

试验研究

# 鸟粪石沉淀法处理超高浓度含磷 废水工程实践

倪建国<sup>1</sup>, 曾杭成<sup>2</sup>, 俞 岚<sup>3</sup>

(1. 萧山区环境保护局, 浙江 萧山 311200; 2. 浙江东发环保工程有限公司, 浙江 萧山 311203; 3. 金华职业技术学院 制药与材料工程学院, 浙江 金华 321007)

**摘要:** 针对某企业超高浓度含磷废水, 采用二级结晶沉淀加二级鸟粪石沉淀联合工艺处理。实践结果表明, 该工艺可使废水中总磷去除率 $\geq 99.8\%$ , 实现出水总磷 $\leq 100$  mg/L, 并可产生 108 元/t 的经济效益。

**关键词:** 含磷废水; 二级结晶; 二级鸟粪石沉淀

中图分类号: X703

文献标识码: B

文章编号: 1006-8759(2015)05-0035-03

## ENGINEERING PRACTICE ON THE TREATMENT OF HIGH-CONCENTRATION PHOSPHORUS-CONTAINING WASTEWATER BY SECONDARY CRYSTALLIZATION AND STRUVITE PRECIPITATION

NI Jian-guo<sup>1</sup>, ZENG Hang-cheng<sup>2</sup>, YU Lan<sup>3</sup>

(1. Hangzhou Xiaoshan Environmental Protection Agency, Xiaoshan 311200, China;

2. Zhejiang Dongfa Environmental Protection Engineering Co. Ltd, Xiaoshan 311200, China;

3. Jinhua Polytechnic, College of Pharmacy & Materials Engineering, Jinhua 321007, China)

**Abstract:** The process of two-stage crystallization and two-stage struvite precipitation was applied to treat High-concentration phosphorus-containing wastewater. The results showed that TP removal rate was more than 99.8%, the effluent quality was achieved TP $\leq 100$  mg/L, and the process obtained a high economic benefits.

**Key words:** phosphorus-containing wastewater, two-stage crystallization, struvite precipitation

磷是自然界中重要的生源要素, 大约 80% 的湖泊和水库的水体富营养化是由于磷元素造成的, 因此磷元素的排放对于环境影响巨大<sup>[1]</sup>。此外, 磷作为不可更新、日渐匮乏的宝贵矿物资源, 已被有关部门列为 2010 年后不能满足国民经济发展需求的 20 种矿产之一<sup>[2]</sup>, 因此从高浓度含磷废水中回收磷是解决企业高浓度含磷废水排放的有效途径。目前高浓度含磷废水的处理方法有钙法混

凝沉淀<sup>[3]</sup>、吸附法<sup>[4]</sup>、高级氧化-生化法<sup>[5]</sup>。此类方法适用于无机态含磷废水, 具有高效、稳定的运行效果。然而化学沉淀法产生大量污泥, 分离效果欠佳, 且有效磷含量低, 无回收价值, 使得后期污泥处置费用极高。因此, 林明等采用鸟粪石 ( $MgNH_4PO_4$ ) 沉淀法<sup>[6]</sup>, 可以有效去除废水中磷, 且沉淀物为一种很好的缓释肥料, 实现磷资源的回收利用。

浙江某企业生产过程中产生超高浓度 (50 000 mg/L) 含磷废水约 20 t/d。针对此类超高含磷废水, 只见陈建刚作过报道<sup>[7]</sup>, 他采用过量石灰乳进

收稿日期: 2014-06-08

第一作者简介: 倪建国 (1982~): 男, 浙江萧山人, 硕士研究生, 研究方向水污染治理。



2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup>反应器:2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup>反应器净尺寸均为:6.5×2.0×5.0 m,有效容积 55 m<sup>3</sup>。中间水池经提升泵提升至 2<sup>#</sup>反应器,出水溢流至 3<sup>#</sup>反应器,再 2<sup>#</sup>和 3<sup>#</sup>反应器中加入 25 % MgCl<sub>2</sub> 溶液和 20 % NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> 溶液,控制两者摩尔比为 1.25:1,并用 NaOH 溶液控制废水 pH 为 9.5~10.5,反应生成鸟粪石(MgNH<sub>4</sub>PO<sub>4</sub>),沉淀物送入污泥池,废水进入气浮池。

