

净水厂在城市湖泊入湖河流水质保护工程中的应用

万 蕾¹, 孙晓虎²

(1. 徐州工程学院 环境工程学院, 江苏 徐州 221111; 2. 徐州市城区水资源管理处, 江苏 徐州 221008)

摘 要: 徐州市通过建造南望净水厂提升入湖河流的水质,进而保护云龙湖的水质。南望净水厂采用“高锰酸钾预氧化+管道混合+机械絮凝+气浮+生物陶粒石英砂过滤+紫外消毒”的工艺,从玉带河上游取水,处理后排入下游。相比于进水,净水厂对TP、COD_{Mn}和浊度分别削减了61.5%、32.9%和60%,TN含量基本没有变化,而氨氮的浓度有所升高。从近年来云龙湖的水质指标监测结果看,南望水厂的建设运行对云龙湖水水质提升发挥了积极的作用。

关键词: 城市湖泊; 水质保护; 净水厂; 云龙湖; 氨氮

中图分类号: TU99 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)08-0108-04

Application of Water Purification Plant in Water Quality Protection of Rivers into the Urban Lake

WAN Lei¹, SUN Xiao-hu²

(1. College of Environmental Engineering, Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou 221111, China; 2. Xuzhou City Water Resources Management Agency, Xuzhou 221111, China)

Abstract: In order to protect Yunlong lake water quality in Xuzhou city, a water purification plant named Nanwang was built to improve water quality of rivers into the lake. The treatment process of “potassium permanganate pre-oxidation + pipeline mix + mechanical flocculation + air floatation + biological ceramsite quartz sand filtration + ultraviolet disinfection” was used in Nanwang water purification plant. Its inflow was pumped from the Yudai river upstream, and then discharge downstream after treatment. The removal of TP, potassium permanganate index and turbidity was 61.5%, 32.9% and 60% respectively. While the influent TN content was kept almost constant, and the concentration of ammonia nitrogen increased. In recent years, it is shown from the monitoring results of water quality in Yunlong lake that Nanwang water purification plant has played a positive role in water quality protection.

Key words: urban lake; water quality protection; water purification plant; Yunlong lake; ammonia nitrogen

水是城市发展的基础条件。城市水体包括江、河、湖、海等形态,湖泊是其中重要组成部分。城市湖泊具有维护生物多样性、调节局部温湿度、补充地

下水、净化环境、减少噪音、美化城市、休闲娱乐等多种功能,因此城市湖泊作为城市重要的水体形态,对城市微环境的营造起着决定性作用。近年来,随着

城市的扩张和人口的增长,城市湖泊的水质状况不容乐观。如杭州的西湖^[1]、武汉的东湖^[2]、南京的玄武湖^[3]等,都出现了不同程度的富营养化问题。对于城市湖泊的治理,多采用控污截源、引水冲污、底泥疏浚、生态修复等措施,来达到降低污染物浓度、提升透明度的目的。

云龙湖是徐州市重要的城市湖泊,在水质提升工程方面做了大量的工作。除了在主体湖区采取了控污截源、滨岸带改造、引种水生植物等措施外,对入湖河流的水质改善也投入了大量的人力、物力和财力。主要介绍南望净水厂在云龙湖入湖河流水质保护工程中的应用,探讨了保护城市湖泊的做法,为其他城市水体的保护提供参考。

1 工程背景

云龙湖位于徐州南部风景区,属城市浅水湖泊,是徐州市主要旅游风景区和市民娱乐休闲中心。云龙湖可划分为东湖、西湖和小南湖 3 个区域,湖区水域总面积达 6.76 km²,最大水深为 5.1 m,平均水深约 2.5 m^[4],见图 1。

