

污水处理厂升级改造工程分析

马先芒

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司

摘要: 水环境的污染是制约我国经济发展的主要因素, 加强污水处理厂升级改造增强污水处理能力、满足国家一级A标准的要求, 对污水处理后的循环利用以及水资源保护具有重要意义。本文首先针对城市污水处理要求加以分析, 其后详细污水处理厂升级改造方案的制定, 最后围绕工程案例阐述了污水处理厂升级改造工程的实际效果, 以期可为类似工程提供有价值的参考。

关键词: 污水处理厂; 处理要求; 升级改造; 工程案例

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.03.075

一、引言

绿水青山就是金山银山。随着城市的迅速发展, 人民生活水平的不断提高及国家对环境的要求越来越高, 对城市污水处理的要求也不断提高。为贯彻国家环保政策、保护水体水质、消除水体“富营养化”、提升水体环境质量, 我国启动了污水厂提标改造行动, 以使现有污水厂出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A排放标准, 本文主要就污水处理厂升级改造工程展开分析。

二、城市污水处理要求

污水为居民日常生产和生活必产生的污染物, 自20世纪70年代我国污水处理事业起步起来, 城镇污水排放标准逐步提高, 修订版的《城镇污水处理厂污染物排放标准》取消了基本控制项目的三级排放标准, 并且要求自2016年7月1日起, 新建城镇污水处理厂执行一级A标准。此外, 随着《水污染防治行动计划》的颁布实施, 全国大部分城市和地区都开展了污水厂提标改造工作, 提升污水厂的处理能力, 保证污水处理后的循环利用符合国家节能减排的政策, 对全球水资源保护具有重要意义^[1]。

据相关报告表明, 我国目前所配置污水厂的污水处理设备及设施已经处于高速发展状态, 对当前国家污水的减排和所在区域水环境的改善具有重要意义^[2]。污水处理厂升级改造工程施工中, 需全面调研和分析污水厂水质特点及运行情况, 进行多方案技术经济比较; 充分考虑当前的社会经济和资源环境条件, 力求所选工艺性能先进成熟、流程简单、对水质适应性强、出水达标率高, 且污泥易于处理、处置。

三、污水处理厂升级改造方案研究

(一) 现状调研分析

全面掌握污水处理厂设计资料, 并做好现场调研工

作, 主要调研分析内容如下:

(1) 了解城市总体规划中对污水处理厂和污水处理厂服务地区的发展规划, 重点了解污水处理厂近远期处理规模的规划, 服务地区居住人口预测和工业企业的规划, 及排水体制和雨污分流改造计划等。

(2) 查阅原先的可行性研究报告、初步设计及施工设计资料, 了解现状污水处理厂处理工艺、设计规模、设计运行参数和构建筑物的尺寸等。

(3) 整理污水处理厂实际污染物监测数据, 分析现状进出水规模和水质。

(4) 了解现状运行情况, 主要方法为实地考察、与现场工作人员沟通, 掌握污水处理厂实际的运行参数及存在的一些问题^[3]。

(二) 改造方案研究

根据污水处理厂的总体规模、水质现状及要求以及污水处理厂的现有构筑物等制定有效的工艺升级方案。综合考虑污水处理厂工艺升级改造的成本、管理以及空地等制约因素, 工艺升级改造时需遵循如下原则^[4]:

(1) 升级改造后工艺的适用性原则, 旨在改造后的工艺是对现有工艺的升级改造, 升级改造工艺便于实施且流程简单。整个升级改造过程不会对污水处理厂正常工作造成影响。

(2) 工艺升级改造的节能性。要求工艺升级改造后整体运行耗电小、成本低、改造投资低且占地面积小等。

(3) 污水处理厂工艺升级改造后设备的可靠性, 满足工业生产的要求, 便于维护。

四、实例探析污水处理厂升级改造工程

(一) 污水处理厂现状

此污水处理厂于2002年建成并投入运行, 总设计规模为0.6万m³/d, 主要收集污水以生活污水为主, 但也有工业废水和垃圾中转站渗滤液排入, 工业废水以电子、机加工为主。污水厂采用“格栅+提升泵+AAO+二沉池(好氧池交替作为沉淀池)+混凝沉淀池+转盘滤池+接触消毒池”处理工艺, 排放标准实行一级A标准。通过近两年运行数据分析, 在进水水质低于设计水质的情况下, 出水COD为10~38mg/L, BOD₅为1.7~7.2mg/L, SS为2~8mg/L, NH₃-N为0.05~3.4mg/L, TN为3.5~12mg/L, TP为0.01~0.3mg/L, 能够稳定达到一级A标准。

(二) 升级改造设计指标

1. 设计水量

结合污水处理厂现状及规划, 确定设计平均流量

表1 设计进出水水质及排放限值表 (单位: $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)

项目	原设计进水	本次改造设计进水	原设计出水	本次改造排放限值
COD	300	400	≤ 50	30
BOD5	150	140	≤ 10	10
ρ (SS)	200	140	≤ 10	10
ρ ($\text{NH}_3\text{-N}$)	30	30	≤ 5	1.5
ρ (TN)	35	35	≤ 15	10
ρ (TP)	3	3.5	≤ 0.5	0.3