气浮池:Q235-A 钢结构,尺寸为 4.0×2.0×2.0 m,处理量为 5~10 m<sup>3</sup>/h,溶气水量为 2~4 m<sup>3</sup>/h,HRT 为 40 min,分离区容积为 8 m<sup>3</sup>。

污泥浓缩池:两座污泥浓缩池的净尺寸均为:2.5×2.5×2.5 m,有效容积为 14 m<sup>3</sup>。

离心机:三足式离心机,SUS304 材质,规格为 1.89×1.55×10 m,转鼓直径为 1 m,转鼓容积为 150 L,转速为 1 000 r/min。

### 3 项目运行效果

本项目 2014 年 8 月调试成功,于 2014 年 9 月通过当地环保部门验收。系统运行稳定后的出水水质如表 1 所示。

表 1 出水水质

采样时间	总磷(mg/L)	
	进水	出水
2014 年 9 月 3 日	44155	90
2014 年 10 月 11 日	45255	92
2014 年 12 月 4 日	45210	95
2015 年 3 月 12 日	50025	90

### 4 技术经济指标

本项目总投资 150 万元,运行费用主要包括电费、药剂费、人工费。

电耗:本项目为三级供电负荷,日用电量约 159.8 KWh。电价按 1.0 元/KWh,折合 7.99 元/t 废水。

人工费:需操作人员 2 人,工人工资按 1500 元/月计算,折合 5.0 元/t 废水。

药剂费包括 NaOH、NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>、MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O、

PAM 和 PAC 约 125 元/t 废水。实际日常运行费用 138.00 元/t 废水。由于每 500 mL 废水产生 30 g 鸟粪石,则每吨废水产生 60 kg,价格按 1.8 元/kg 计,因此可产生 108 元/t 的效益。

### 5 存在的问题与解决措施

1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>反应器中结晶体数量取决于反应器温度和 pH 的控制,同时离心后需人工迅速清理滤布中的结晶体,防止因温度升高而二次溶解。

整个系统处理后总磷浓度仍较高,且在加入铵盐后,水中氨氮浓度也升高,因此需送至企业原有废水处理设施进一步处理。

考虑进水水质的波动性,需在运行前对 1<sup>#</sup>调节池和中间调节池废水水质进行监测,控制合理的试剂用量,减少成本,保证出水水质达标。

### 6 结论

采用二级结晶和二级鸟粪石沉淀法处理超高浓度含磷废水,处理后出水总磷<100 mg/L,满足设计要求。

当温度为 15℃,pH 为 9.5 左右时,结晶效果明显,最佳 MgCl<sub>2</sub> 和 NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> 摩尔比为 1.25:1。

该项目运行费用为 138 元/t,并能产生 108 元/t 的效益。

### 参考文献

- [1] 杨焱明,刘树元,郑显鹏,等.污水除磷技术现状及发展趋势[J].济南大学学报:自然科学版,2008,22(2):166~170
- [2] 陈利德,王德.浅议污水厂的磷回收[J].环境工程,2004,22(4):26~27
- [3] 熊鸿斌,刘文清.钙法化学混凝处理高浓度含磷废水技术研究[J].水处理技术,2004,30(5):307~309
- [4] 丁超峰,陈建平,盛彦清,等.复合赤泥在高浓度含磷废水处理中的应用[J].环境工程学报,2013,7(12):4643~4647
- [5] 洪荷芳,徐家栋,胡奕.铁炭微电解-光催化氧化-生化处理有机磷废水[J].环境工程,2011,29(6):39~41
- [6] 林明,潘涌璋.鸟粪石沉淀法回收高浓度含磷废水中磷的研究[J].工业用水与废水,2011,42(6):28~32
- [7] 陈建刚.高浓度含磷废水处理工程实例[J].工业用水与废水,2014,45(3):71~78