

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2011.01.017

基于人工湿地的组合处理系统净化校园人工湖设计

吴菊珍,成和平,周 笋

(成都电子机械高等专科学校 四川 成都 610031)

摘要 对成都某高校人工湖现状进行调研,并对目前国内外人工湖、景观水的水处理方法进行了比较,结合校园人工湖具体情况,采用“动力循环+砂滤+跌水充氧+人工湿地+湖体”生态组合处理系统进行校园人工湖的净化,并加装二氧化氯发生器用于藻类多发期的除藻,运行效果良好。

关键词 人工湖;水处理;砂滤;跌水充氧;人工湿地

中图分类号:X171.1 文献标识码:A 文章编号:1004-6933(2011)01-0073-03

Design of assembling treatment system to purify campus artificial lake based on constructed wetland

WU Ju-zhen, CHENG He-ping, ZHOU Zheng

(Chengdu Electromechanical College, Chengdu 610031, China)

Abstract: The present status of artificial lake in a university of Chengdu was investigated, and the water treatment methods of artificial lake and scenic water from China and elsewhere were compared. Combining specific circumstance of the campus artificial lake, a so-called “power cycling + sand leach + waterfall oxygenating + constructed wetland + lake itself” ecological treatment assembling system was put forward for treating the water in the campus artificial lake. And the chlorine dioxide generator was installed to remove algae in algae bloom time. This process program had good result.

Key words: artificial lake; water treatment; sand leach; waterfall oxygenating; constructed wetland

1 人工湖概况和水质现状

1.1 人工湖概况

成都电子机械高等专科学校人工湖(以下简称成都电子高专人工湖)位于郫县郫筒镇,整个人工湖占地约 2.33 hm²,设计补给水源为摸底河,现状为地下水 and 雨水作为补给水。人工湖水域面积约 23 400 m²,最深处 2.0 m,最浅处 0.4 m,平均水深约 1.2 m,容量约 28 000 m³。该地区属于中亚热带季风性湿润气候,平均气温 15℃,最低极端气温零下 5℃左右,年平均降水量为 960 mm,年平均蒸发量为 879 mm。平均最大日降水量 50 mm。

1.2 人工湖的主要污染物和水质现状

成都电子高专人工湖内主要养殖鲤鱼等鱼类。

由于湖内投加了大量的鱼饲料,故剩余饵料与鱼类排泄物是造成湖内严重富营养化的主要原因。雨水、植物垃圾、人为丢弃垃圾、鱼类排泄物等是人工湖主要污染物。研究表明,经过屋面和路面汇集的雨水,其水质远远超出景观用水标准;GB-T18920—2002《城市杂用水水质标准》对中水回用水质的规定为: $\rho(\text{TN}) < 10 \text{ mg/L}$, $\rho(\text{TP}) < 1.0 \text{ mg/L}$ 远远超出了国际公认的发生富营养化的临界值($\rho(\text{TN}) = 0.2 \text{ mg/L}$, $\rho(\text{TP}) = 0.02 \text{ mg/L}$)。因此,对雨水进行深度处理是必须的。

校园人工湖水质情况如下:

①少量藻类浮于湖水表面,水质浑浊。随着时间推移将会出现大量的藻类并引起水质进一步恶化。②水质发臭,夏天温度高,环境更严峻。③水中

DO 较低 ,容易造成鱼类死亡。④水底有机物浓度增加、沉积 ,湖底沉积物厚度达 8 ~ 20 cm。

2 设计处理水质标准

通过处理 ,降低藻类数量 ,提高水体透明度 ,达到GB 12941—1991《景观娱乐用水水质标准》C 类要求 (A 类 :主要适用于天然浴场或其他与人体直接接触的景观、娱乐水体。B 类 :主要适用于国家重点风景名胜游览区及那些与人体非直接接触的景观娱乐水体。C 类 :主要适用于一般景观用水水体)。C 类水质标准为 :颜色不超过 25 色度单位 ,无明显异臭 ,漂浮物不得含有漂浮的浮膜、油斑和聚集的物质 ,透明度 ≥ 0.5 m ,水温不高于近 10 年当月平均水温 4℃ , pH 值为 6.5 ~ 8.5 , $\rho(\text{DO}) \geq 3$ mg/L , $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}}) \leq 10$ mg/L , $\rho(\text{BOD}_5) \leq 8$ mg/L , $\rho(\text{NH}_3\text{-N}) \leq 0.5$ mg/L , $\rho(\text{非离子氨}) \leq 0.2$ mg/L , $\rho(\text{NO}_2^-\text{-N}) \leq 1.0$ mg/L , $\rho(\text{TFe}) \leq 1.0$ mg/L , $\rho(\text{TCu}) \leq 0.1$ mg/L , $\rho(\text{TZn}) \leq 1.0$ mg/L , $\rho(\text{TNi}) \leq 0.1$ mg/L , $\rho(\text{TP}) \leq 0.05$ mg/L , $\rho(\text{挥发酚}) \leq 0.1$ mg/L , $\rho(\text{阴离子表面活性剂}) \leq 0.3$ mg/L。

