

高铁酸钾联合 PAC 化学除磷技术在污水处理厂中的应用研究

王天宇 (上海友联竹园第一污水处理投资发展有限公司, 上海 200137)

摘要: 本文针对某城镇污水处理厂生物池出水展开研究, 在生物除磷的基础上, 分析不同浓度 PAC (氧化铝 10%)、高铁酸钾以及高铁酸钾联合 PAC 作用下的总磷去除率, 确定化学除磷混凝剂的最佳投加量, 为进一步提高出水水质提供可靠依据。

关键词: 高铁酸钾; PAC; 总磷; 去除率; 混凝

城镇污水处理厂采用的除磷技术主要为生物除磷和化学除磷。生物除磷由生物池活性污泥中的聚磷菌完成。化学除磷通过投加混凝剂形成不溶性磷酸盐沉淀物, 固液分离后将磷从污水中除去。PAC (聚合氯化铝) 是一种性价比较高的高分子无机混凝剂, 高铁酸钾 (K_2FeO_4) 是一种氧化性和混凝性并存的绿色高效水处理剂。为储备除磷技术、保证出水水质稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 的标准, 本文研究高铁酸钾、PAC 联合作用下的除磷效果, 探求最优投加量。

1 研究内容

以总磷去除率作为考察指标, 对某城镇污水处理厂生物池末端污水进行试验, 在生物除磷的基础上投加混凝剂, 研究投加不同浓度 PAC (氧化铝 10%)、不同浓度高铁酸钾, 以及同时投加 PAC (氧化铝 10%) 和高铁酸钾条件下的总磷去除率, 分析混凝剂去除机理与效果, 确定最佳投加量。

2 试验方法

2.1 取样

因该城镇污水处理厂目前已采用生物和化学同步除磷技术, 为尽可能避免原生物池末端 PAC 加药系统对本试验的影响, 设置取样点于 8 号生物池末端但远离 PAC 加药管的适当位置。每日早 9:00 定时取样。

2.2 试验仪器和药剂

高压蒸汽灭菌锅、定时混凝搅拌器、50mL 比色管、比色皿、分光光度计、真空抽滤机、烧杯、滤纸、容量瓶、玻璃棒、锥形瓶等; 高铁酸钾、PAC (氧化铝 10%)、亚硫酸钠、过硫酸钾、抗坏血酸、钼酸铵、蒸馏水、氢氧化钠、稀盐酸等。

2.3 试验过程

调节水样 pH 值后, 在 6 组容器内分别投加相应浓度的混凝剂, 定时搅拌, 静置沉淀后抽滤, 取上清液测定总磷浓度。总磷测定采用钼酸铵分光光度法 (GB/T11893-1989)。

3 试验结果与分析

3.1 生物除磷作用下总磷浓度分析

该污水处理厂日处理水量设计值为 110 万 m^3 , 设计进水总磷浓度为 6.0mg/L, 连续监测 30 天进水总磷浓度。连续 30 天内, 该污水处理厂进水总磷浓度波动幅度较小, 最大值为 5.89mg/L, 最小值为 4.07mg/L, 平均进水总磷浓度为 5.45mg/L, 较设计值 6mg/L 略低。其中试验阶段 1-4 的 12 组数据中, 进水总磷浓度波动小, 均值为 5.52mg/L。

由于每日进水水质差异以及温度、溶解氧等综合因素

影响, 经过 8 号生物池生物除磷后, 生物池末端总磷浓度波动较大。试验阶段 1-4 的 12 组数据中, 生物除磷后总磷浓度最大值为 1.87mg/L, 最小值为 0.09mg/L, 平均浓度为 0.65mg/L, 平均除磷率为 87.98%。平均生物除磷率较高, 但仅生物除磷仍不能确保出水总磷均实现《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 的一级 A (低于 0.5mg/L) 的排放标准, 有必要在生物除磷的基础上投加混凝剂进一步除磷。

3.2 PAC、高铁酸钾作用下总磷去除率分析

以生物除磷作用后的水样为“原液”, 进一步研究 PAC、高铁酸钾作用下的总磷去除率。

3.2.1 试验阶段 1: 单独投加 PAC

调节水样 pH 值为 7, 在 1-6 号容器内分别投加 10mg/L、20mg/L、30mg/L、40mg/L、50mg/L、60mg/L 的 PAC (氧化铝 10%), 充分搅拌、混凝、沉淀, 抽滤后测定上清液总磷浓度。试验连续 3 天, 得到 3 组平行数据。

