

扬州第一水厂新取水口水源地生态修复技术应用

严俊泉, 郑全兴

(江苏长江水务股份有限公司, 江苏 扬州 225009)

摘要: 扬州第一水厂新的取水口位于万福大桥与广陵大桥中间点位置。采取措施保护水源地, 扩大取水口水源地一级保护区范围, 拆迁保护区范围内的居民住宅, 退耕还林; 维护取水口天然湿地水生植物, 提高水体自净能力; 截流水源地汇入的污水, 修复河道生态, 降低水体中的有机物浓度, 改善城市水环境, 丰富城市生态景观。取水口水源地经过综合治理后, 提升了取水水质。

关键词: 水源地; 河道治理; 生态修复; 水质

中图分类号: TU991 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)12-0083-04

Application of Ecological Restoration Technology in the New Intake Water Source of Yangzhou First Waterworks

YAN Jun-quan, ZHENG Quan-xing

(Jiangsu Yangtze River Water Co. Ltd., Yangzhou 225009, China)

Abstract: The new intake of Yangzhou First Waterworks is located in the middle of Wanfu bridge and Guangling bridge. Some measures were taken to protect the water source, including expansion of the first-grade protection zone around the surface source of water intake, demolition of the buildings and relocation of residents within the preservation zone, conversion of farmland to forests, protection of the aquatic plants in natural wetland to improve water self-purification capability, interception of wastewater from water source, restoration of river ecology to reduce organic matters in water body, improve the water environment and rich the urban ecological landscape. After the comprehensive treatment of the intake water source, the water quality has been improved a lot.

Key words: water source; channel management; ecological restoration; water quality

扬州第一水厂原取水口位于万福闸下游 150 m 处的廖家沟水源地, 取水口存在的问题分析如下:

① 取水水质差。由于取水构筑物位置及结构不合理, 导致取水可能为回流水或死水, 水质较差。

② 生态脆弱。从取水口到闸口水体两岸均为石头驳岸, 河床用混凝土浇筑, 看不到芦苇、香蒲等挺水植物, 也看不到浮叶植物, 没有采取生态修复的措施; 而附近农田退水又带来农药和化肥, 导致水体富营养化。取水口没有采取降藻措施, 导致水厂药剂投加量增加, 制水成本增加, 水质也受到影

响。由于原取水口存在诸多问题, 同时为了不影响万福大桥建成, 取水口必须搬迁。根据扬州市的供

水规划, 所选新的水源跟长江水源互为备用, 经过一年多的实地勘察论证, 多方案比较, 确定扬州第一水厂新取水口还是选在廖家沟水源地, 位于万福大桥与广陵大桥中间点的位置, 两座大桥相距 2.2 km, 两座大桥之间水源地作为取水口一级保护区, 保护区范围内没有工业废水和生活污水的排入, 也没有其他水体排入, 两岸划为水源保护区。

1 水源地综合保护

水源地保护工作如下: ①加强取水口环境整治, 居民搬迁, 扩大一级保护区范围; ②加强取水口天然湿地维护工作, 提高水体自净能力; ③整治汇入水源的河道, 实施生态修复, 降解污染物, 提高水源地水

质。

1.1 水源的保护

结合扬州市总体规划,水源地两岸的居民都已搬迁,退耕还林,保留原有本土树种,在沿河两岸栽种其他树木,涉水岸边栽种杨柳,与杨柳平行栽种白杨,绿化造林平均宽度约 200 m。与廖家沟水源地平行的河道是万福河,位于防洪大堤外侧,河道截流路面汇流的微污染雨水,通过河网^[1]净化后排入水源地取水口下游 1.2 km 处。保护区范围内没有耕种的农田,也就没有农田退水流入保护区内的水源地。

1.2 天然湿地维护

取水口沿岸及河床上长满了芦苇,芦苇根系发达,繁殖力强,对土壤无特别要求,对水质有净化作用:①吸附氮、磷等营养物,提高水体去除氮、磷功能;②根部可富集重金属,提高重金属的去除率;③根和茎为微生物提供了生长介质,并向水中供氧。

