

# 市政污水处理厂泥处理系统生产废水水质调研及设计应用

陈伟华<sup>1</sup> 龚曼瑀<sup>1</sup> 沈浩<sup>1,\*</sup> 郭海鹏<sup>2</sup> 陈乐荣<sup>2</sup>

1. 中国市政工程中南设计研究总院有限公司 湖北 武汉 430010

2. 广东联泰环保股份有限公司 广东 汕头 515000

**摘要:** 对某市政污水厂污泥水进行为期一年的水质调研, 调研结果表明, 污泥水中的脱水滤液 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、溶解性正磷酸盐均大于浓缩池上清液, 脱水滤液分别为9.45mg/L、46.86mg/L, 浓缩池上清液则分别为3.3mg/L、12.61mg/L; 污泥水直接回流对厂区进水的指标有较大影响。建议针对污泥水进行处理, 重点控制TP(包括溶解性TP)、SS, 不建议将该部分污泥水回流至深度处理设施, 并将调研结果应用在粤东某污水二期工程设计中。

**关键词:** 市政污水厂; 污泥水; 水质调研; 设计应用

近年来, 随着我国环保基础设施的不断完善, 我国污水处理量逐年增加, 至2019年, 全国城镇污水处理量约1.79亿 $\text{m}^3/\text{d}$ , 产生干污泥量约1103万 $\text{t}^{[1]}$ 。根据《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)第4.3.2条规定: 城镇污水处理厂的污泥需要进行污泥脱水处理, 脱水后污泥含水率应小于80%。部分城市还出台地方标准, 要求脱水后污泥含水率应小于60%或40%, 因此大量的污泥处理工艺在污水处理厂污泥处理系统中得到了广泛的应用。

但是, 污水处理厂的污泥处理系统普遍存在“重泥轻水”的情况, 湿污泥经过浓缩、脱水后, 泥饼外运处置, 而污泥处理系统产生的污泥水(上清液、脱水滤液等)大多未经处理直接回流至进水泵房或细格栅。根据《室外排水规范》(GB50014-2021)<sup>[2]</sup>第8.2.3条规定, 当采用生物除磷工艺进行污水处理时, 不宜采用重力浓缩。当采用重力浓缩池时, 宜对污泥水进行除磷处理。显然, 我国大多数污水处理厂对污泥水的处理并不符合规范的要求。

众所周知, 污泥在污泥浓缩池内会发生厌氧释磷, 如果将污泥水直接回流至污水处理系统, 将增加污水处理的磷负荷, 降低生物除磷的效果。但污泥水的TP和其他指标浓度是多少, 对系统磷负荷的贡献值多大, 对进水指标的影响多大等均尚未可知。本研究以粤东某水质净化厂作为研究对象, 进行为期一年的水质调研, 并将调研结果应用于粤东某污水处理厂二期设计, 也可为其其他污水处理厂污泥水处理设计提供借鉴。

## 一、对象与方法

### 1. 调研对象

本次调研对象为粤东某水质净化厂, 一期18万 $\text{m}^3/\text{d}$ , 二期8万 $\text{m}^3/\text{d}$ , 总规模26万 $\text{m}^3/\text{d}$ 。污水采用AAO微曝氧化沟+二沉池工艺, 污泥采用污泥浓缩池+储泥池+离心脱水工艺。原水均通过同一厂外提升泵站进入细格栅, 一期压力管为DN1400, 二期压力管为DN1600, 两根管在进入细格栅前设有连通管。

### 2. 调研方法

本次调研分别针对污泥浓缩池上清液、脱水滤液和细格栅出水水质情况进行取样检测, 取样点和频率见下表1。

表1 样品采集点分布及频率

Tab.1 Sample collection point distribute and frequency

构筑物名称	采样点	采样频次
污泥浓缩池	上清液排水槽	2次/周, 运行异常加测
脱水车间	滤液排水管	2次/周, 运行异常加测
一期、二期细格栅	细格栅渠	2次/周, 运行异常加测

### 3. 分析方法

$\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、 $\text{BOD}_5$ 、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、TN、TP、溶解性正磷酸盐、SS等测定均采用标准方法<sup>[3]</sup>, 其中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 和溶解性正磷酸盐是经过 $0.45\mu\text{m}$ 滤膜过滤后测定。

