

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

Studies on Technologies of Rainwater Resourcifying, Ecotect Water Body Construction and Water Quality Control in the Lake District of Artificial Landscape

颜二茧¹,王乾坤²,姜应和²,李伟³,陈琳¹

YAN Er-jian, WANG Qian-kun, JIANG Ying-he, LI Wei, CHEN Lin

(1. 泛华工程有限公司湖北分公司,湖北 武汉 430010; 2 武汉理工大学,湖北 武汉 430070;
3. 中国科学院武汉植物园,湖北 武汉 430074)

摘要:针对武汉王家墩商务区人工景观湖(梦泽湖)的建设,认为人工景观湖的构建应是一个系统化的,集外源污染控制系统与稳定性内源控制水生态系统及可控的强制外循环系统于一体的,协同管理完善的综合体系。同时,围绕该体系对人工景观湖区雨水资源化与生态水体构建及水质保持,进行了一系列的研究。

关键词:人工景观湖;雨水资源化;生态水体构建;水质保持

中图分类号: TU986.4⁺3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-3707(2008)02-0001-04

武汉王家墩中心商务区(CBD)是武汉市的重点项目,位于汉口城区中心,占地 7.41 km²,依据批复的《武汉王家墩商务区总体规划》,在规划的商务区核心区南部修建一座人工景观湖泊——梦泽湖,水面面积 35 hm²。其功能定位是:为商务区内核心区创造丰富的主立面,给核心区和居住区之间提供过渡空间,发挥局部区域排水调蓄功能。

目前,在城市中心区构建这样大型的人工景观湖,技术上是有难度的,管理上也缺乏成熟的经验和合理的机制。我们认为,水体景观功能的充分发挥是依赖其不断增加的可接近性;而水体的可接近性一方面依赖于其优良的生境质量,另一方面也依赖于其表现出来的美学价值。因此,无论采取怎样的措施,均要围绕增加水体的可接近性这一重要目标开展。水体可接近性的关键是优良生境的可持续维持,核心问题就是构建一个系统化的,集外源污染控制系统与稳定性内源控制水生态系统及可控的强制

外循环系统一体,协同管理完善的综合体系。也就是说,要围绕综合体系的构建,进行雨水资源化技术、水质水量保持循环系统的协同性、水体生态保持系统的建设与稳定性及管理机制的研究。

1 雨水资源化技术

从 20 世纪 80 年代开始,世界各国就开始探索城市雨水资源的利用。我们根据国内外的工程实例和对武汉市景观湖泊的调查研究,提出了以下六种措施以使该区域的雨水资源化。

(1)渗透沟渠:在沟渠的中间设置穿孔管或用水透材料做成的管道,沟渠内填充碎石。汇集的雨水通过透水性管渠进入四周的碎石层,再进一步向四周土壤渗透;或再在碎石层外铺设一层防渗膜,将收集到的雨水作为景观湖泊的补水水源。渗透沟渠可在景观湖泊周围的广场等硬质场地铺设,以控制面源污染,降低雨水中的污染物^[1-3]。

收稿日期:2007-12-28

作者简介:颜二茧(1963—),男,湖南攸县人,高级工程师,从事水污染控制和水体修复。

(2)植被浅沟:在地表沟渠中种植植被,当雨水流经浅沟时,在沉淀、过滤、渗透、吸收及生物降解的共同作用下,径流中的污染物被去除,达到雨水径流的收集利用和控制径流污染的目的^[2]。

(3)低势绿地:在不影响周边地基与基础、地下水水质等前提下,尽量将绿地设计为下凹式,将屋面、道路等各种铺装表面形成的雨水径流汇集入绿地中进行蓄渗,以增大雨水入渗量;多余的径流雨水从设在绿地中的雨水溢流口或道路排走^[3]。

(4)生态雨水口:生态雨水口设于道路周边的绿地内。该绿地为下凹式,硬化路面高程高于绿地高程;生态雨水口设在绿地内,且高于绿地高程而低于硬化面高程,便于使道路、建筑物等硬化面上的雨水径流流入。低于地面的绿地除了吸纳自身上空雨水之外,还能接受周边不透水面积和高绿化带的径流,可更有效地消纳和利用雨水,补充地下水。当径流量大于绿地下渗量时,通过设置于绿地内的雨水口排入雨水管网。