为 $6000\text{m}^3/\text{d}$, $K_z=1.7$ 。并校核系统可达到的最大处理量 ($7000\sim 10000\text{m}^3/\text{d}$)。

2. 设计水质

本次提标设计出水水质比一级A排放标准更严格, 结合水质分析及设计目标, 本次提标改造工艺需重点考虑TN、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除, 可以通过提高内回流比, 调整曝气量来优化TN、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除, 确定本次改造具体指标见表1。

(三) 污水处理厂升级改造方案

1. 工艺流程

结合污水处理厂现状工艺流程, 确定本次改造方案如下: (1) 在现状缺氧池、厌氧池增设导流筒; (2) 将好氧池运行方式改造为连续运行 (并联), 在最后一格增设硝化液回流泵; (3) 将北侧一组混凝沉淀池填料拆除, 改造为平流式二沉池, 增设污泥外回流泵; (4) 改造污泥处理系统: 更换板框压滤机、污泥进料系统、储泥池及污泥调理池搅拌机; (5) 配套更换工艺管路系统、电气自控系统。具体工艺流程图见图1。

2. 改造主要内容

(1) 好氧池。已建好氧池一座4格, 由于原好氧池

交替作为沉淀池, 运行不稳定, 功能区切换较繁琐, 现将好氧池改为两组并联连续运行。更换硝化液回流泵, 增设备用泵, 设计回流比为200%; 同时增加过程控制仪表污泥浓度计, 方便运行。

(2) 混凝沉淀池。原混凝沉淀池一座, 分两组, 现将南侧一组继续保留作沉淀池, 由于平流式沉淀池用于深度处理时, 水平流速取值在 $4\sim 12\text{mm}/\text{s}$, 混凝沉淀池上升流速为 $0.4\sim 0.6\text{mm}/\text{s}$, 采用平流式沉淀池时处理水量更大, 将原斜板混凝沉淀池改造为平流式沉淀池。

(3) 二沉池。原混凝沉淀池一座, 分两组, 现将北侧一组改造为平流式二沉池, 增设污泥回流泵及回流总管, 考虑原池结构和施工运行方便, 污泥回流泵采用管道泵, 在回流总管上设排泥旁通阀, 用以生化池排泥。

(4) 污泥处理系统。污水处理厂设计处理规模为 $6000\text{m}^3/\text{d}$, 经计算, 产泥量约 $643\text{kg}/\text{d}$, 折合80%含水率污泥量约 $3.2\text{t}/\text{d}$, 折合99.8%含水率污泥量约 $321\text{t}/\text{d}$ 。①污泥浓缩池及调理池。现状污泥池分2格, 单格规格为 $6.8\text{m} \times 5.6\text{m}$, 深度约 4.5m , 半地上钢砼结构。本次改造拟将其中一格改造为污泥浓缩池, 另外一格改

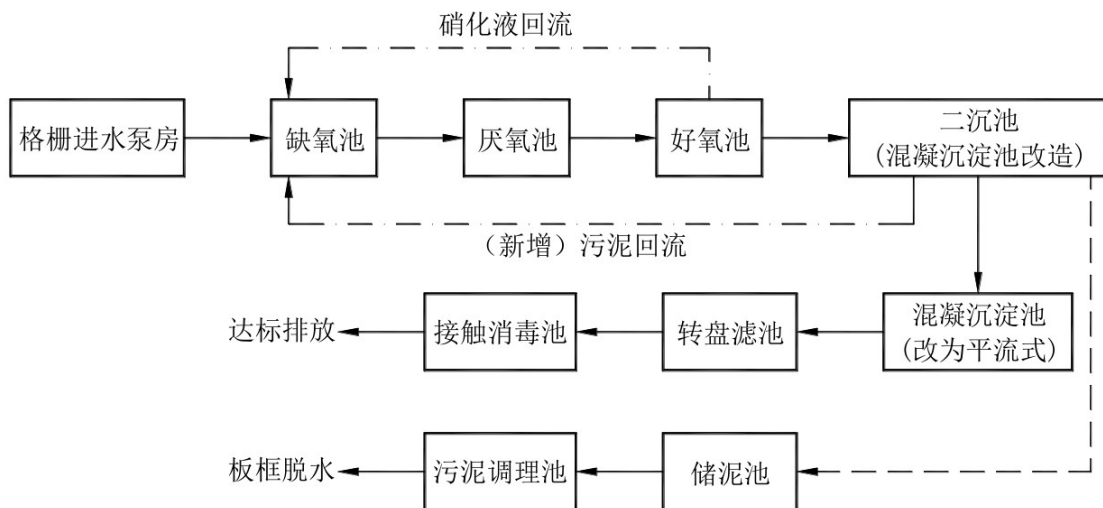


图1 改造后工艺流程图

造为污泥调理池，在池内设框式污泥浓缩机。改造污泥调理池出料系统，将原气动隔膜泵拆除、更换，增设排泥管接入脱水机房。主要新增设备：污泥浓缩机 $\phi 5.0\text{m}$ ， $N=0.55\text{kW}$ ，配套工作桥；框式搅拌机 $\phi 3.0\text{m}$ ， $N=2.2\text{kW}$ ，配套工作桥。②污泥脱水机房。污水厂现状有2台40m²旧板框压滤机和1台80m²新板框压滤机（2018年更换）。旧板框使用时间较长，设备老旧，故障率高，本次拟更换为1台125m²板框压滤机。原污泥进料系统气源空气量不足，本方案拟进行更换为，配套更换管阀系统（原塑料管改造为碳钢管）。主要设备：板框压滤机滤室容积1250L， $N=4\text{kW}$ ， $P=0.8\text{MPa}$ ，1台。

