

节能减排

## 优化水泵叶轮选型用于污水处理厂节能降耗

李明惠<sup>1</sup>, 褚采小<sup>1</sup>, 王 硕<sup>2</sup>

(1. 昆山建邦环境投资有限公司, 江苏 昆山 215300; 2. 江南大学 环境与土木工程学院, 江苏 无锡 214122)

**摘 要:** 作为污水处理厂的高耗电单元,水泵的效率高低会显著影响污水处理厂的节能降耗运行。针对昆山市某污水处理厂存在的水泵流量偏小以及气蚀严重等问题,选择了比较经济高效的方案——优化水泵的叶轮选型,并对比了技改前、后的运行效果。结果表明,技改之后的水泵能够在实际工况下处于高效运行区,在保证提升流量达到生产需求的前提下,仅通过更换水泵叶轮即可使污水处理厂的电费降低0.018元/m<sup>3</sup>,节能效果明显。

**关键词:** 水泵; 叶轮; 技改; 节能

**中图分类号:** TU992.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)10-0115-04

## Energy Saving and Cost Consumption Reduction from Wastewater Treatment Plants by the Optimization of Pump Impeller Selection

LI Ming-hui<sup>1</sup>, CHU Cai-xiao<sup>1</sup>, WANG Shuo<sup>2</sup>

(1. Kunshan Jianbang Environmental Investment Co. Ltd., Kunshan 215300, China; 2. School of Environment and Civil Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

**Abstract:** As a high power consumption unit of the wastewater treatment plant, the efficiency of the pump may significantly influence the effect of energy-saving operation of WWTP. According to the problems of small water pump flow and serious cavitation erosion existed in a wastewater treatment plant in Kunshan, a cost-effective method based on the optimization of pump impeller selection was utilized. The operational results showed that the water pump could perform high efficiency by optimizing the impeller selection under actual working conditions. By means of replacing the pump impeller, the electricity cost of WWTP would be reduced 0.018 yuan/m<sup>3</sup> when the wastewater flow reached the requirement of full-scale operation, which indicated considerably energy-saving performance.

**Key words:** water pump; impeller; technical modification; energy-saving

污水处理是能源密集型产业之一,电费约占运行费用的一半,而水泵是仅次于曝气系统的第二耗电大户。对于一般的三级污水处理厂而言,水泵的能耗约占污水处理厂能耗的15%~25%,是污水处

理厂节能的重要环节。水泵的选型和安装方式等都会不同程度地影响水泵的效率,进而影响水泵的能耗。昆山市某污水处理厂处理规模为 $10 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/d,为节约运行成本,该厂近年来节能技改的力



有故障进一步扩大的隐患;另一方面,泵的效率偏低,能耗过大,长期运行经济性较差。针对水泵目前存在的问题,拟定了如下三种技术改造方案。

#### 方案一:更换原型号叶轮

根据生产部门反馈的数据得知,水泵实际运行的液位一般在3.0~6.1 m之间。通过现场排查并结合施工土建图纸(见图5),计算出该液位下水泵的净扬程为5.4~8.5 m(1 m $\approx$ 9.8 kPa),则水泵实际运行的扬程约为6.5~9.6 m。而原型号叶轮的额定扬程为13 m,根据水泵的性能曲线,发现此时泵的运行工况点偏向大流量方向,泵的气蚀性能降低;此外,泵进口如有淤泥堆积导致进流不畅,将会进一步降低叶轮入口处的压力,使泵更容易产生气蚀。因此,为了节约电能和防止气蚀,必须使泵的高效率工作点尽量与泵的实际工况相接近。

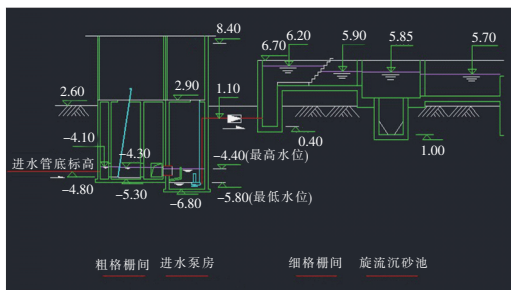


图5 进水泵房高程

Fig. 5 Elevation chart of inlet pumping station

#### 方案二:采用厂家推荐的新型号叶轮

结合这台水泵的运行工况,选购较低扬程叶轮,即在满足现场所需流量的前提下,通过选型软件选配,更换与实际运行工况扬程相近的叶轮。

#### 方案三:整体更换水泵

按照实际运行工况,整体更换低扬程水泵,费用较高,预估重置费用在每台30万元以上。

综合投资成本和产生的经济效益等因素分析,拟采用方案二进行技改。

### 4 技改实施过程

#### 4.1 水泵叶轮选型

关于水泵的叶轮选型,厂家通过选型软件选配,选择了 $Q=1\,980\text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=100\text{ kPa}$ 的特制叶轮,原水泵(M1100/6-61)与更换叶轮后水泵(ME750/6-53)的性能曲线如图6所示。新选型的叶轮能够在确保提升水量的前提下使水泵在实际正常运行液位下处于高效区工作,且不易产生气蚀,相比原水泵