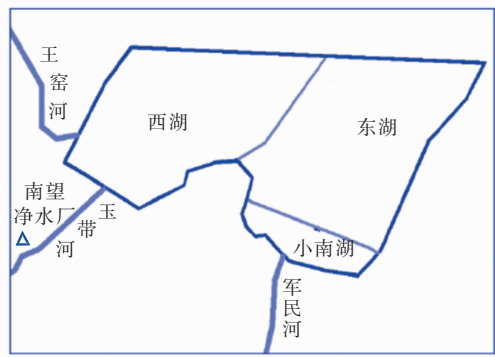


图 1 云龙湖及入湖河道

Fig. 1 Yunlong lake and rivers into lake

云龙湖的集水面积小,在没有大雨和暴雨的情况下,地表径流几乎为零^[5],因此云龙湖的蓄水需通过补水来解决,而入湖河流的水质好坏将直接影响云龙湖的水质状况。在云龙湖的 3 条直接入湖河道中,王窑河于 2014 年启动了截污导流工程,将污水接入截污管道,以防止污水直接排入王窑河;而军民河流经中国矿业大学南湖校区,该校区的污水经处理达到一级 A 的排放标准后排入军民河;王窑河和军民河的补水量均较少。玉带河从故黄河引水,水量稳定,水质达到地表水Ⅲ类标准。在三条入湖河流中,玉带河水量最大,对云龙湖的水质有重要影响。

玉带河源自徐州铜山县汉王镇拔剑泉,自南向北流入云龙湖,河宽为 10~20 m。区域内分布着很多小村落,卫生条件较差,均缺少生活污水集中处理设施。沿岸旅游资源丰富,有拔剑泉、马扒泉、老龙潭等景区,目前,徐州已经启动了投资 100 亿元的玉带河风光带旅游开发项目。因此,玉带河的水质状况对于云龙湖的保护和旅游项目的开发至关重要。为了保护云龙湖的水质,改善玉带河的水质,开发玉带河沿岸旅游资源,徐州市政府投资建设了南望净水厂。

2 净水厂工艺流程

南望净水厂位于徐州铜山区汉王镇孤山南麓,占地面积为 3.13 hm²,处理规模为 20×10⁴ m³/d,工程于 2014 年 8 月开工,2015 年 5 月完成主体工程。采用“高锰酸钾预氧化+管道混合+机械絮凝+气浮+生物陶粒石英砂过滤+紫外消毒”的工艺,从玉带河上游取水,处理后排入。

