LID支持下的校园滨水景观设计研究
——以广西机电职业技术学院静思湖为例

□ 潘 燕 任 民

[摘 要] 滨水景观空间已成为大学校园规划中不可或缺的组成部分，然而在复杂的外界条件影响下，由于日常维护与治理的措施尚不成熟，越来越多的校园生态景观水体受到不同程度的污染。近年来，低影响开发（LID）模式的提出打破了传统滨湖环境维系与治理的局限，已经成为生态水处理的一种有效途径。以广西机电职业技术学院静思湖为研究对象，针对其现状水质、水岸环境问题，提出以低影响开发技术融入校园滨水景观设计中，通过透水性铺装、植草浅沟、下凹式绿地、生态植被缓冲带、生态驳岸、绿色植物等合理设置，以达到生态修复与校园滨水景观营造和谐统一的目的。

[关键词] 低影响开发；校园滨水景观；景观营造

1 引言

校园滨水景观空间，是校园中最具活力与凝聚人气的公共环境空间之一，也是校园环境中比较重要且敏感的自然生态环境空间。其不仅在改善和维系校园生态环境、提高校园景观环境品质、调节校园生态环境小气候等方面具有举足轻重的作用，还承载着为广大师生提供一方良好的景观游憩、休闲娱乐、文化交流、多元互动空间的作用。

如今滨水景观空间已成为大学校园规划中不可或缺的组成部分，越来越多高校或利用原始地貌或人工构建水景来丰富校园环境[1]。在复杂的外界条件影响下，由于对水体的保护及治理措施尚不成熟与完善，越来越多的校园生态景观水体受到不同程度的污染，其景观功能、生态系统面临严重威胁。笔者以“滨水景观”并含“校园滨水景观”为主题进行知网期刊高级检索，检索发现学界围绕“校园滨水景观”的研究设计较少，现有的研究也主要以“感知和行为视角来进行校园滨水景观的偏好研究”“校园滨水景观设计中植物的选择与配置”“如何通过校园滨水景观空间来塑造和展示地域文化或校园文化”等方面来展开研究。对于校园滨水景观面临的生态问题、如何在前期设计中就考虑到后期的维护与治理等方面还鲜有研究，因此，在此背景下探讨校园滨水景观的维系与设计显得尤为必要。

关于河湖水质改善问题，截污纳管、底泥清淤、消除黑臭等环境工程技术是学界以及社会实践中河湖滨水空间综合治理的主要手段。近年来海绵城市理念、低影响开发（Low Impact Development，以下简称“LID”）模式的提出打破了传统滨湖环境维系与治理的局限，它是一种以源头控制为主、运输传输及终端处理为辅的雨水全过程控制方法，采用分散、多样、小规模的工程技术实现对生态环境产生最低负面影响的设计策略[2]，倡导人工环境与自然的互融互生，在径流的控制、雨污水的资源化利用、场地的生态修复、滨水景观的丰富等方面效益显著，成为治理湖滨水环境问题的突破点。本文以广西机电职业技术学院校园内静思湖滨水景观设计为例，根据现场调研其现状问题，通过对国内外LID的研究现状与实际案例进行分析研究，总结其在滨水景观设计中的应用方法，将低影响开发作为一种生态水处理手段应用于校园滨水景观设计当中，以期为当代校园滨水景观的构建与维系提供一种有益参考。

2 研究区概况

静思湖位于广西南宁市西乡塘区广西机电职业技术学院校园内，地处亚热带南缘，地理位置介于东经107°45′～108°51′，北纬22°13′～23°32′，气候湿润，雨量充沛。总面积约为39150m^2，湖岸线长约2608m，是一条贯穿校园的重要景观湖泊，承担着为广大师生提供一方景观游憩、娱乐交流空间以及提升校园整体环境的重要作用。然而该湖相当于死水湖，在雨季水流从西向东流动，与南宁西乡塘区内相思湖相连；而旱季则缺乏活水补给，需要人工供水补水，水中细菌营养物质滋生，整体水体环境较差，水质污染明显（见图1）。