(5)蓄水陶土:蓄水陶土借助特殊工艺将城市建筑垃圾中的黏土,制成一种内在结构类似蜂窝状的颗粒或板块。每份制作好的陶土上分布着密密麻麻、直径0.5~5.0mm的封闭式小气孔。当雨水流入这些小气孔时,小气孔就会像蓄水池一样尽其所能地蓄水;当地面干燥时,这些装满雨水的小气孔像毛细管一样,将植物生长所需水分自动送入植物根部。这样,即便遇上大旱之年,城市绿地也可少进行人工浇灌。

与此同时,城市降雨还会在经过植被和种植层时被滤去雨污中的悬浮物进入陶土层,以蓄水陶土为介质,吸附水中的COD(Mn、TN和TP),对雨水进行净化。通过种植层及其陶土层中的微生物降解水中的COD和植物的吸收作用,可把吸附在蓄水陶土中的N、P和有机质转移到绿地植被中^[4]。

(6)暴雨格栅除污机:它是一种雨水过滤装置,以水平方式直接安装在雨水排放构筑物的过水堰之后。半圆形的过滤筛网之中安装了一传送螺杆。在雨水传流筛网的同时,固体垃圾被分离处理,通过输送螺杆送出去;在此同时,固定在螺杆片外缘的尼龙筛网进行旋转自清洗。在一般情况下,滤渣被返回雨水贮存池或污水处理厂,在那里由除污格栅将其去除。当然,也可另外安装传送螺杆,将滤渣输送出渠外做进一步的后处理。雨水过滤装置上的筛网上的标准孔径为6mm。暴雨期间过滤装置会自动启动运转。

2 景观湖防渗研究

引起景观湖湖水渗漏的因素较多,如地下水位、防渗材料、湖水水位变化等。在多种因素中,实际上人工影响主要是防渗材料。如何选择技术经济合理的防渗材料是研究的重点。我们通过研究,建议人工景观湖采用膜科类、松散型、土科类。目前属于这几种类型的防渗材料主要有以下几种:膨润土、复合土工膜、硅石粉、黏土。

3 水生植物配置

为了给景观湖泊的建设提供一个合适的水位梯度,我们广泛收集了长江中下游湖泊的水生植被以及相应的湖泊生态特征的资料,重点针对洪湖、斧头湖、西凉湖、梁子湖、龙感湖、鄱阳湖、长荡湖等湖泊在大规模开发利用前后的水质状况,开展了分析研究,提出了景观水体建设所需的水深梯度及优势水生植物类型^[5-7]。

3.1 景观水体水深梯度设计与优势水生植物

对景观水体来说,考虑到沉水植被在自然水体中的重要地位,建议景观水体的植被主体应该是沉水植物。考虑到沉水植物在造景方面的限制,可以根据景观需要配置挺水和浮叶植被。

参照自然湖泊的自然水位梯度,我们建议在景观水体的水深梯度设计中,可以以下面的水深梯度以及相应的优势水生植被类型为出发点。

建议水位梯度、面积比例及优势植被:0~0.5m占10%,湿生+挺水植被;0.5~1.0m占20%,挺水+浮叶植被;1.0~1.5m占20%,浮叶+沉水植被;1.5~>2.0m占50%,沉水植被。

随着人工湖泊设计最大水深的增加,沉水植物的分布水深可以相应增加;不过分布面积比例应该维持不变,主要办法是通过不同的沉水植物种类来适应不同的水深状况。在实际的水生植被建立过程中,根据工程的经费投入情况,沉水植物的建设可以在1.5m以上开展,更深处植被的建立可以依靠沉水植物的自然扩张实现。

3.2 景观水体水生植物的选择与配置

对景观水体的建设来说,我们建议坚决杜绝外来水生植物的使用;建议在目前生境条件比较优越的天然湖泊中建立本土水生植物的种源基地,以支持水体水生植被的恢复重建工程。

在水质条件良好的湖泊中,高等水生植物能够

生长在水深 10 m 以内的水体中。对长江中下游大多数景观水体来说,水深条件不会对水生植物的生长与扩展构成限制。相对于基质条件,水体的营养状况更能够对水生植物的生长产生限制,这是许多富营养化湖泊水生植被恢复困难的原因所在;然而对于景观水体来说,较好的水质质量不会对水生植物的生长构成威胁,因此,几乎长江中下游的常见本土植物均可用于景观水体水生植被的恢复重建,而不需要考虑其对胁迫环境条件的耐受能力。

