

# 新标准下,浙江省城镇污水处理厂提标改造的思考

1周瑜 2白周翔 3胡书毕

1温州市排水有限公司; 2温州市环境发展有限公司; 3浙江中蓝环境科技有限公司

**[摘要]**随着浙江省城镇污水处理厂清洁排放提标改造逐步实行, 本文从浙江省城镇污水处理厂的现状运行情况、常见的提标改造工艺技术进行分析, 同时展望污水深度处理创新技术的研究, 为浙江省城镇污水处理厂清洁排放提标改造提供借鉴。

**[关键词]**新标准; 城镇污水; 提标改造; 深度处理

**[DOI]** 10. 12252/j. issn. 2096-627X. 2021. 12. 1950

## 引言

随着浙江省城镇污水处理设施建设及管理的不断推进, 浙江省清洁排放标准DB33/2169—2018的逐步落实, 省内部分城镇污水处理厂又面临着再次提标改造的压力, 因此如何科学制定城镇污水处理厂清洁排放提标改造方案, 值得我们思考, 本文就新标准下浙江省城镇污水处理厂的提标改造进行简要分析, 提出可行性的改造方案。

### 一、浙江省城镇污水处理厂现状及存在问题

#### (一) 浙江省城镇污水处理厂受纳水体情况

在2020年的浙江省生态环境状况公报中可以看出, 全省已消灭了劣V类断面。根据221个省控断面监测数据显示: 94.6%的断面水质为地表水环境质量III类及以上。对于受污染的水体分析显示, 浙江流域水体主要的污染源为氨氮、化学需氧量和总磷, 这是由浙江的工业产业结构决定的。平原河网方面: 80.0%的断面水质为II—III类, 其余20.0%断面水质为IV类。湖泊水库方面: 水库的水质较好, 为I—II类; 湖泊的水质一般, 杭州的西湖和宁波的东钱湖水质为III类, 嘉兴的南湖水质为V类; 另外, 还有个别地区湖泊水质有轻度富营养化现象。

#### (二) 浙江省城镇污水处理厂概况

城镇污水主要来源于受一定污染的生活和生产排水, 以及被市政管网截留的雨水。组成成分复杂, 包含: 蛋白质、油脂、糖、抗生素、个人护理品、氮、磷、铜、铅、镉、汞、泥沙、细菌、病毒等等。浙江省城镇污水处理厂的核心工艺主要以A<sup>2</sup>/O、SBR和氧化沟为主, 还有少数污水厂采用MBR、传统活性污泥法、A/O等处理工艺。截止2020年底, 浙江省已建成326座城镇污水处理厂并纳入考核, 污水处理总规模1570万吨/日, 现有的城镇污水处理厂均已执行一级A及以上排放标准。2018年浙江省发布的地方标准DB33/2169—2018《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》, 对出水的COD、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP做了更高的要求, 主要污染物排放限值表1所示。

#### (三) 浙江省城镇污水处理厂运行中存在的问题

##### 1. 工业废水占比高, 处理难度大。

根据浙江省工业总产值分布情况分析, 工业总产值占比不到37%的印染、制革、造纸、化工四大重污染产业, 其排放的废水中的NH<sub>3</sub>-N和COD占全省工业排放量80%和67%。工业废水一般经简单处理后直接排入综合污水处理厂, 由于工业废水成分复杂, 难降解物质含量高, 给城镇污水处理系统带来一定压力。

##### 2. 污水处理厂的进水B/C比、C/N比低, 可生化能力差, 运行成本高。

浙江省位于长江三角洲地区, 处亚热带中部, 属季风性湿润气候, 常年雨水丰富。加上部分市政管网雨污不分离、雨水直接流入污水管网, 导致进入污水处理厂的进水COD浓度远低于

于设计进水浓度。城镇污水的传统处理工艺在处理低B/C比、C/N比污水时, 需要消耗大量的外部碳源, 增加了药剂成本。同时, 运行过程中能耗约占处理费用的30%, 曝气装置能耗占污水厂能耗的一半以上, 化学药剂的投加同时增加了污泥处置的费用。

##### 3. 污水处理厂的出水TN高, 达标难, 尾水环境风险大。

由于省内污水处理厂进水氨氮浓度较高, 经污水处理厂处置后, 出水总氮时常在限值上下浮动, 有超标排放的风险。以温州市某小型污水处理厂为例: 温州市某小型污水处理厂一期工程于2017年建成后投产, 处理工艺为改良A<sup>2</sup>/O生物池, 一期运行规模0.9万吨/日, 出水执行一级A标准。对污水处理厂在运行稳定期间的进、出水水质总氮数据进行概率分析, 统计了2018年5月~2019年8月的数据, 汇总如下进出水总氮概率统计表2。

表2 温州市某小型污水处理厂进出水总氮概率统计表

出现概率	0.95	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7	0.65	0.6
进水TN (mg/L)	22.36	19.80	18.25	17.10	16.17	15.38	14.68	14.05
出水TN (mg/L)	12.82	11.17	10.18	9.45	8.87	8.38	7.95	7.56