## 二、结果和讨论

### 1. 主要成分

浓缩池上清液和脱水滤液 $\text{BOD}_5$ 、 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、TN、TP、溶解性正磷酸盐的浓度变化趋势见图1。

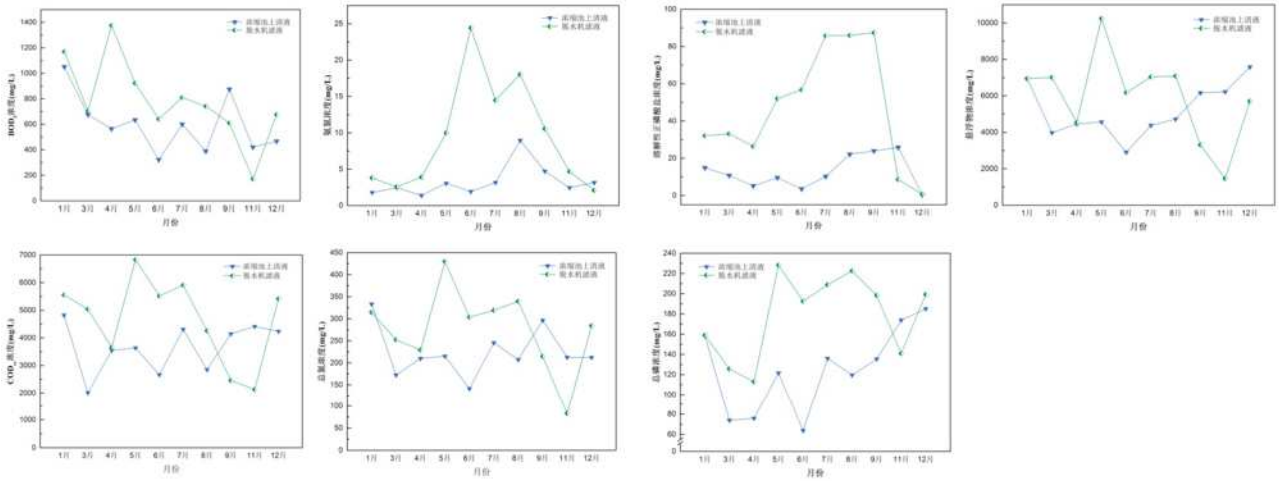


图1 污泥水主要成分浓度的变化

Fig. 1 Variations in component concentration of sludge water

由图1可知, 污泥水的BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Cr</sub>、TN、TP浓度均很高, 其中BOD<sub>5</sub>在200~1300mg/L, COD<sub>Cr</sub>在2000~6800mg/L, TN在80~430mg/L, TP在60~220mg/L, 这主要是因为污泥水的SS浓度很高(均值接近2000mg/L), 高浓度的SS会使上述指标偏大, 但也显示出控制污泥水SS的必要性。

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、溶解性正磷酸盐在测定前经过0.45μm滤膜过滤, 不受污泥水SS的影响, 由图1可知, 脱水滤液的NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、溶解性正磷酸盐浓度均高于浓缩池上清液, 脱水滤液NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、溶解性正磷酸盐均值分别为9.45mg/L、

46.86mg/L, 浓缩池上清液则分别为3.3mg/L、12.61mg/L。常规市政污水厂进水TP一般小于5mg/L, 而污泥水的溶解性正磷酸盐远高于此, 这也显示出控制污泥水中磷的必要性。

### 2. 贡献率

贡献率是指组分浓度与某一滤液量的乘积占该组分不同滤液量与组分浓度乘积之和的比例。浓缩池上清液和脱水滤液BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Cr</sub>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、TN、TP、溶解性正磷酸盐贡献率变化趋势见图2。