水生植物配置方案建议:以芦苇、香蒲作为水体近岸湿地植被的主体,以菰、莲花作为挺水植被的代表群落,以竹叶眼子菜、苦草和微齿眼子菜等作为沉水植物的主体种类,用它们构建景观水体水生植被的主体结构。浮叶植物例如睡莲、荇菜和菱等的种植范围可根据景观需要配置,同时辅以多种观赏性水生植物。

4 水质保持技术

4.1 景观水体水质模型设定

景观水体水质稳定模型主要是控制进出水体的污染物的量(图 1)。当进入水体的污染物的量高于出湖污染物的量时,采用强制外循环的方式削减进入水体的污染物的量。当湖水水质处于稳定状态时,污染物具有下列物料平衡方程:进湖污染物的量 - 出湖污染物的量 = 外循环设施污染物削减量。

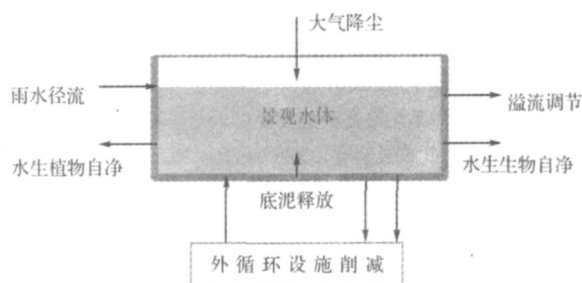


图 1 景观水体

4.1.1 进湖污染物的量 进入景观水体的污染物的量包括:雨水径流带入污染物的量;底泥释放带入污染物的量;大气降尘带入污染物的量。

4.1.2 出湖污染物的量 出湖污染物的量由以下三个方面组成:水生植物削减污染物的量;水中微生物削减污染物的量;湖水溢流带出污染物的量。

4.1.3 强制外循环需削减的污染物的量 由物料平衡方程知:进湖污染物的量 - 出湖污染物的量 = 外循环

设施污染物削减量。

其中,外循环设施污染物削减量 = 雨水径流年贡献量 + 大气降尘年贡献量 - 水生植物年削减量 - 水生生物年削减量 - 湖水溢流年带出污染物的量。

以梦泽湖为例核算污染物,各子项对湖水水质污染物的年贡献量见表 1。由表 1 的统计结果可知,在有机物指标方面梦泽湖完全有能力维持Ⅲ类水体的水质要求,而氮(TN)和磷(TP)难以满足,必须通过强制外循环,分别削减氮 1 813 kg/年、磷 131.11 kg/年。

表 1 各子项对湖水水质污染物的年贡献量 kg

子项名称	COD	TN	TP
雨水径流	2 455.3	1 453.8	123.3
大气降尘	17 348	1 507	79.56
水生植物削减量	0	-1 002.5	-65.95
水中微生物削减量	-18 907	-33.22	-0.2
湖水溢流年带出污染物的量	-2 240	-112	-5.6
净贡献量	-1 343.7	1 813	131.11

4.2 强制外循环的方式

目前景观水体常采用的强制外循环的方式有:人工绿地、滤布滤罐、砂滤罐。我们对以上三种强制外循环方式进行了研究,并根据梦泽湖需强制外循环削减的污染物的量对上面三种方式进行了技术经济比较。比较结果为:从技术经济方面考虑,人工绿地为最佳方式,而且其处理效果稳定,运行管理方便。

5 管理与运行机制

5.1 景观湖长效运营管理经费来源与管理方案设计

经过对国内外的景观湖管理与运行机制的调查研究及针对梦泽湖的实际情况^[8-9],我们提出了三个景观湖长效运营管理机制的方案。

方案一,“市场为主,政府为辅”的经费筹集与长效运营管理机制:这里所谓的“市场为主,政府为辅”具体是指景观湖的维护运行费用以企业经营收入为主,辅以政府财政补贴与政策扶持。本方案设计的景观湖维护运行费用采取“以企业经营收入为主,辅以政府财政补贴及政策扶持”的方式,其经费来源主要可以有以下几种渠道:企业经营收入;景观湖周边土地增值收入;政府财政补贴。