由上表可知, 温州市某小型污水处理厂出水总氮能够稳定达到一级A排放标准, 但提标到清洁排放标准, 就面临着超标的风险, 后续改造中需要重点考虑。

### 二、污水处理厂的提标改造工艺选择

污水处理厂的提标是为了进一步去除污水中难以生化的污染物质, 这时候需要运用深度处理的工艺, 同时, 深度处理的选择主要由前段二级出水的水质情况和排放尾水的水质标准决定。在清洁排放的要求下, 这一轮地提标重点在于如何因地制宜, 统筹区域的水质情况综合考量, 选择合适的深度处理工艺的。

#### (一) 高效沉淀池

高效沉淀池是带化学药剂投加系统的紧凑斜板沉淀系统。工艺包含混凝、絮凝、斜板沉淀和污泥浓缩四个模块。化学混凝反应是整个处理系统的关键步骤, 污水首先通过混凝池, 混凝剂(铝盐)与污水中的磷反应形成沉淀物, 在这个过程中将去除部分悬浮物、BOD或COD和P-PO<sub>4</sub>。在絮凝池中, 加入阴离子聚合物作为助凝剂, 通过吸附、电荷中和和粒子间的架桥作用提高絮凝的速度和程度。在沉淀区实现泥水分离, 污泥回流泵将沉淀池中的部分污泥回流至混凝池, 形成含有絮凝体的污泥层, 从而提高絮凝体的密度、提高沉淀速度。

#### (二) 反硝化深床滤池

反硝化深床滤池是一种降流式的重力过滤池, 使用 2mm-

表1 浙江省城镇污水处理厂主要排放标准限值

单位: mg/l

标准		化学需氧量 (COD <sub>Cr</sub> )	氨氮	总氮	总磷
GB 18918—2002 一级 A	/	50	3 (5) <sup>1</sup>	15	0.5
DB 33/ 2169—2018	现有	40	2 (4) <sup>2</sup>	12 (15) <sup>2</sup>	0.3
DB 33/ 2169—2018	新建	30	1.5 (3) <sup>2</sup>	10 (12) <sup>2</sup>	0.3

注: 1括号外数值为水温>12℃的控制指标, 括号内数值为水温≤12℃的控制指标;

2括号内数值为每年11月1日至次年3月31日执行。

3mm的石英砂填充滤池,这种粒径颗粒的比表面积大,能有效截污水中的留悬浮物。为了避免穿透、窜流现象,滤料设计深度约为1.8米。设备运行过程中,当截留量到一定程度,采用了气、水相互协同的高强度反冲洗,去除这部分被截留的物质;此过程中产生的二次污水再流入前段处理单元,一般情况下回流水量控制在处理厂水量的4%以下。

### (三) 浅层高效滤池

浅层高效滤池是一种重力向下流的过滤池,常规流程为:过滤-空气搅拌-脉冲搅拌-水力擦洗式方冲洗-化学清洗。杨淑霞<sup>[1]</sup>对Hydro-Clear浅层高效滤池研究中表明,在过滤过程中,部分污染物累积在上层砂层,过滤阻力逐渐加大,当液位上升到一定高度,启动空气搅拌和脉冲搅拌,使表层沙粒再生,这种设置可以在短期提高反洗效率,较低能耗。

### (四) 移动床生物膜MBBR工艺

MBBR工艺的原理是以悬浮生物膜为载体,使污水中的微生物附着生长。在处理单元中,悬浮生物膜载体不断流化,提高了污水的处理效率。MBBR工艺的生物膜设计的比重在1左右,可以有效的分布在污水的各个层面;其表面积大、生物膜载体的内部特有的结构设计,可以有效保持的微生物的稳定生长;同时,生物膜载体中的微生物与水中的污染物充分接触,实现高效的污水处理效果。

### (五) 臭氧化技术

臭氧化技术可以消滅水中的毒害物质,有机类的农药、金属离子、氰化物、硫化物等化学物质,在处理污水的过程中可同步进行污水的消毒、除臭。利用电磁(EM)高级催化氧化技术,激发高频电磁场瞬间切变力,水中的有机物分子、离子氛的团簇结构瞬间变化,污水物理化学性质随之发生变化。这种技术促进了臭氧与污水中难降解有机污染物的接触与反应,同时可以增强臭氧的溶解能力,同时提高有机物、金属离子的处理效率。