南望净水厂工艺流程如图 2 所示。主要构筑物结构尺寸如表 1 所示。

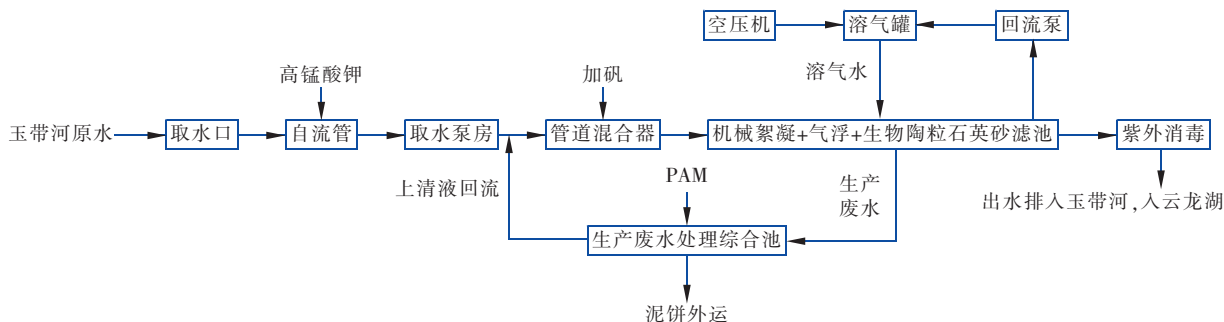


图 2 南望净水厂工艺流程

Fig. 2 Flow chart of Nanwang water purification plant treatment process

表1 南望净水厂主要构筑物结构尺寸

Tab. 1 The main structure size of Nanwang water purification plant

项 目	结构类型	尺寸/(m × m × m)	数量/座
生产废水处理综合池	半地下式水池结构	21.7 × 30.16 × 14.8	1
紫外消毒操作间	半地下式建筑物	16.92 × 9.24 × 6.98 + 11.32 × 17.64 × 6.98	1
脱水机房	半地下式建筑物	30.4 × 14.53 × 5.86	1
滤池辅助用房	框架结构	6 × 15 × 11.4 + 32.9 × 10 × 11.4	1
机械絮凝 + 气浮 + 生物陶粒石英砂滤池	半地下式水池结构	55.8 × 50.72 × 5.85	1
排渣池	半地下式水池结构	14.5 × 7.8 × 5.8	1
储液池	地下式水池结构	10.35 × 5.9 × 3.6	1
综合加药间	框架结构	32.4 × 7.2 × 6.68	1
取水泵房	地下式水池结构	17.1 × 13.7 × 18.25	1
综合楼	框架结构	50.4 × 21.3 × 13.7	1

3 运行效果分析

2016年3月的监测结果表明,玉带河上游TN为4.73 mg/L,TP为0.065 mg/L,氨氮为1.84 mg/L,COD_{Mn}为8.2 mg/L,浊度为30 NTU;净水厂出水TN含量为4.74 mg/L,TP为0.025 mg/L,氨氮为2.37 mg/L,COD_{Mn}为5.5 mg/L,浊度为12 NTU;相比于进水,净水厂对TP、COD_{Mn}和浊度分别削减了61.5%、32.9%和60%,TN含量基本没有变化,而氨氮的浓度有所升高,这与净水厂采用的处理工艺有关。

南望净水厂采用了高锰酸钾预氧化技术,高锰酸钾将有机氮氧化成氨氮的值大于高锰酸钾将氨氮氧化去除的值,这导致出水的氨氮浓度较进水有所升高^[6]。

总体来讲,南望净水厂的建设对玉带河的水质提升起到了一定的作用。

根据参考文献[5]、[6]及2016年3月的实际监测结果,取各监测点数据的平均值,可得云龙湖2009年—2016年东湖、西湖和小南湖等水体的TN、TP、氨氮和COD_{Mn}的含量变化情况,具体如图3所示。

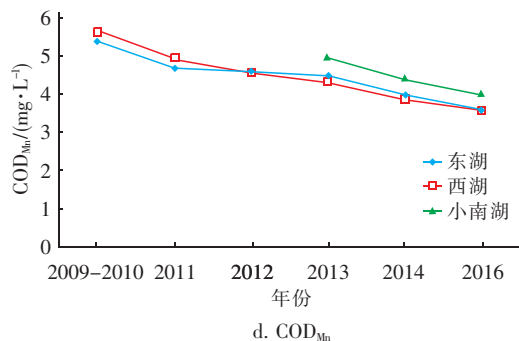
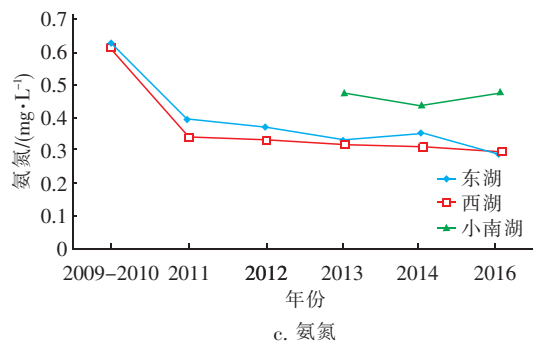
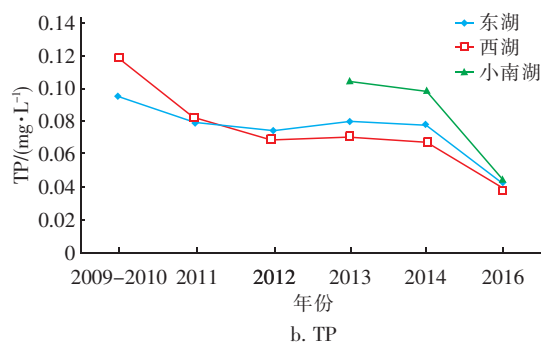
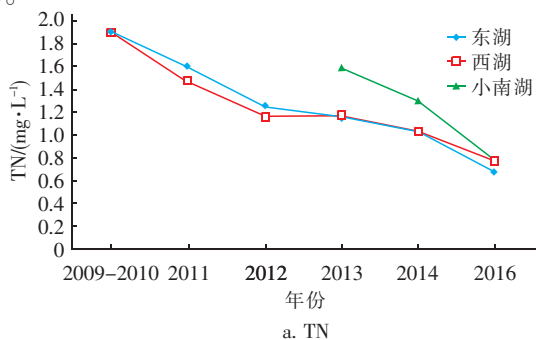