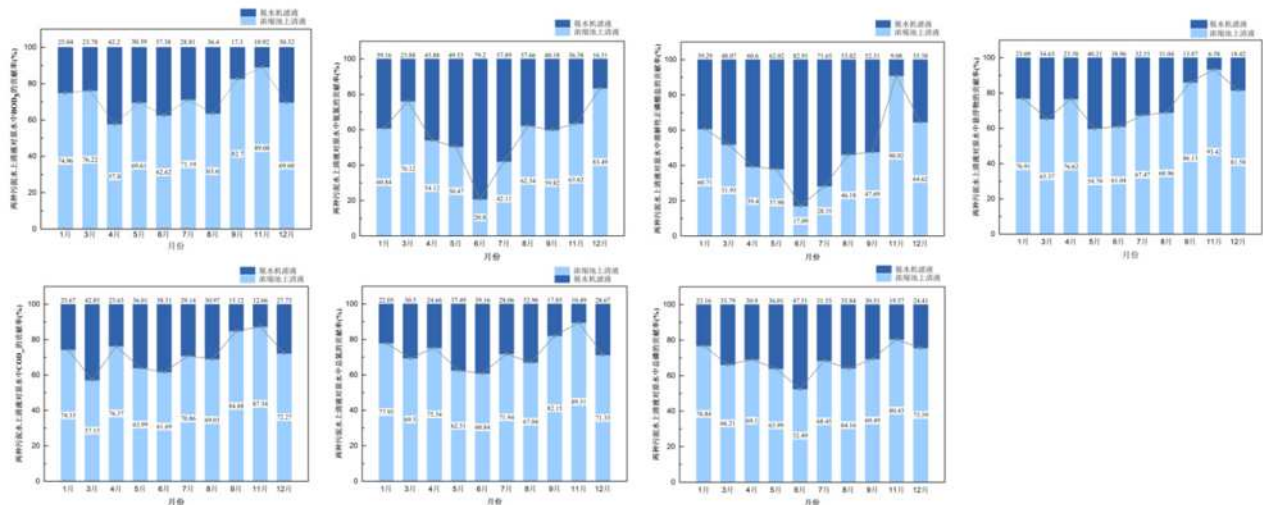


图2 主要成分贡献率变化

Fig. 2 Variations in component contribution rate

由图2可知, BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Cr</sub>、TN、TP贡献率均值为浓缩池上清液(70%): 脱水滤液(30%), NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N贡献率均值为浓缩池上清液(60%): 脱水滤液(40%), 溶解性正磷酸盐贡献率均值为浓缩池上清液(48.5%): 脱水滤液(51.5%)。结合图1可知, 脱水滤液的成分浓度

虽然高于浓缩池上清液, 但由于其滤液量少, 最终对污泥水各组分的贡献率相差不大, 尤其是溶解性总磷, 两者几乎相当, 这也显示出在控制污泥水中磷成分的过程中, 两种滤液均需要控制。

