

桂五水库水环境体系的优化方法

杜守波 陆旭东 刘宏

盱眙县桂五水库管理所, 中国·江苏 淮安 211700

摘要: 针对中国城镇水环境面临的水资源短缺、污染及生态破坏等问题, 论文提出一种以再生水为核心的城市水环境体系优化方法。通过集成“厂河一体”精准污染物控制技术, 以水环境容量模型为基准, 动态调控污水处理厂再生水的排放量及水质标准, 结合生态净化(植物—动物—微生物系统)与旁路循环净化技术(强化除磷至 0.05mg/L 以下, 藻类去除率 $\geq 90\%$), 实现污染物输入量与净化能力的动态平衡。利用生态浮岛实时监测水质并辅助净化, 确保水体长期稳定达到Ⅲ类标准(浊度 $< 5\text{NTU}$, 透明度 > 1.5 米)。该方法显著提升再生水补给水体的水质安全性与生态可持续性, 为干旱半干旱地区城市水环境治理提供系统性解决方案。

关键词: 水库; 水环境; 优化方法

The Optimization Methods of the Water Environment System of Guiwu Reservoir

Shoubo Du Xudong Lu Hong Liu

Guiwu Reservoir Management Office, Xuyi County, Huai'an, Jiangsu, 211700, China

Abstract: Aiming at the problems such as water shortage, pollution and ecological damage faced by the urban water environment in China, this paper proposes an optimization method for the urban water environment system with reclaimed water as the core. By integrating the “plant-river integration” precise pollutant control technology and taking the water environmental capacity model as the benchmark, the discharge volume and water quality standards of reclaimed water from sewage treatment plants are dynamically regulated. Combined with ecological purification (plant-animal-microbial system) and bypass circulation purification technology (enhanced phosphorus removal to below 0.05mg/L , algae removal rate $\geq 90\%$), achieve a dynamic balance between the input of pollutants and the purification capacity. The ecological floating islands are utilized to monitor water quality in real time and assist in purification, ensuring that the water body stably meets the Class III standard (turbidity) for a long time. 5NTU , transparency 1.5 meters. This method significantly enhances the water quality safety and ecological sustainability of reclaimed water replenishment water bodies, providing a systematic solution for urban water environment governance in arid and semi-arid regions.

Keywords: reservoir; water environment; optimization method

0 前言

中国城镇水环境依然面临水资源短缺、水环境污染、水生态破坏、水空间萎缩等问题, 这些问题严重制约了中国社会经济发展和生态文明建设。随着全国水环境流域治理及黑臭水体治理进入了全新的阶段, 对于干旱和半干旱地区, 再生水成为水生态环境的主要补水水源, 水环境质量体现了一个城市的品位。桂五水库同样面临一些问题。因此, 构建再生水体的生态环境利用系统是城镇可持续发展的重要保障, 对于缺水城市尤为重要。

1 实施方案

第一, 提供一种城市水环境体系的优化方法, 包括: 监测水环境的水质; 获取水环境的容量; 对水环境进行生态净化处理; 对水环境进行旁路循环净化处理; 控制水环境的污染物输入量。

具体的, 水环境的污染物输入量的控制通过控制污水

处理厂的再生水排放量和再生水的水质排放标准进行控制, 再生水的排放量以水环境的容量为依据, 通过污水处理厂的 水质和出水量的调控来实现水环境的优化; 生态净化处理和旁路循环净化处理能够分别对水环境进行生态净化和水环境的重要不利点进行旁路处理, 强化水环境的净化效果; 再生水在单位时间内向水环境的排放量可以在一定范围内控制, 当水环境的水质不达标, 水环境的水质比再生水的水质差时, 可以加大再生水向水环境的排放量, 并保证水环境内的水量不超过其容量; 同时再配合生态净化处理和旁路循环净化处理, 能够较快的优化城市水环境^[1]。