图3 云龙湖水体污染物含量年度变化

Fig. 3 Contaminants annual changes in Yunlong lake water

从图3可以看出,云龙湖水体的氮磷及有机质

的含量总体呈下降趋势,特别是 TN、TP 的含量,2016 年的明显低于 2014 年。2016 年东湖、西湖和小南湖的 TN 含量比 2014 年分别下降了 35.9%、25.2% 和 40.5%;TP 分别下降了 44.3%、43.5% 和 55.0%。COD_{Mn}的含量也呈逐年下降的趋势,氨氮含量的变化趋势不明显。南望净水厂 2015 年下半年运行以来,对云龙湖水水质改善发挥了积极的作用。

4 技术经济分析

南望净水厂工程总投资为 10 362.25 万元,其中基建费用约 6 000 万元,设备费用约 4 000 万元。现有工作人员 19 人,日运行费用约 10 万元。平均每吨水的处理成本约为 0.5 元,相比于同等规模的普通生活污水处理厂的处理费用低(活性污泥法污水厂的处理费用按照 0.8 元/m³ 计算)。

5 结语

玉带河是云龙湖的主要补给河道,南望净水厂的建设运行对云龙湖的水质提升起到了明显的作用。改善城市地表水水质是一项复杂的系统工程。徐州市通过实施“环湖截污”工程,先后建立三座污水提升泵站,使云龙湖周边大多数污水、雨水经排污管道进入污水处理厂,大大减少了云龙湖污染源。结合云龙湖周边地表、地下水源的分布特点,徐州市水务部门选择新河矿井水源和云龙湖南岸两眼废弃地下水源井作为云龙湖补水水源。新河矿矿井水于 2011 年 3 月通过管道在南望闸下游入玉带河进入云龙湖,水质达到地表水Ⅰ类标准,加上云龙湖南岸珠山西路水源井直接补水入湖,每天共计补水约 1.78×10^4 m³,持续补水对云龙湖水水质提升起到重要作用。

徐州市利用自身的自然资源和地理条件,积极探讨和实施城市湖泊的水质保护工作,收效显著,云龙湖的水质可以维持在《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)的Ⅲ类水平。徐州市的城市湖泊

的水质保护工程可以为其他城市提供参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 毛成贵,余雪芳,邵晓阳. 杭州西湖总氮、总磷周年变化与水体富营养化研究[J]. 水生态学杂志,2010,3(4):1-7.
- [2] 甘义群,郭永龙. 武汉东湖富营养化现状分析及治理对策[J]. 长江流域资源与环境,2004,13(3):277-281.
- [3] 赵大勇,马婷,曾巾,等. 南京玄武湖富营养化及重金属污染现状[J]. 河海大学学报:自然科学版,2010,40(1):83-87.
- [4] 李超,张小明,周倩. 云龙湖水水质污染状况及治理措施[J]. 治淮,2016,(1):43-44.
- [5] 吕顺,余莉琳,周猛,等. 徐州市云龙湖水水质监测与评价[J]. 徐州工程学院学报:自然科学版,2010,25(4):42-46.
- [6] 孙子为,高乃云,王奕岚,等. 预氯化与高锰酸钾预氧化处理长江芜湖段水源水[J]. 中国给水排水,2015,31(21):118-123.



作者简介:万蕾(1981—),女,山东烟台人,博士,副教授,主要从事水环境污染防治与生态修复方面的研究。

E-mail:hjwanl@163.com

收稿日期:2016-10-17