优于普通 PAC 固体产品的。

4 生产过程的环保性

NHPAC 系列产品的生产过程无废水、废气、废渣等的排放; 而采用铝土矿、钙粉工艺生产液体和固体 PAC 产品时会分别产生 120~375 kg/t 的固废量; 采用氢氧化铝、钙粉工艺生产液体和固体 PAC 产品时则会分别产生 14~45 kg/t 的固废量。相比之下, NHPAC 系列产品的生产过程更环保。

5 结论

与国内外现有的聚氯化铝产品和生产工艺相

比, 深圳中润公司生产的高性能聚氯化铝产品具有有效成分含量高、有害物质含量低、所需投药量少和混凝效果好、生产投资省等优点, 且其生产过程中无废水、废气和废渣产生。采用高性能聚氯化铝产品和生产工艺, 有利于确保生活饮用水用混凝剂的卫生安全, 亦有利于节省资源和节能减排。目前尚需对高性能聚氯化铝的稳定性及其对不同原水水质的适应性做进一步的研究, 以期对该系列产品进行全面的经济评价和改进。

参考文献:

[1] 李润生, 沈开义, 李凯. 我国水处理混凝剂的发展新趋势 [J]. 中国给水排水, 2010, 26(8): 145-146
[2] 宁寻安, 李润生, 温琰茂. 聚合氯化铝中 Al_2 和 Al_3 的形态分布规律 [J]. 环境化学, 2007, 26(3): 352-356

电话: (0755) 26630106
E-mail: office@zwwater.com
收稿日期: 2010-06-17

推进依法行政, 实现依法治水