①可以采用厂河一体精准污染物输入控制技术, 以受纳水体的水环境容量为依据, 通过水厂的水量和水质单独调控和联动调控实现水环境安全保障。

具体的, 厂河一体精准污染物输入技术是基于污水收集、处理、回用设施连通、相互影响、相互联动的内在特性和规律、对雨水、污水、再生水等进行规划、建设、运

行、技术开发等进行点源和面源的全系统统筹和调度的管理模式为基础,对城市排水系统安全高效运转和水生态安全提供更加科学、系统、协调、绿色和智慧的区域水污染综合治理的技术;同时在具体实施时有生态净化处理、旁路循环净化技术、原位强化污染控制技术和水环境容量的计算技术共同实现水厂和河道的一体精准污染物输入控制技术。

②再生水由污水处理厂排出,污水处理厂排出的再生水排放至城市水环境中的排放量在一定范围内可控,通过控制再生水在水环境中的排放量能够从源头上控制水环境中的污染物输入量。

③控制水环境的污染物输入量还包括控制再生水的水质,控制再生水的水质包括监测水环境中的营养盐的含量,根据水环境中营养盐的含量调整再生水的水质。

④生态净化处理包括在水环境中设置植物、动物、微生物中的至少一种。

⑤植物包括岸边的湿生植物、水中的沉水植物、挺水植物和漂浮植物。

⑥旁路循环净化处理包括将水环境中的水输入旁路循环净化装置内净化,将通过旁路循环净化装置净化后的水排放回水环境。

具体的,抽水装置能够将水环境中的水抽至旁路循环净化装置内,在旁路循环净化装置内对水进行进一步的净化,然后旁路循环净化装置再通过排水装置将净化好的水排回水环境中,排水装置也可以采用水泵将水抽出排放。

⑦旁路循环净化装置可以采用专利号为 CN 103011517 B 的《城市污水再生利用安全保障的装置及控制方法》中记载的城市污水再生利用安全保障的装置,对水环境中不利点进行旁路处理,同时能够实现强化除磷,系统出水总磷可以稳定达到 0.05mg/L 以下,单细胞浮游藻类去除率可达到 90% 以上。

⑧监测水环境的水质包括通过水质检测装置对水环境不同位置的水质进行监测。

具体的,将水环境不同位置的水质进行监测,能够根据不同位置的水质调整不同区域内的再生水向当地水环境中的排放量,还能够根据水质调整该区域内生态净化处理所用的植物、动物、微生物的数量及密度。

⑨水质检测装置包括生态浮岛。

具体的,生态浮岛设置于水环境的水体中,不仅能够监测水质,还能够通过浮岛上的植物或填料对当地水质进行进一步的生态处理,提高净化效果。

⑩生态浮岛可以采用专利号为 CN 209178087 U 的《一种生态浮岛》中记载的生态浮岛,能够实现远程控制,应用范围广,集成了水质监测(氮、磷、pH 等)功能和定位导航功能,并且设置有植物种植区,能够对水体实现原位精准强化污染控制。

⑪获取水环境的容量包括通过水环境容量的计算模型

计算水环境的容量。

可选地,水环境容量的计算模型包括单一补水口模式下水环境容量计算模型和多个补水口模式下水环境容量计算模型,单一补水口模式下水环境容量计算模型为:

$$W=C_s(Q+q)\exp(k\frac{x}{86.4u})-C_0q$$

多个补水口模式下水环境容量计算模型为:

$$W=QC_s(Q+q)\exp(k\frac{x}{86.4u})+q_1C_s(Q+q)\exp(k\frac{x}{86.4u})+q_2C_s(Q+q)\exp(k\frac{x}{86.4u})+...-C_0Q$$

其中: W 为河流城市水环境容量 g/s, C_s 为水功能敏感断面水质目标值 mg/L, Q 为计算河段上游设计来水流量 m^3/s , C_0 为污染物背景浓度 mg/L, x 为排污断面距下游功能敏感断面的距离 km, q 为计算河段接纳的污水总量 m^3/s , k 为污染物自净系数 1/d, u 为计算河段的平均流速 m/s。

