

# 城市生活污水处理厂节能降耗措施探讨

许志欣

北京久安建设投资集团有限公司, 北京

收稿日期: 2022年3月12日; 录用日期: 2022年4月12日; 发布日期: 2022年4月22日

---

## 摘要

文章以城市污水处理节能降耗为研究对象, 首先对节能降耗现状进行了探讨分析, 随后围绕如何进行城市污水节能降耗, 提出了一些针对性的途径措施, 同时列举出运行水厂节能实例。

## 关键词

污水处理, 节能降耗, 方法

---

# Discussion on Energy Saving and Consumption Reduction Measures of Urban Domestic Sewage Treatment Plant

Zhixin Xu

Beijing Jiu'an Construction Investment Group Co. Ltd., Beijing

Received: Mar. 12<sup>th</sup>, 2022; accepted: Apr. 12<sup>th</sup>, 2022; published: Apr. 22<sup>nd</sup>, 2022

---

## Abstract

**This paper takes the urban sewage treatment energy saving and consumption reduction as the research object. Firstly this paper discusses and analyzes the current situation of energy saving and consumption reduction, then puts forward some targeted measures around how to carry out**

作者简介: 许志欣: 男 硕士研究生学历, 主要研究方向市政工程, 环保水处理技术。北京久安建设集团投资有限公司技术经理兼项目技术负责人。

the urban sewage energy saving and consumption reduction, and enumerates the example of running water plant energy saving.

## Keywords

Sewage Treatment, Energy Saving and Consumption Reduction, Methods

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

城市污水处理通常会城市环境带来直接的影响,然而当前随着能源问题日益突出,节能降耗理念逐渐深入人心,当下的人们不仅仅关注污水处理质量,对于污水处理成本控制,节能降耗也提出了更高要求。因此有必要对城市污水节能降耗的效果进行深入的探讨与分析,这对于提升城市污水处理效益,推动城市环境改善有着重要的现实意义。

## 2. 节能降耗现状分析

从城市污水处理节能降耗现状来看,当下在污水处理厂运行过程中,依然存在能耗较高现象,其中电能消耗尤为突出。当前出水执行国标一级 A 标准中的污水厂中电耗指导数据如表 1 所示:

**Table 1.** Power consumption guidance data of sewage plants of different sizes

**表 1.** 不同规模污水厂电耗指导数据

规模 (万吨/天)	0.5~1	1~3	3~5	5~10	10~40
传统工艺 (kw·h/t)	0.3~0.5	0.3~0.4	0.25~0.35	0.25~0.35	0.2~0.3
MBR (kw·h/t)	0.5~0.65	0.4~0.55	0.35~0.5	0.35~0.45	0.3~0.4

目前部分污水处理厂能耗要远高于此数据。传统工艺的城市生活污水处理厂若运行管理不当,其能耗可高于同级别污水厂 5%~10% [1]。

新型工艺比如 MBR 工艺的水厂,能耗还会在原本的基础上再次升高。面对上述城市污水处理现状存在的问题,需要采取有效的途径,加强城市污水处理节能降耗优化,从而有效降低污水处理成本,推动城市污水处理产业实现更好的发展。

## 3. 城市污水处理节能降耗途径

### (一) 加强各变频技术的应用

在城市污水处理过程中,合理使用节能降耗设备及技术可有效实现成本节约,降低能耗目的。当今变频技术正趋于成熟化,合理使用变频技术可有效节约能耗,同时在电机启停过程中进行保护。现阶段较为先进的变频控制系统为闭环状态下的调速控制系统[2],该系统中水管中的流量由压力变送器或流量变送器进行测量,将测量信号转变为 4 mA~20 mA 电信号,再经过调节器通过预设定的调节规律进行偏

差运算,从而获取调节信号并输送给变频器,最终是的变频器将输入的 380 V/50 Hz 交流电转换为输出 0.0~380 V/0.0~400.0 Hz 连续频率和电压可调交流电,并直接供给水泵电机,此项调节技术可大大降低由传统阀门调节流量而带来的电能损耗[3]。根据实践表明,在水泵电动机中采用变频调速技术,相较于工频转速,水泵的平均转速降低了 20%左右[4]。与此同时,与以往采用阀门与挡板进行水量调节控制的污水处理系统相比,采用了变频调速技术的污水处理系统最高能够降低 40%的能耗[5]。

## (二) 选择高效节能的曝气设备

在传统生活污水处理厂运行过程中,各处理单元运行电耗如图 1 所示:

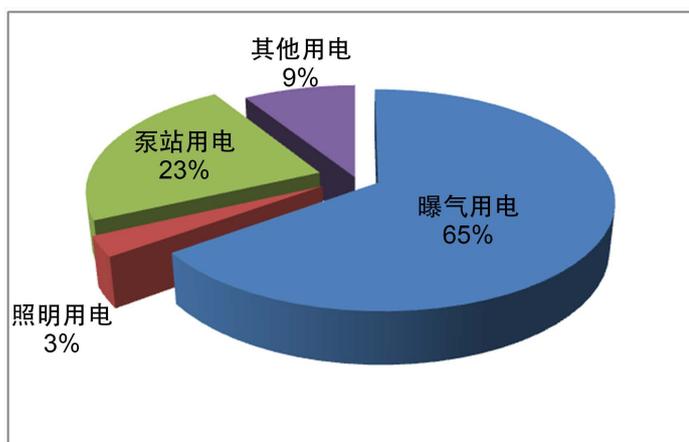


Figure 1. Power distribution of domestic sewage treatment plant  
图 1. 生活污水处理厂用电分布

如上图所示,生活污水厂耗能最多的单元为曝气单元,曝气量大小对整个系统的污水处理效果和污水处理厂的能耗水平有着直接的影响。曝气量过大不仅增加电耗,与此同时,大量气体的存在,还会打碎污泥絮体,也会对出水水质造成不利影响[6]。当下部分污水处理厂在实际运行时,对于曝气量调节往往出现滞后性,只要出水水质达到排放标准,通常会将曝气量维持在恒定状态[7]。当污水厂进水负荷变化时出水指标就会产生较大波动,因为当进水负荷偏低时会造成气量浪费,所以在未来按需曝气将逐渐成为主要发展方向[8]。

目前污水处理厂主流曝气设备为鼓风机曝气,该设备原理是风机电机提供动力,是的风机叶轮告诉选装将大量空气送入污水中,空气中的氧气与污水中的有机物接触,在微生物的作用下加速污水中的污染物降解,从而达到净化污水效果[9]。污水厂一般会选择微孔曝气,这种曝气方式可使得空气均匀进入污水,提高氧利用率[10]。在当前在一些中小型的污水处理厂中,配套风机多选择采用罗茨风机,并配置专门的变频器,从而达到节能降耗的目的。而在一些大型污水处理厂中,可以选择空浮风机,这种风机有专门配套的 MCP 控制开关柜,同时自身还有着在线监测功能,因此能够实时了解最新的进水量数据信息,并以此为依据,完成对风机导叶开度大小与开启台数的控制,使得曝气量始终在合理的区间范围内,最终达到节能降耗的目的[11]。

## (三) 增强工艺调控

污水处理厂节能降耗需结合本厂实际情况及设备性能,有效的,灵活的找寻方式方法,加强工艺调控,杜绝能耗浪费现象。例如在运行过程中,有意识提升进水泵房液位,缩短污水提升扬程,使得水泵处于自身工作曲线高效段内运转可有效降低提升泵房耗电量,按照经验,水泵扬程每减少 1 米,可节能 0.005 度/吨[12]。利用峰谷电价进行间断性脱泥也是节能降耗重要措施[13]。

### 4. 污水厂节能降耗实例

我国部分污水处理厂存在曝气量过大现象，在设备无法正常调控曝气风量的同时，可考虑利用多余气量作为气源，将原生化池或预处理池机械搅拌改造为气搅拌，降低耗电设备开启数量。华北某污水厂进行气搅拌改造后，整体运行电耗降低 0.034 kw·h/t，效果较为明显。

河北地区某污水处理厂设计处理能力为 2 万吨/天，采用 AAO + MBR 工艺对该地区城区生活污水进行处理，出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准。目前该厂实现满负荷运行，进水水质、水量平稳。厂区共有四组膜廊道，24 组膜组器，平均设计曝气强度 85 Nm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>·h。各单元能耗对比见图 2。

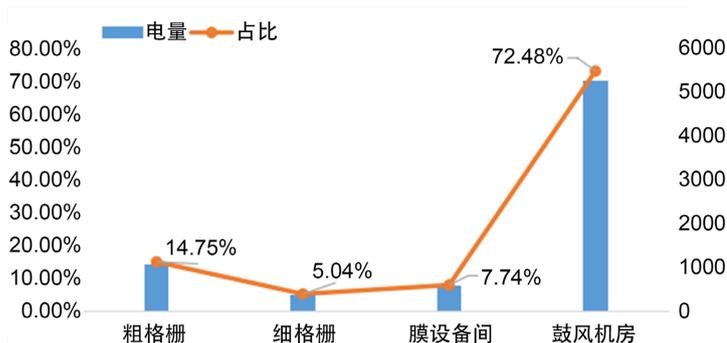


Figure 2. Comparison of energy consumption of each treatment unit in sewage treatment plant