廖家沟取水口天然湿地见图 1。



图1 廖家沟取水口天然湿地

Fig. 1 Natural wetland of Liaojiaogou water source

两岸的滩涂长满了芦苇,相当于天然湿地,芦苇相当于植物床,岸边蜿蜒,增加了边界的长度,增强了水陆交错的边缘效应,提高了对氨氮和有机物的去除效果。

廖家沟水源地与长江连接,每天潮起潮落,水体缺氧与好氧反复交替,完成了有机物的转化与去除,同时营造氨氮硝化以及硝酸盐反硝化环境,提高了水体的自净能力和自我修复能力,使污染物在流动中净化,在净化中流动,保持水体生态与景观完美结合。水体得到很好的净化,藻类得到很好的控制。为确保天然湿地运行长久有效,持续稳定,对水生植物的养护管理很重要,冬天植物枯萎、水位低时,植

物根茎裸露,此时利用机械或人工对枯萎的植物进行收割,不影响植物第二年的生长,可维护湿地自净能力。

1.3 河道生态修复

生态修复是近年来国内外发展较快的一种技术,可以从根本上恢复河流系统的生态功能,它利用植物的栽培,接种微生物的新陈代谢,对水体中的污染物进行转移和降解,改善河道水质,同时完善水体的生态系统,从根本上恢复河道系统的健康,连续稳定、安全持久,且可与环境景观相协调。

1.3.1 河网原状

以中沟河为例,中沟河位于取水泵房南侧,其排水口与取水口距离约 40 m,是一条东西向的河流,由于水量更新不够、循环不畅,又位于城乡结合部,生活污水偷排、漏排,导致河流的有机污染物和氮、磷含量很高,水体富营养化严重,呈现黑臭,并加速了内河水生态退化,如果直排廖家沟水源地势必对水源造成严重污染。为防止污水进入取水口,采取了两项措施:一是封闭排水闸口,拆除闸板,用混凝土封死,排水口下移约 1.2 km,经高家河闸排入廖家沟水源地;二是对相关河道进行生态修复。

综合考虑黑臭水处理效果、施工难度、工程投资、运行费用、管理因素、原有条件,经过方案比选分析,确定采用兼氧塘、好氧塘、人工湿地组合工艺。扬州市水系发达,河网纵横,地势西北高,东南低,当京杭大运河高水位时,开启韩西闸、朱家河西闸,向河网补水,水体流动,从而改善水流流态,促进河内水体自动交换,提高水中的溶解氧,促进微生物的降解过程,削减水中有机物的含量。净化后的水体经高家河闸进入廖家沟水源地。

1.3.2 河道治理工程^[2,3]

① 兼氧塘。利用有效水深为 1.2 ~ 2.5 m 的原有天然河塘作为兼氧塘,其主要功能是实现反硝化脱氮,提高水中有机物的可生化性。兼氧塘除适用于城市污水、生活污水处理外,还能够有效地去除某些较难降解的有机物,如木质素(腐烂植物)、合成洗涤剂等,为好氧植物塘生物氧化有机物提供条件。

② 好氧植物塘。以有效水深为 0.8 ~ 1.5 m 的河塘作为好氧塘,河道两岸采用多孔混凝土生态护坡,边坡由上而下配置耐湿陆生植物、挺水植物、浮水及沉水植物等。在浅水区放一些直径为 20 cm

左右的卵石,作为微生物填料,便于生物挂膜。塘内存在藻、菌及原生动物的共生系统,在阳光照射时藻类通过光合作用释放氧,河道水体表面自然复氧。此外,水体流动等作用使水体保持良好的好氧状态,有利于微生物的生物降解。

③ 挺水植物湿地。河道两岸长满芦苇等挺水植物,在冬季进行收割,还有枯萎的植物掉落在水中,完成沤渍残体的过程,依赖于基质中的腐殖质和植物残体释放的有机物作为碳源完成反硝化脱氮过程。