鉴于景观湖一般具有“国家所有公益性质,城市中心人工湖泊”的总体定位和“景观为主、经营为辅”的功能定位,以及响应国家关于发展环保节能产业的战略发展规划和时代号召,景观湖的经营方

向的选择应遵循以下两个基本原则: 鼓励发展清洁、环保、节能项目, 坚决禁止开发对景观湖水体水质产生破坏和污染的项目; 增大发展能促进景观湖水体保持及景观美化的项目, 禁止发展与人工湖整体档次不相协调的商业项目。

方案二, “先市场为主后政府为主”的两阶段经费筹集与长效运营管理机制: 由于景观湖的景观水体的公益性性质, 因此公益性的项目由政府主导来进行。考虑到以“政府为主、市场为辅”的资金筹集模式对政府的财政压力, 具有明显的不可行性; 由此本方案采取“先市场为主后政府为主”的折衷的经费筹集与管理机制。这里所谓的“先市场为主后政府为主”, 具体是指景观湖的维护运行费用在第一阶段(水体和设施保持较好的阶段)以企业经营收入为主, 辅以政府财政与政策扶持。到一定阶段后周边整体环境改善、价值提升、政府财政收入增加及人们的水环保意识加强, 各方面条件具备时, 则景观湖的维护和管理资金筹集可以过渡到“政府为主、市场为辅”的模式。

方案三, “政府为主, 市场为辅”的经费筹集与长效运营管理机制: 基于景观湖“国家所有公益性”的总体定位, 本方案采取“政府主导, 市场为辅”的运行管理机制。景观湖的开发管理公司要按现代化管理模式, 由行业主管部门园林局向市场招标进行选择。该公司的主要任务是搞好环境保洁、设施维护及安全保卫。这笔费用由政府买单。设立“景观湖管理开发公司”后, 它将作为武汉市园林主管部门直接领导的一个企业单位, 当地园林主管部门不具体干预该公司的经费、人事管理和日常工作, 但要对该公司负责的景观湖水质水量保持、园林绿化、文化设施的维护及围绕湖泊所进行的开发活动严格监督。“景观湖管理开发公司”的主要职能还包括:

贯彻执行党和国家的有关方针政策、法律法规及上级主管部门的决定、指令; 全面负责景观湖日常维护与运行管理及开发利用工作。

为保障景观湖水体的长效管理运行, 经过对三个方案进行比较再结合梦泽湖建设与管理的实际情况, 我们推荐方案三。

5.2 景观湖长效管理运营体制构建的对策建议

基于景观湖的总体构想及方案分析, 为保障景观湖长效管理运行机制的有效实施, 我们对景观湖长效运营管理机制提出以下建议: 加紧业主公司的组建; 切实抓好《景观湖管理和保护条例》的制定; 切实履行政府对景观湖维护资金运用的监督监管职能; 加紧景观湖水体经营准入制的制定; 全力挖掘水文化; 发展景观湖湖滨整体开发; 采取多种措施, 促进公众广泛参与。

参考文献

- [1] 汪慧贞, 车武. 城区雨水渗透设施计算方法及关键系数[J]. 给水排水, 2001, 27(11): 18 - 23.
- [2] 张炜, 车武. 植被浅沟在城市雨水利用系统中的应用[J]. 给水排水, 2006, 32(8): 33 - 37.
- [3] 李俊奇, 车武. 住区低势绿地设计的关键参数及其影响因素分析[J]. 给水排水, 2004, 30(9): 41 - 46.
- [4] 萧劲东, 安黛宗. 发泡陶土 - 城市雨水资源化材料的研究[J]. 材料科学与工程学报, 2004, 22(5): 757 - 759.
- [5] 李伟. 洪湖水生植被及其演替研究[D]. 武汉: 中国科学院水生生物研究所, 1995.
- [6] 李伟. 洪湖水生维管束植物区系研究[J]. 武汉植物学研究, 1997, 15(2): 113 - 122.
- [7] 李伟, 钟扬. 我国内陆水生植被研究概况[J]. 武汉植物学研究, 1991, 9(3): 281 - 288.
- [8] 保继刚. 中国主题公园的发展反思及国际主题公园进入中国的透视[J]. 风景园林, 2005(2): 26 - 30.
- [9] 芦宝英. 国内主题公园开发存在的缺憾与反思[J]. 西华师范大学学报(哲学社会科学版), 2005(1): 75 - 79.