### 3. 对原水的影响

一期、二期细格栅出水的各项水质指标浓度变化见 图3。

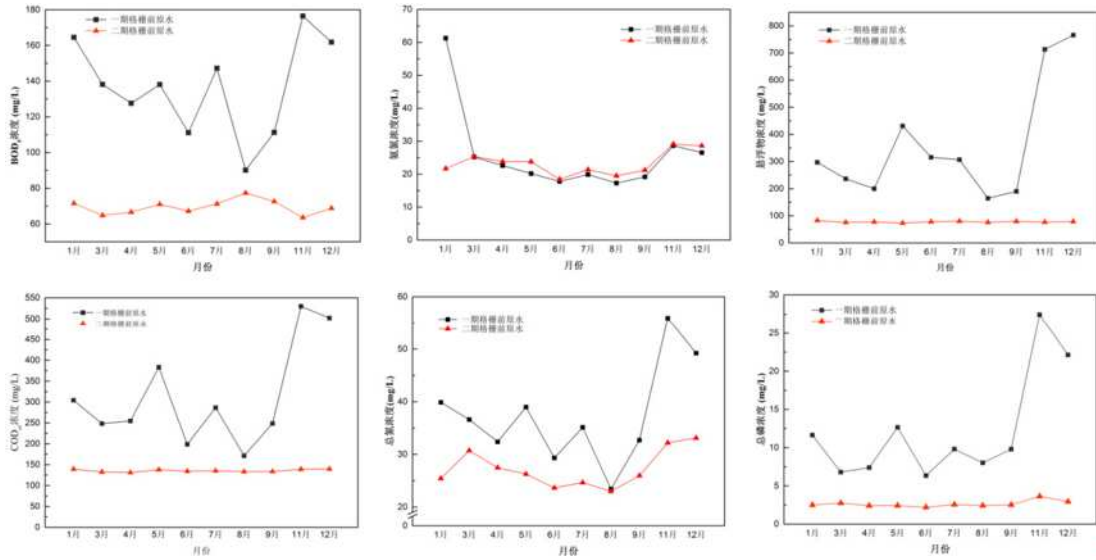


图3 进水主要成分的浓度变化

Fig.3 Variations in component concentration of influent

由图3可知, 一期细格栅出水渠的BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Cr</sub>、TN、TP、SS浓度均大于二期, 这是因为污泥水只回流至一期导致的。而由于进水本身NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N浓度高(均值接近30mg/L), 污泥水回流对进水NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N影响不大。

综上可知, 污泥水需要进行处理, 重点控制的指标为TP、SS。

### 三、设计应用

粤东某污水厂二期工程规模为26万 m<sup>3</sup>/d, 污水处理工艺为多段AO+矩形二沉池+高效沉淀池+砂滤池工艺, 污泥处理采用重力浓缩池+储泥池+离心脱水工艺。污泥水滤液量(上清液、脱水滤液)为5194m<sup>3</sup>/d。设计采用上清液调节+除磷池工艺, 对污泥水进行收集处理, 工艺流程见图4。

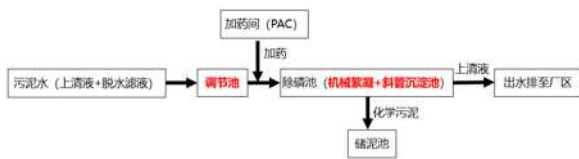


图4 污泥水处理工艺流程图

Fig.4 Process flow chart of sludge water treatment

设计上清液调节和除磷池的进水TP为40mg/L, 系统24h连续运行, 调节池总调节容积V=1815m<sup>3</sup>, 分为2格, 为防止污泥沉积, 每格配备搅拌器2台。除磷池分为3组, 采用机械絮凝+斜管沉淀工艺, 每组配污水提升泵1台, 絮凝搅拌器1台, 斜管沉淀池表面负荷≤5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h, 斜管内径D=100mm, 60°安装, 长度L=1.3m, 底部污泥泵房设污泥泵4台, 3用1备, 单泵Q=10~20m<sup>3</sup>/h,

H=10m, P=5.5kW。

### 四、结语

(1) 由于调研对象的污泥水中SS浓度高, 导致污泥水的BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Cr</sub>、TN、TP、浓度均很高, 其他工程在进行污泥水处理设计时应以实际调研数据为准。

(2) 脱水滤液NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、溶解性正磷酸盐均值均大于浓缩池上清液, 脱水滤液分别为9.45mg/L、46.86mg/L, 浓缩池上清液则分别为3.3mg/L、12.61mg/L。

(3) 从指标浓度看, 脱水滤液高于浓缩池上清液, 从贡献率占比看, 浓缩池上清液高于脱水滤液。

(4) 污泥水直接回流时, 对厂区进水的多项指标有较大影响, 因此, 建议针对污泥水进行处理, 重点控制TP(包括溶解性TP)、SS, 不建议将该部分污泥水回流至深度处理构筑物。

### 参考文献:

[1]2019年城市建设统计年鉴, 中华人民共和国住房和城乡建设部 2020.12.31.  
 [2]室外排水设计规范, GB50014-2021, 2021.04.09  
 [3]国家环保总局.水和废水监测分析方法(第4版).北京: 中国环境科学出版社, 2002(01) 21-23  
 [1]牛珊.多段多级AO工艺在重庆某污水处理厂三期扩建工程中的应用[J].智能城市,2019,5(13):2.12  
 [2]孟繁芹.多段多级AO工艺在污水处理厂升级改造中的应用[J].中国资源综合利用,2018,36(1):3.20  
 [3]杨坤.多段多级AO工艺在污水厂高排放标准工程中的应用[J].城市周刊,2018(50):3.10