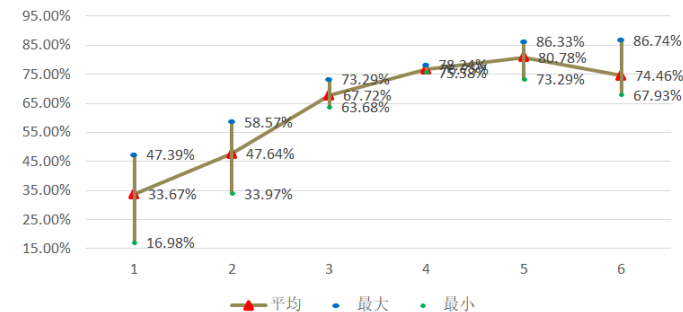


图 1 PAC (氧化铝 10%) 浓度对总磷去除率的影响

由试验数据得出, 随着 PAC (氧化铝 10%) 浓度的增加, 总磷去除率逐渐增高, 平均去除率由 33.67% 增加到 80.78%。PAC (氧化铝 10%) 浓度为 50mg/L 时, 总磷去除率最高, 均值为 80.78%, 最大值为 86.33%, 最小值为 73.29%, 当 PAC (氧化铝 10%) 浓度大于 50mg/L 时, 总磷去除率有所降低。

3.2.2 试验阶段 2: 单独投加高铁酸钾

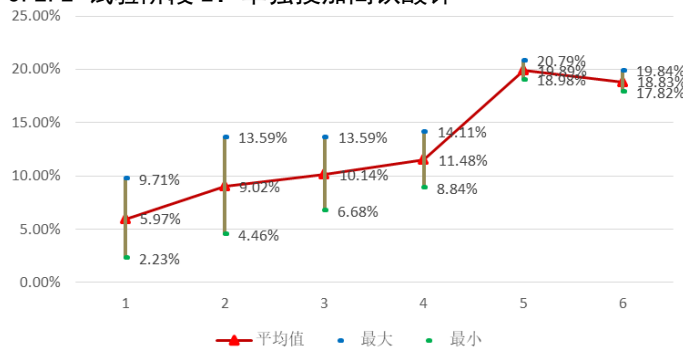


图 2 高铁酸钾浓度对总磷去除率的影响

高铁酸钾有强氧化性,低 pH 值的情况下,高铁酸钾自身分解速率快,氧化过程不充分,总磷去除率较低,故先调节水样 pH 值为 8.5。在 1-6 号容器内分别投加 2mg/L、4mg/L、6mg/L、8mg/L、10mg/L、12mg/L 的高铁酸钾,充分搅拌、混凝、沉淀,抽滤后测定上清液总磷浓度。试验连续 3 天,得到 3 组平行数据。

由试验数据得出,随着高铁酸钾浓度的增加,总磷的去除率逐渐增高,由 5.97% 增加到 19.89%,高铁酸钾浓度为 10mg/L 时,总磷去除率较 8mg/L 有显著增高,平均值为 19.89%,最大值为 20.79%,最小值为 18.98%,当高铁酸钾浓度大于 10mg/L 时,总磷去除率有所降低。

3.3 高铁酸钾联合 PAC 除磷

根据高铁酸钾的氧化性,PAC 和高铁酸钾联合除磷的试验中,考虑先投加高铁酸钾实现预氧化,高铁酸钾会与胶体颗粒表层的有机涂层反应,胶体有机涂层被破坏后,混凝剂与胶体颗粒的电中和作用进一步强化,促进胶体凝聚,更易于形成更大絮体,从而提高沉降性能,提高除磷率。

3.3.1 试验阶段 3: 固定 PAC (氧化铝 10%) 浓度,研究高铁酸钾投加量的影响

调节水样 pH 值为 8.5,在 1-6 号容器内分别投加 2mg/L、4mg/L、6mg/L、8mg/L、10mg/L、12mg/L 的高铁酸钾,充分搅拌氧化后加入饱和亚硫酸钠溶液进行淬灭。调节水样 pH 值为 7 后,根据试验阶段 1 得出的最佳 PAC (氧化铝 10%) 投加量,1-6 号容器内依次加入 50mg/L 的 PAC (氧化铝 10%) 溶液,搅拌、混凝、沉淀,抽滤后测定上清液总磷浓度。试验连续 3 天,得到 3 组平行数据。