3 人工湖水质净化工艺设计

3.1 工艺比选^[1]

目前人工湖、景观水的水处理方法主要有以下 4 种方法 :即物理法 (引水换水方式、循环过滤方式)、化学方法 (投加杀菌灭藻剂)、微生物方法 (投加微生物)、EWT 生态水处理法 (植物、动物、微生物)。其工艺对比如表 1 所示。

3.2 工艺设计

综上 ,采用“物理循环法 + 生态水处理”来净化成都电子高专人工湖的不流动水体 ,即“动力循环 + 砂滤 + 跌水充氧 + 人工组合湿地 + 湖体”生态组合处理系统^[2] ,并加装二氧化氯发生器用于藻类多发期的除藻。对水体中的微生物菌种 ,不仅要完成它基本的分解有机物、降低或消除有害物质毒性的作用 ,还要能将水生植物的残枝败叶转换成有机肥 ,增加土壤有机质 ,并对土壤进行改良 ,改善土壤的团粒结构和物理性状 ,提高水体的环境容量 ,增强水体的自净能力^[3] ,同时也减少了水土流失 ,抑制了植物病

原菌的生长。
成都电子高专人工湖分区水处理工艺方案见图 1。



图 1 人工湖分区水处理图

3.3 设计中主功能区划分

人工湖主功能区分为 :A ~ E 区 ,见图 1。各分区简述如下。

3.3.1 雨水处理区 (A 区)

人工湖北面教职工家属区湖区沿岸 ,主要作为雨水处理区 ,根据雨水管网排放点设置分片人工湿地^[4] ,雨水投配到沿岸绿化草坪带经过滤后 ,进入人工湿地处理 ,再汇入湖内 ,可为人工湖补水。雨水管网设置暴雨时雨水溢流口。

3.3.2 人工湿地净化处理区 (B 区)

人工湖西南面湖区作为湿地主要处理点 ,湖边区水位较浅岸边采用鹅卵石点缀 ,提供湖区的生物栖息地。该人工湿地采用 3 级^[5-6] ,第 1 级采用风车草、茭白 ,占地 150 m² ;第 2 级采用菖蒲、泻泽、美人蕉 ,占地 150 m² ;第 3 级近湖区采用芦苇、水葱 ,占地 100 m² 。由于人工湖相对污水营养物含量低^[7-8] ,填料基质采用一定比例泥土 ,填料层由下至上分别填充 :10 cm 厚 2 ~ 3 cm 鹅卵石、15 cm 厚 1 ~ 2 cm 鹅卵石、10 cm 厚 0.5 cm 砂石、10 cm 厚炭渣、5 cm 厚泥土。湿地池底采用人工防渗层 ,10 cm 夯实的黏土加一层 HEDP 的土工膜。设计总停留时间 1 d ,后端通过湖水内生态系统与水体流动完成净化。湖内适当栽种狐尾藻、苦草等 ,放养适量草鱼、观赏鲤鱼等。在湖中心分段设置植物浮岛 ,近水岸边水底栽种水草 ,形

表 1 人工湖水处理方法工艺比选

处理工艺	优缺点
引水换水方式	通过稀释降低水中杂质的浓度 ,需要更换大量的水
循环过滤	设计配套的过滤砂缸和循环用的水泵和管路 ,用于以后日常的水质保养。用水量减少 ,但增加了日常的电能耗费
投加杀菌灭藻剂	可以用臭氧、二氧化氯等除藻。臭氧发生装置庞大、复杂 ,耗能高 ,只能作用于很小范围水体 ,不能作用于大范围水体。二氧化氯除藻 ,在水中停留时间较长 ,二氧化氯发生装置占地较少、简单 ,耗能低
投加微生物	在水质恶化时 ,投加适量微生物 ,加速水中污染物的分解
EWT 生态水处理	选择适合当地培养的植物、微生物、动物等 ,兼顾这些生物在水生生态系统中生态功能 ,不仅能使整个生态系统稳定运行 ,还对整个水体有净化功能

成一种错落自然的生态水景。

3.3.3 跌水假山区(C区)

循环水处理入水口设置一座小型假山,假山上设置过滤器,湖水经过滤进入假山多级跌水充氧后^[9]流入假山周围的椭圆形水池内,水池内栽种浮水植物凤眼莲,靠近湖区处设置淹没式出水口,进入周围隔断,经再次跌水,通过岸坡自流进入岸边组合人工湿地,将景观和水质净化有机结合。

3.3.4 循环取水区(D区)