第二,实施例:如图 1 所示,本发明提供一种城市水环境体系的优化方法,包括:监测水环境的水质;获取水环境的容量;对水环境进行生态净化处理;对水环境进行旁路循环净化处理;控制水环境的污染物输入量。

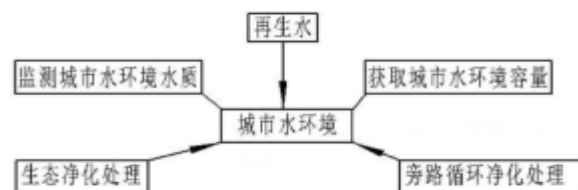


图 1 城市水环境体系的优化方法的示意图

①控制水环境的污染物输入量包括根据水环境的水质和水环境的容量控制再生水向水环境的排放量。

②控制水环境的污染物输入量还包括控制再生水的水质,控制再生水的水质包括监测水环境中的营养盐的含量,根据水环境中营养盐的含量调整再生水的水质。

③生态净化处理包括在水环境中设置植物、动物、微生物中的至少一种。

④植物包括岸边的湿生植物、水中的沉水植物、挺水植物和漂浮植物。

⑤旁路循环净化处理包括将水环境中的水输入旁路循环净化装置内净化,将通过旁路循环净化装置净化后的水排放回水环境。

⑥监测水环境的水质包括通过水质检测装置对水环境不同位置的水质进行监测。

⑦水质检测装置包括生态浮岛。

⑧获取水环境的容量包括通过水环境容量的计算模型计算水环境的容量。

综上所述,城市水环境体系的优化方法根据水厂反馈的实时水量和水质数据作为后端水环境水质和水量调控措施的重要参考依据;将得到的水厂数据与水环境容量模型进

行拟合,得到水质和水量的预测空间量;结合微生物—植物—动物生态净化处理系统在水环境中精准构建生态环境,进一步提升水质和保障安全,引入微生物、植物、动物种类和数量以及种植时期均参考相应的水质和水量数据进行综合评测;经过旁路循环净化,可将水环境的水质进一步提升和净化,对水环境中的不利点进行旁路处理,同时能够实现强化除磷,系统出水总磷可以稳定达到 0.05mg/L 以下,单细胞浮游藻类去除率可达到 90% 以上;使用生态浮岛对水环境进行进一步的生态净化处理和水环境的水质检测,可将水环境的生态系统的净化能力进一步提升,同时通过水质数据的监测反馈,为水环境体系的构建提供科学的参考依据和方法的提升反馈;通过水环境容量计算模型计算出水环境容量,根据水环境的水质和容量来控制再生水排放量,进而控制水环境的污染物输入量,使得污染物输入量与生态净化处理和旁路循环净化处理的处理能力相配合,保持对城市水环境长期的净化效果。上述水环境体系的优化方法的结合可将水质和水环境的安全保障性提升至一个新的等级,可显著改善水体水质,使城市再生水构建的水环境水质长期保持Ⅲ类水质标准,消除藻华风险和黑臭水体,保持再生水构建的城

市水环境水体浊度小于 5NTU,透明度达到 1.5 米以上,使得再生水补给的城市水环境得到进一步优化^[2]。

2 有益效果

①通过在水环境中设置植物、动物、微生物中的至少一种,对水环境进行生态净化处理,改善水质。

②通过在水环境的不利点处进行旁路循环净化处理,实现强化除磷,强化水环境净化效果的作用。

③通过水环境容量计算模型计算出水环境容量,根据水环境的水质和容量来控制再生水排放量,进而控制水环境的污染物输入量,使得污染物输入量与生态净化处理和旁路循环净化处理的处理能力相配合,保持对城市水环境长期的净化效果^[3]。

参考文献:

- [1] 唐国平,杨志峰.密云水库库区水环境人口容量优化分析[J].环境科学学报,2000,20(2):5.
- [2] 岳隽.面向水环境保护的流域景观格局优化研究)以深圳市西部水库流域为例[D].北京:北京大学,2006.
- [3] 邢德龙.水库水体污染综合治理方法优化初探[J].黑龙江水利,2010(8):47.