图 2. 污水厂各处理单元能耗对比

由上图可知，主要耗能单元集中在鼓风机房，此处也是节能降耗的重点所在。

该厂鼓风机房共有 6 台鼓风机，其中空气悬浮风机三台(额定功率 62 kw，额定风量 3840 m<sup>3</sup>/h)，两用一备，用于好氧池鼓风曝气。多级离心风机三台(额定功率 75 kw，额定风量 3060 m<sup>3</sup>/h)，两用一备，用于膜池膜丝擦洗。

该厂能耗控制较为合理，但为进一步降低日均耗电量，现场利用 MBR 工艺的特殊性进行了膜池风机及好氧池风机风管连通技改，利用膜池液位与好氧池液位差，将好氧池多余风量匀给膜池，从而降低离心风机运行频率，提升耗能较低的空浮风机利用率。现场截选技改前后各一个月的运行数据作为参考，校核技改后的节能效果。

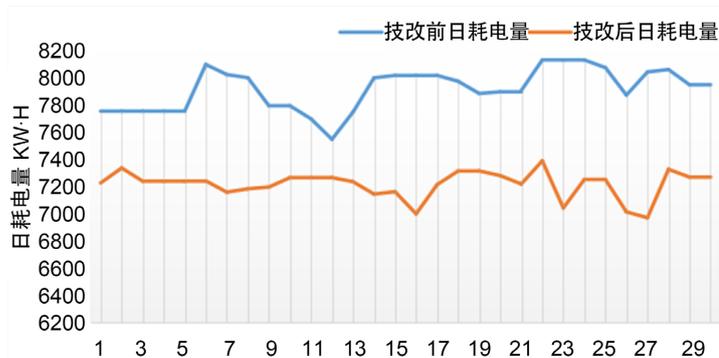


Figure 3. Comparison of daily power consumption before and after technical transformation

图 3. 技改前后日均耗电量对比

由图 3 可知, 技改之前该厂日均耗电量为 7920 kw·h, 技改后日均耗电量 7218 kw·h, 日均电量消耗降低 8.86%。

该厂技改前后两月内, 水量水质平稳, 技改前日均处理水量 2.09 万方, 技改后日均处理水量 2.1 万方。吨水电耗对比如图 4 所示:

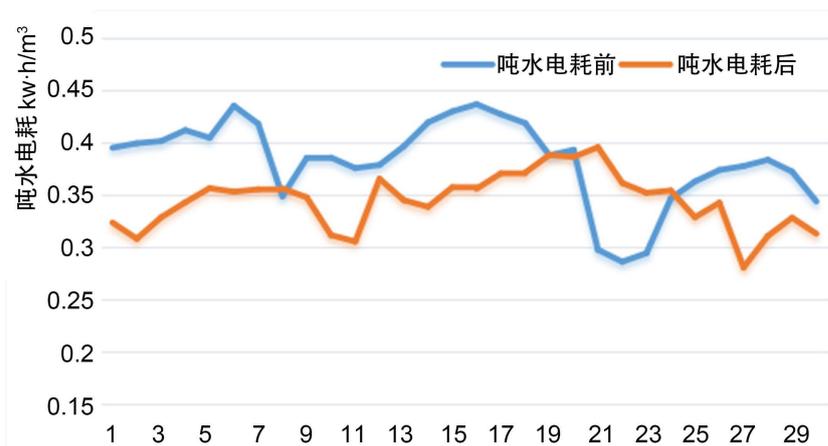


Figure 4. Comparison of water and power consumption per ton

图 4. 吨水电耗对比

在保证膜池正常曝气强度的情况下, 日吨水电耗平均下降 0.0384 kw·h/m<sup>3</sup>。

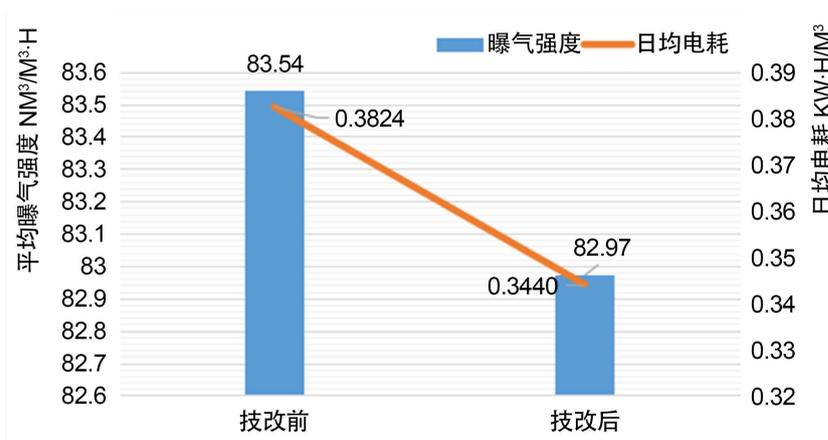


Figure 5. Comparison of daily aeration intensity and water and power consumption per ton