也更经济。除此之外,厂家工程师还提出了以下建议:①适当加大泵的进口液位的淹没深度;②定期清理泵坑,减少纤维及泥沙对过流部件的磨损。

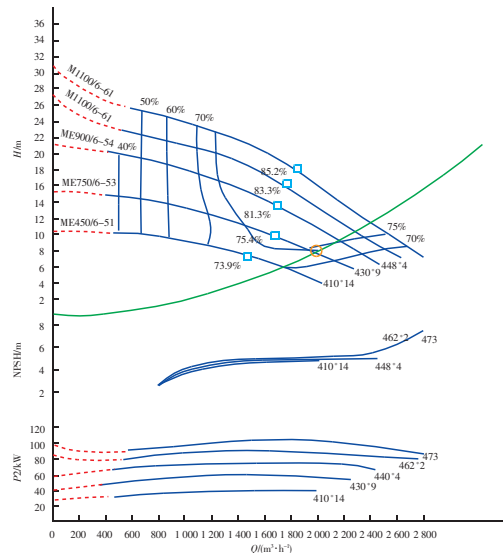


图6 原水泵和新水泵性能曲线

Fig. 6 Performance curves of original pump and new pump

### 4.2 改造过程

因水泵叶轮的安装涉及到动平衡等比较专业的过程,污水处理厂不具备硬件条件,为确保水泵技改的效果,由厂家将水泵返厂更换叶轮。图7为改造前、后叶轮的图片。

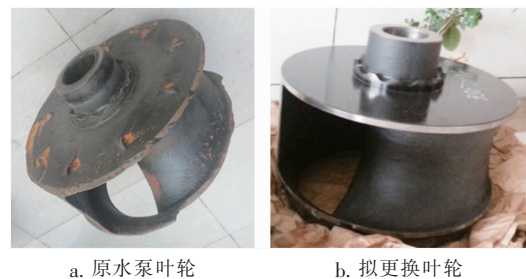


图7 叶轮图片

Fig. 7 Impeller of pump

### 5 改造后运行效果分析

#### 5.1 改造前、后污水处理厂运行数据对比

实施改造后,对原水泵以及更换叶轮后的水泵效率分别进行测算,结果如表1所示。由表1可知,改造后的水泵流量在原有基础上提升约30%,能够满足生产需求。同时,改造后水泵的运行电流下降幅度较大,使电机负荷安全系数大大增加,确保了泵的安全运行。更重要的是水泵的运行效率提升了1.05倍,吨水运行成本也大幅度下降,说明此次改

造的效果达到甚至超过预期,同时为进水泵房的另一台大流量泵技改提供了很好的借鉴。

表1 改造前、后水泵运行数据对比

Tab.1 Comparison of water pump operation data before and after transformation

项目	流量/ ( $\text{L} \cdot \text{s}^{-1}$ )	电流/ A	功率/ kW	效率/ %	吨水电费/ ( $\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$ )
改造前	416.7	185	88.9	35.85	0.045
改造后	541.7	135	66.8	73.56	0.027

注: 电价按 0.76 元/(kW·h) 计。

## 5.2 改造效益分析

经分析,更换叶轮后,该水泵一年可节约电费 307 495 元,更换一台水泵叶轮的总费用为 33 333.30 元,预计投资回收期为 1.3 月,约 40 d 即可收回投资成本。

## 6 结语

为最大限度地节约污水处理厂提升泵的能耗,在选用污水提升泵时,应根据实际运行水位来匹配泵的扬程,尽可能使整机效率达到 60% 以上。对于设计时选型不当或者因使用时间过长导致运行效率低下的水泵,应综合各方面因素适时进行技改,对实现污水厂的经济、高效运行具有十分重要的意义。

## 参考文献:

- [1] 成华峰. 高效节能泵在循环水系统节能技改中的应用[J]. 煤化工, 2014, (5): 64-67.  
Cheng Huafeng. Application of energy efficient pumps in revamping the circulating water system[J]. Coal Chemical Industry, 2014, (5): 64-67 (in Chinese).



作者简介:李明惠(1982-), 女, 江苏昆山人, 工程硕士, 工程师, 注册环保工程师, 总经理助理, 从事市政污水处理厂高效运行及稳定达标排放技术研究工作。

E-mail: liminghui@bewg.net.cn

收稿日期: 2017-08-14

(上接第 114 页)

romatography/mass spectrometry with on-column derivation[J]. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 2013, 41(6): 888-892 (in Chinese).

- [11] 李飞, 曾庆玲, 张超杰, 等. 长江三角洲地区污水厂污泥中全氟有机酸污染特征[J]. 中国科学: 化学, 2012, 42(6): 831-843.

Li Fei, Zeng Qingling, Zhang Chaojie, et al. Pollution characteristics of perfluorinated acids in sewage sludges around the Yangtze River Delta[J]. Scientia Sinica Chimica, 2012, 42(6): 831-843 (in Chinese).

- [12] 王艳洁, 那广水, 王震, 等. 检出限的涵义和计算方法[J]. 化学分析计量, 2012, 21(5): 85-88.

Wang Yanjie, Na Guangshui, Wang Zhen, et al. Connotation and calculation methods of detection limit[J]. Chemical Analysis and Meterage, 2012, 21(5): 85-88 (in Chinese).



作者简介:张妮(1993-), 女, 浙江宁波人, 硕士研究生, 主要从事水污染控制方面的研究。

E-mail: 48584000@qq.com

收稿日期: 2017-10-17