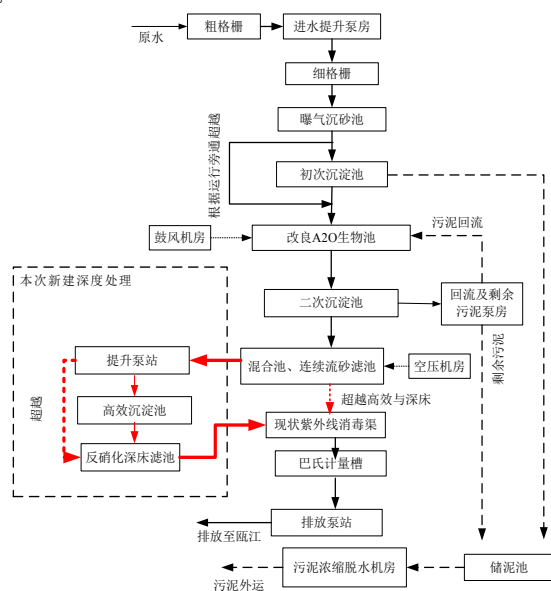


图1 污水处理厂提标改造流程图示例

## 三、污水处理厂的技术创新方向

### (一) 低碳氮比污水脱氮除磷高效脱氮技术

活性污泥工艺未来的发展方向思考:最低的COD氧化工艺,减少温室气体的产生量,由传统工艺向短程硝化耦合厌氧氨氧化发展。厌氧氨氧化反应:在厌氧氨氧化菌作用下由亚硝氮和氨氮的参与,无需碳源,一个亚硝氮和一个氨氮在厌氧条件下直接转化为氮气,实现无碳脱氮。根据工艺要求设计适合的工艺条件,以亚硝酸菌的条件控制工艺条件,逐步淘汰硝酸菌,富集亚硝酸菌,严格控制工艺条件,富集厌氧氨氧化菌和厌氧除磷菌。取消厌氧缺氧搅拌的脱氮工艺,节能降耗,提高出水水质,利用污泥床工艺与常规的好氧工艺组合,高效除氮之

余,有厌氧除磷和降解难降解物质的效果。

### (二) 好氧颗粒污泥工艺

好氧颗粒污泥(AGS)是指在一定水力剪切力下,自凝聚形成的具有良好沉降性能的微生物聚集体。污泥沉降性能优异,减少二沉单元体积,生物持留量大,有机负荷抗冲击能力强。好氧-缺氧-厌氧结构可以同步脱氮除磷,微生物异化远高于同化作用、产泥量低。付香云<sup>[2]</sup>等人通过对连续流反应器(CFR)中好氧颗粒污泥的研究发现,基于沉淀速度/颗粒粒径的选择压力是连续流颗粒化的主要驱动力,饱食-饥饿交替的基质条件发挥重要作用。其他影响污泥颗粒化的因素有:菌种投加、水力剪切力、有机负荷等。

### (三) 膜处理技术

膜处理技术具有高效分离、浓缩水体污染物、提纯、净化污水的物理处理技术。在外部能量的推动下,以高分子膜为介质,在双组份或多组分溶液之间形成表面过滤的方式。这种过滤技术的分离系数大,污水中的物质不会发生变化。膜处理技术的操控便利,装置相对简洁,适用于多种不同污染因子的污水处理,出水的水质稳定可靠。在水处理中,按分离能力的不同,又将膜处理技术分为:微滤、超滤、纳滤和反渗透四种类型,针对不同的污水来源与出水要求,可以选择相应的膜处理技术。

## 四、结语

浙江省城镇污水处理厂清洁排放标准,强化了污水中主要水污染物COD、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP指标的管控,计划经过三年时间不断提高主要水污染物排放标准。省内城镇污水处理厂的提标改造已成必然趋势。本文通过对目前浙江省城镇污水处理厂提标改造工艺技术的分析,从深度处理的技术上介绍了可行的提标处理工艺手段。同时展望先进的工艺技术,在理论研究的基础上,不断拓展省内污水处理厂新工艺运行上的管理与经验。

## 参考文献:

- [1] 杨淑霞. Hydro-Clear浅层高效滤池对市政污水的处理效果[J]. 中国给水排水, 2019: 77-80.
- [2] 付香云, 余诚, 王凯军, 马金元, 刘敏. 连续流培养好氧颗粒污泥研究进展[J/OL]. 中国环境科学.
- [3] 张敏东等. 浙江省污水处理厂二次提标现状与技术工艺研究[J]. 环境与可持续发展, 2018, 43(1): 111-117.
- [4] 孔令为, 王晓敏, 张敏东, 等. 浙江省城镇污水处理厂二次提标现状、工艺技术及工程案例研究[J]. 环境污染与防治, 2018, 40(11): 1315-1320, 1326.
- [5] DB33/2169-2018, 城镇污水处理厂主要水污染排放标准[S]. 浙江: 浙江省人民政府, 2018.
- [6] 曾智. 城镇污水处理厂提标改造工艺的思考[J]. 资源节约与环保, 2018: 52-54.
- [7] 姜宗海. 关于城镇污水处理厂提标改造的思考[J]. 四川水泥, 2017: 123.
- [8] 徐一兰, 沈晓佳, 陈雪祥, 等. 浙江省城镇污水处理厂清洁排放标准提标方案探讨[J]. 水处理技术, 2019, 45(10): 134-136.

## 作者简介:

周瑜, 女, 生于1987年7月, 汉族, 本科毕业, 就职于温州市排水有限公司, 职称: 工程师, 研究方向: 污水处理、危废处置。

白周翔, 男, 生于1990年2月, 汉族, 本科毕业, 就职于温州市环境发展有限公司, 职称: 助理工程师, 研究方向: 污水处理。

胡书毕, 男, 生于1985年5月, 汉族, 本科毕业, 就职于浙江中蓝环境科技有限公司, 职称: 工程师, 研究方向: 环境评价、污水处理。