人工湖东北面教学楼湖区岸边,主要作为循环水取水点,设置水泵、二氧化氯发生器。二氧化氯发生器用于藻类多发期的除藻。水泵取水点池体采用混凝土池内加过滤板,确保该处无泥沙、鱼等进入水泵引起设备故障。在人工湖东南方向、西南方向已建成的湖岸分别布置管道。根据人工湖水量,以9d为水处理循环周期,选择全自动精滤设备对湖水进行循环处理,利用有效的水口布置方式把一个接近于死湖变成一个长期流动的近似于河道式的活水湖。

3.3.5 尾端净化处理区(E区)

东南截断湖区后端水域为湖水排入摸底河的出水口,挡水坝后设置荷塘1座,沿岸采用湿地绿化,用于后端湖水的强化。

4 人工湖运行后水质状况及日常管理

工程实施后,水质明显改善,达到预期指标。3年运行效果证明,水体基本没有藻类产生,水体清澈透明,各项指标达到GB12941—1991《景观娱乐用水水质标准》的C类要求。该人工湿地的组合处理系统净化方案已成功运用到成都华侨城纯水岸人工湖、成都万科双水岸人工湖。

整个人工湖日常的维护管理仅需1人,其在秋、冬季湖面打捞植物残叶,夏季收割人工湿地植物。每年在池底淤泥沉积过多时进行清理。

5 结 论

采用“物理循环法+生态水处理”来净化成都电子高专人工湖的不流动水体,是可行的,该系统工艺优势在于:

- a. 动力水循环换水主要是采用外部动力推动人工湖水内流动,从而人为推动湖区生态构建与平衡,省去换水以达到湖水清洁的目的;
- b. 采用自然构建跌水充氧系统,合理选用能耗低,效果好的水幕充氧,结合景观与实用性于一体;
- c. 采用砂滤器过滤湖内水中的泥沙,减轻对人工湿地的影响;
- d. 藻类多发期、湖水内生态失衡时,可采用化

学方法强化处理。

参考文献:

[1]张智,张勤,杨骏骅.重庆大学虎溪校区人工湖水体工程设计[J].中国给排水,2006,22(6):50-53.

[2]张莹.运用人工湿地生态净化工程治理东山水质的可行性研究[J].广东科技,2007(9):110-111.

[3]陆本度,陈杰.人工湿地结合生物生态净化基工艺在人工湖处理中的应用[J].给排水,2006,32(11):25-27.

[4]颜二重,王乾坤,姜应和,等.人工景观湖区雨水资源化与生态水体构建及水质保持技术研究[J].浙江建筑,2008,25(2):1-4.

[5]黄时达,王庆安.从成都市活水盆看人工湿地系统处理工艺[J].四川环境,2000,19(2):8-12.

[6]王庆安,任勇,钱骏,等.成都市活水公园人工湿地塘床系统的生物群落[J].重庆环境科学,2001,23(2):52-55.

[7]谢爱军,周炜,年跃刚,等.人工湿地技术及其在富营养化湖泊污染控制中的应用[J].净水技术,2005,24(6):49-52.

[8]李雪梅,杨中艺,简曙光.有效微生物群控制富营养化湖泊蓝藻的效应[J].中山大学学报:自然科学版,2000,39(1):81-85.

[9]卢莉琼,徐亚同,史家樑.人工湖生态设计方法研究[J].上海环境科学,2002,22(6):375-377.

(收稿日期:2009-08-13 编辑:高渭文)

·简讯·

长江流域两大巨型水库2010年防洪效益超过300亿
2010年长江防汛调度取得了很好效果,发挥了防洪工程的巨大效益。三峡、丹江口工程的防洪经济效益分别达到266亿元和39亿元。

2010年汛期,长江流域又发生了上中游型较大洪水,多条支流发生特大洪水,山洪、泥石流等灾害严重,洪水来势凶猛,范围广,持续时间长。在水利部、国家防办的指导下,长江防总、长江水利委员会正确领导、周密部署,7次启动应急响应、及时滚动会商、科学调度、积极指导协调。

三峡水库先后多次发挥了较大的拦蓄洪水作用,累计拦蓄洪水总量230多亿m³,汛期最高调洪水位达161.01m。在准确预报的基础上,经科学调度,成功应对了三峡建库以来最大的入库流量7万m³/s的洪水,控制三峡出库流量4万m³/s,削减洪峰流量40%,拦蓄水量约80亿m³,使荆江河段沙市水位控制在警戒以下。

丹江口水库在2010年汛期也充分发挥了水库拦洪削峰能力,减轻了汉江中下游防洪压力。7月下旬,汉江上游和中下游支流唐白河均发生较大洪水过程,其中汉江上游支流丹江遭遇超百年一遇洪水,丹江口水库最大入库流量3.41万m³/s,接近历史上最大入库流量3.42万m³/s。在汉江中下游防洪的关键时期,长江防总、长江水利委员会根据准确的洪水预报信息和汉江中下游堤防的实际情况,科学调度和果断决策,避免了杜家台蓄滞洪区启用。(本刊编辑部供稿)