（5）鼓风机房。污水处理厂现有罗茨鼓风机房4台，单台空气流量约11m³/min， $N=18.5\text{kW}$ ，其中1台为变频，正常供气量约33m³/min，最大供气量约44m³/min（含备用）。本次鼓风机房不做改造。

（四）污水处理厂升级改造不停水施工措施

为尽量减少对受纳水体的污染，尽可能保证污水厂在改造期间正常运行，本工程施工采用不停水施工方案。

1. 二沉池、混凝沉淀池

主要施工内容：拆除填料、增设隔墙。不停水措施：关闭至混凝沉淀池B的进水蝶阀，打开排泥阀（开启数量由现场临时排水泵流量确定）对沉淀池B进行放空，在污泥提升井设临时排水泵房将放空水排入厂内污水管道最后进入污水提升泵房。进行混凝沉淀池B施工，混凝沉淀池A可满足日常运行。将混凝沉淀池A改造为二沉池施工时采用相同方法。

2. 好氧池

主要施工内容：更换进水管。不停水措施：现状A₂/B₂池由回流渠连通至A₁/B₁池，改造进水期间只需控制回流渠不回流至A₁/B₁池即可，采用临时泵将水位降至管口以下即可施工，且施工内容较少，基本不影响正常运行。

3. 缺氧池、厌氧池

主要施工内容：增设导流筒；改造出水总管。不停水措施：导流筒及出水总管安装，采用临时水泵超越，降低水位安装即可，无需停水。

4. 污泥处理系统

主要施工内容：增加浓缩机、搅拌机。不停水措施：现状污泥池分为两格，改造期间只需切换运行即可，基本不影响污泥处理。

5. 脱水机房

主要施工内容：增加进料系统，更换板框。不停水措施：新增进料系统采用气动隔膜泵，安装期间，现状进料系统维持运行，待气动隔膜泵和更换的板框安装完成后污泥进入新系统，之后再改造现状压滤机管路。

（五）升级改造后运行效果

1. 运行结果

本次改造工程完成后，处理水量可稳定达到6000~7000m³/d，如污水处理厂工艺运行控制较好，有进一步提高至8000~9000m³/d的可能。改造完成后出水水质稳定，对TN、NH₃-N的去除有了进一步的提升，出水水质能稳定达到排放限值标准，2020年4—6月的运行数据见表2。

表2 改造完成后系统运行数据（单位：mg·L⁻¹）

平均水质指标	实际进水	实际出水
COD	304	24.7
BOD ₅	82	3.9
ρ (SS)	123	5.5
(NH ₃ -N)	22	1.23
ρ (TN)	32	6.6
ρ (TP)	2.7	0.18

2. 经济效益

本次污水处理厂改造工程总投资约305.11万元，其中建安费约290.58万元，工程前期咨询、设计费约14.53万元。本次改造工程主要新增运行成本主要包括电费，主要新增设备由现有运行人员运行，不需要新增员工。新增用电设备运行功率25.05kW，则全年新增用电量约21.9万度。电费按0.8元/度计，则吨水运行成本增加约0.08元/t（按设计规模6000t/d计）。

五、结语

综上所述，污水处理厂升级改造工程建设比新建一座污水处理厂难度更大，主要是受到土地因素的制约，且往往无法完全停产进行改造建设，且必须充分考虑新旧工程的有效衔接。对此，污水处理厂升级改造工程中必须根据运行现状合理选择改造工艺，并合理严密地安排施工顺序，保证改造工程顺利完成，出水水质能稳定达到规范要求。

参考文献

- [1] 付腾飞, 丁世刚. 城镇污水处理厂工艺升级改造分析探讨[J]. 环境与发展, 2019, 31(04): 63-64.
- [2] 刘东征, 王正雄, 杨涛. 乡镇污水处理厂升级改造工程设计与经验总结[J]. 给水排水, 2019, 55(10): 47-50.
- [3] 周鑫, 张巍. 沈阳市沈水湾污水处理厂提标升级改造工程[J]. 净水技术, 2020, 39(07): 30-34.
- [4] 张雪. 污水处理厂提标升级改造方案[J]. 环境与发展, 2018, 30(12): 234-236.

作者简介：马先芒（1984.9-），男，湖北阳新，汉族，硕士，高级工程师，主要从事项目管理、水处理工艺及设备研究工作。