④ 浮水及沉水植物湿地。有效水深约 1.5 m,构建湿地内浮水及沉水植物群落,完成水体净化过程。

1.3.3 河道治理维护

与天然湿地维护一样,收割枯萎的植物,不影响植物第二年的生长,可维护人工湿地的净化能力。同时,根据京杭大运河的水位变化,当水位较内河水位高时,开启相应的闸阀,向河网补水,使水体流动起来,促进河内水体自动交换,提高水中的溶解氧,促进微生物的降解过程。

河道两岸岸边种植芦竹,河床上种植芦苇、美人蕉、香蒲等挺水植物,在水深较浅处栽种莲藕、菱角等本土浮水植物,在水深较深处可培育藻类及水草,并在河内放养一些鱼类。通过挺水植物带、浮叶植物带和沉水植物带的优化配置,构建了一个具有生物多样性、水质净化能力和景观效果的人工湿地生态系统^[2]。采用水生植物与水产生物相结合的水环境净化模式,以鱼草养水,完善食物网,使生物种群合理稳定,并具有良好的观赏性。

2 生态修复效果评估

2.1 汇入河道整治效果

2015年10月19日水质检测数据见表1。

表1 河道整治前的水质检测值

Tab.1 Water quality before river regulation

项目	实测水质	标准值(V类)	等级
pH值	7.85	6~9	达标
COD _{Mn} /(mg·L ⁻¹)	12.84	≤15	V类
氨氮/(mg·L ⁻¹)	13.28	≤2.0	劣V类
TN/(mg·L ⁻¹)	13.58	≤2.0	劣V类
TP/(mg·L ⁻¹)	1.62	≤0.4	劣V类
DO/(mg·L ⁻¹)	0.11	≥2.0	劣V类

河道整治前,根据水质及相关河道水质检测结

果,DO、氨氮、总氮、总磷都已超过地表水V类标准,为劣V类地表水,是典型的富营养化水体。河道整治工程于2016年3月投入运行,2017年7月24日在高家河排水闸处取样检测,主要指标为pH值、DO、COD_{Mn}、氨氮、总氮、总磷。结果发现,pH值为7.84,与整治前没有多大差别,满足地表水V类标准;DO达到5.84 mg/L,远大于治理前的0.11 mg/L;COD_{Mn}为6.91 mg/L,去除率为46.18%;氨氮检测值为2.37 mg/L,去除率为82.15%;TP检测值为0.42 mg/L,去除率为74.07%。通过观察和测定水体透明度,原河道水体呈酱油色,现已褪色,水体颜色正常,水体透明度由原来的20 cm变为现在的40 cm。无臭气,水质明显改善,主要水质指标已达地表水V类标准(氨氮和TP指标接近地表水V类标准),河道生态系统处于良性循环。

2.2 取水口水源地水质

① 藻类。取水口采用了污水截流,排水口下移,生态修复,水源地保护。加强水体自净能力,降低了藻类含量。2017年6月原水藻类最高值为 153×10^4 个/L,而2014年6月最高值为 $34\ 000 \times 10^4$ 个/L,相差两百倍。

② 嗅和味。水体产生的臭味是由一些水生生物引起的,例如使水中产生天然土霉味的微生物主要有蓝绿藻和放线菌,它们能代谢一些具有土霉味的半挥发性有机物,如土臭素(geosmin)和二甲基异茨醇(2-methylisoborneol)等。由于水体缺氧与好氧反复交替,完成了有机物的转化与去除,提高了水体的自净能力和自我修复能力^[3],水体藻类的营养物质被湿地去除,改变了藻类生长条件,使水体处于贫营养状态,水体中藻类大幅下降,水体的嗅和味得到改善,现已闻不到异味。

③ COD_{Mn}。在万福闸关闸期间,廖家沟水源地没有受上游泄洪排水的污染,新的取水口水源地COD_{Mn}与原取水口水质相比降低约10%。2017年5月COD_{Mn}检测值最大为3.4 mg/L,最小为2.7 mg/L,月平均为3.02 mg/L,2014年5月COD_{Mn}检测值最大为4.0 mg/L,最小为2.8 mg/L,月平均为3.35 mg/L。

3 结语

扬州第一水厂新取水口加强了水源地保护;对取水口的湿地水生植物加强维护管理,提高了水体

(下转第89页)