图 5. 日均曝气强度及吨水电耗对比

由图 5 可知, 曝气强度由原来 83.5 Nm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>·h 降低至 82.97 Nm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>·h 降低幅度不大, 可满足正常膜擦洗风量强度。技改前吨水电耗为 0.3824 kw·h/m<sup>3</sup>, 技改后吨水电耗降低为 0.3440 kw·h/m<sup>3</sup>。节能效果明显。

为分流好氧池曝气风量, 现场将原有气水比由 5 比 1 调整到 4 比 1, 调整后好氧池曝气量可满足生化系统需求, 出水仍然较为稳定, 各项出水指标均能达标排放。

由图 6 可知, 出水氨氮较为平稳且均能达标排放, 生化池出水溶解氧能够控制在 2 mg/L 左右。

该厂风管连通技改有效地降低了日均能耗, 按照该地区工业用电平均电单价核算, 该厂每年可节约电费 7.8 万元。

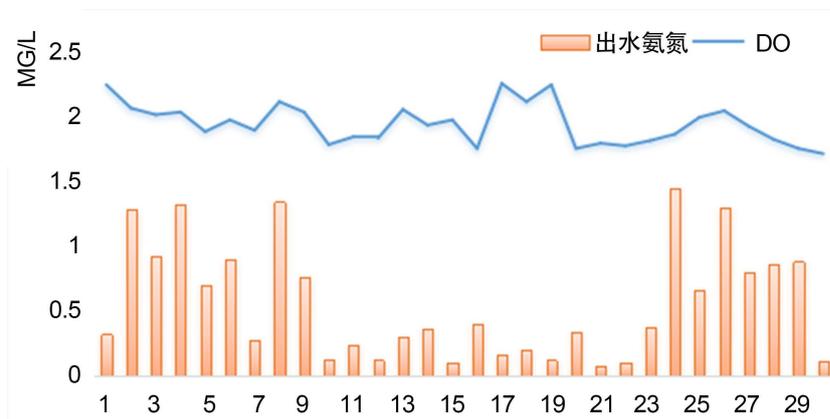


Figure 6. Effluent ammonia nitrogen data and dissolved oxygen data of aerobic pool after technical modification

图 6. 技改后出水氨氮数据及好氧池溶解氧数据

## 5. 总结

综上所述，从当前污水处理节能降耗现状来看，电能消耗依然是其中的“大头”，因此为了提高污水处理效益，仍需要我们从各个环节入手，采用针对性节能降耗措施，加强运行管控，有效降低污水厂能源损耗，推动城市污水处理产业实现更好的发展。

## 参考文献

- [1] 王迁, 李江伟, 王志刚, 等. 城市污水处理厂关键设备能耗分析及节能降耗途径研究[J]. 给水排水, 2018, 54(10): 45-48.
- [2] 辛琪杰, 吴建通, 钟佳奇. 电梯制动器故障保护功能装置动作的分析[J]. 特种设备安全技术, 2019(3): 48-50.
- [3] 史长彪. 水泵变频节能技术分析与探讨[J]. 机电技术应用, 2020(8): 193-194.
- [4] 史仁明, 任军. 城市污水处理厂节能降耗途径分析[J]. 水能经济, 2018(4): 367.
- [5] 吴时雨, 王训, 张晓茜. 污水处理厂节能减排的实现途径分析[J]. 科学技术创新, 2018(12): 56-57.
- [6] 刘少武. 污水处理厂节能降耗途径分析[J]. 绿色环保建材, 2020(5): 59+61.
- [7] 刘小霞. 关于污水处理厂污水处理节能技术思考[J]. 清洗世界, 2019, 35(6): 52-53.
- [8] 武斌. 城市污水处理厂节能降耗研究[J]. 中国高新技术企业, 2016(10): 86-87.
- [9] 付喻珊. 城市污水处理厂节能降耗研究及有效途径分析[J]. 资源节约与环保, 2021(2): 9-10.
- [10] 陈宏儒. 城市污水处理厂能耗评价及节能途径研究[D]. [硕士学位论文]. 西安: 西安建筑科技大学, 2009.
- [11] 毕艳辉. 环境工程水处理中对曝气设备的应用分析[J]. 黑龙江科学, 2015, 6(2): 34-35.
- [12] 周亚梁, 黄东月. 城市污水处理厂能耗分析及节能降耗措施研究[J]. 环境与发展, 2019(5): 53-54.
- [13] 高建磊, 蔚洋. 污水处理系统能耗分布调查分析与节能建议[J]. 河南科学, 2009(11): 26-27.