图 3 PAC (氧化铝 10%) 为

50mg/L 时高铁酸钾浓度对总磷去除率的影响

由试验数据得出,PAC (氧化铝 10%) 浓度为 50mg/L 时,随着高铁酸钾浓度的增加,总磷的去除率逐渐增高,高铁酸钾浓度为 8mg/L 时,总磷去除率最高,平均值为 88.61%,最大值为 96.80%,最小值为 82.80%,当高铁酸钾浓度大于 8mg/L 时,总磷去除率有所降低,并趋于不变。

3.3.2 试验阶段 4: 固定高铁酸钾浓度,研究 PAC 投加量的影响

调节水样 pH 值为 8.5,根据试验阶段 2 得出的最佳高铁酸钾投加量,在 1-6 号容器内依次加入 10mg/L 的高铁酸钾,充分搅拌氧化后加入饱和亚硫酸钠溶液进行淬灭。调节 pH 值为 7,在 1-6 号容器内分别投加 10mg/L、20mg/L、30mg/L、40mg/L、50mg/L、60mg/L 的 PAC (氧化铝 10%),充分搅拌、混凝、沉淀,抽滤后测定上清液总磷浓度。试

验连续 3 天,得到 3 组平行数据。

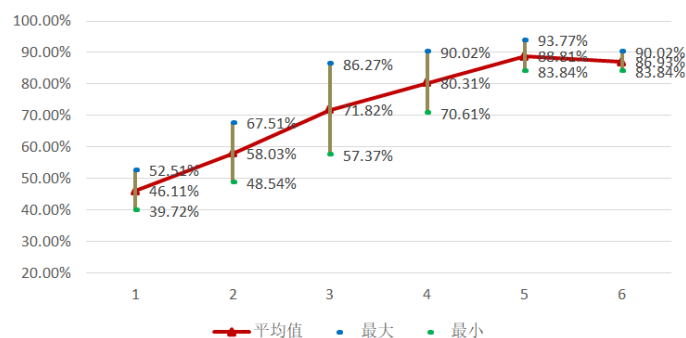


图 4 高铁酸钾浓度为 10mg/L 时 PAC 对总磷去除率的影响

由试验数据得出,高铁酸钾浓度为 10mg/L 时,随着 PAC 浓度的增加,总磷的去除率逐渐增高,PAC (氧化铝 10%) 浓度为 50mg/L 时,总磷去除率最高,平均值为 88.81%,最大值为 93.77%,最小值为 83.84%,当 PAC (氧化铝 10%) 浓度大于 50mg/L 时,总磷去除率趋于不变。

3.4 去除率综合比对

通过试验阶段 1-4 的研究,分析不同试验条件下总磷去除率平均值,可以得出:

①单独使用高铁酸钾除磷,总磷去除率较低,且随高铁酸钾投加量增加,总磷去除率变化幅度不大,10mg/L 时去除率最高,但仅为 19.89%;

②单独使用 PAC 除磷,总磷去除率明显优于单独使用高铁酸钾除磷,随着投加量的增高,去除率明显增加,50mg/L 时去除率为 80.78%;

③高铁酸钾联合 PAC 总磷去除率均高于单独使用 PAC 除磷和高铁酸钾除磷;试验阶段 3 总磷去除率最高为 88.61%,试验阶段 4 总磷去除率最高为 88.81%,此时投加条件为高铁酸钾浓度 10mg/L, PAC (氧化铝 10%) 浓度 50mg/L;

④比对试验阶段 3 和试验阶段 4,当固定 PAC (氧化铝 10%) 投加量为 50mg/L 时,即使较低浓度 (2mg/L、4mg/L、6mg/L) 的高铁酸钾,也可使总磷去除率达 70% 以上,但当固定高铁酸钾浓度 10mg/L 时,投加低浓度 PAC (氧化铝 10%) 溶液,除磷效果不佳,可见 PAC 混凝作用大于高铁酸钾。

4 结论

①PAC 除磷率较高,在生物除磷条件良好的情况下,可单独使用 PAC 进行化学除磷,投加 PAC (氧化铝 10%) 最佳浓度为 50mg/L;

②单独使用高铁酸钾除磷,去除率不理想,可见与其氧化性相比高铁酸钾还原后的产物 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 混凝效果相对较弱;

③高铁酸钾联合 PAC 除磷,高铁酸钾的氧化性有助于整体去除率的明显提高,投加混凝剂最佳浓度分别为高铁酸钾浓度 10mg/L, PAC (氧化铝 10%) 浓度为 50mg/L。

参考文献:

[1] 刘佳刚,王宝辉,陈微等.绿色氧化剂高铁酸盐及其在水处理中的应用[J].天津化 2008,22(4):16-18.

作者简介:

王天宇 (1994-), 助理工程师, 研究方向为排水。