图1 静思湖现状

据多次现场调研，发现静思湖滨水景观存在以下问题：第一，静思湖水体水动力条件较差，在自然状态下，水体流动性小、置换能力差，导致自净能力差，生态系统修复能力低。第二，驳岸形式单一，在西区教职工楼、百味轩、滨水广场等湖岸为垂直硬质结构，排污口参差不齐，且未进行有效截污，周边生活污水、食堂废水未经处理直接排入静思湖，水体富营养化。水体在旱季出现轻微黑臭现象，湖滨生态功能衰退。第三，水体补充主要靠自然降雨，静思湖两岸景观未合理设计，降雨时静思湖周围区域的地表径流雨水可直接汇流入湖，对湖水产生较大污染。第四，由于是老校区，静思湖整体滨水景观设计年代较为久远，陈设较为老旧，湖滨两岸景观效果较差，未彰显现代校园的生机与魅力。

根据现状问题，从宏观到微观层面总结梳理，可将静思湖水环境问题大致归纳为两大类：水质问题、水岸环境问题（见表1）。

表1 静思湖现状问题梳理表

水质问题	水岸环境问题
生活污水、废水可直接排入	驳岸形式单一 （以垂直硬质结构为主）
面源污染隐患	景观设施陈旧、 景观视觉效果不佳
水质富营养化	

3 LID支持下静思湖滨水景观环境整治与生态重建目标及思路

数年来，经过国内外学者的不断研究与实践证明：LID不仅可以对雨水进行有效管控，而且还拓展到城市水环境的各个方面，并开始注重过程的景观化处理，成为解决城市水环境问题的突破点。如新加坡加冷河碧山公园遵循“水敏性城市设计（Water Sensitive Urban Design）”的理念进行全方位的改造，这一理念核心思想与LID、国内的海绵城市理念相类似，通过河道去硬质化、生态护岸、植物群落的净化功能等措施来进行雨洪管控与河道的生态环境恢复。国内山东烟台市鱼鸟河公园通过河道的去硬质化、多种形式的生态驳岸设置、丰富植物群落配置等一系列生态技术和景观设计手段，将该区域建设为一个巨大的海绵体，从而恢复该地区的滨河生境，改善原河道水质问题。这些项目的成功改造无不证明了海绵城市理念、LID措施在水环境改善和生态修复方面不容忽视的作用。

因此，针对静思湖现状问题，为解决静思湖水质、水岸环境问题，以LID理念为指导，结合环境工程水治理技术，对静思湖进行生态环境整治与生态重建的滨水景观设计。通过控源截污、驳岸改造、湖滨两岸绿地建设、生态植物配置等方面的治理措施，充分利用自然生态系统的循环再生、自我修复等特点，以达到改善静思湖湖泊生态环境的目的，实现静思湖水生态系统的良性循环，恢复其自然生态系统与水体的景观效果，从而达到“碧水、绿岸，营造美好校园生态环境”的治理目标。

静思湖水质修复以生物、生态修复手段为主来改善湖泊水质，辅助以水体设计、促进水体流动和水生生态系统的结构稳定；水质维护主要通过结合LID技术的两岸滨水景观设计、生态驳岸景观设计、湖体水生植物种植设计来进行雨洪管理和维持湖体水生态平衡，从而达到静思湖生态修复与景观环境营造的和谐统一。

4 LID支持下静思湖滨水景观环境整治与生态重建具体策略

4.1 前期必要的工程技术手段

4.1.1 控源截污，完善静思湖周边截污管道

针对静思湖周边排污口设置、校园内生活污水直接汇入静思湖等现状问题，为保障静思湖水质，对静思湖周边污水管网系统进行综合梳理和完善，沿知行大道按规模新建暗涵，长度约1km，直接与校外市政污水管相连，杜绝污水直接排入湖内，从而有效解决周边生活污

[基金项目] 2018年度广西机电职业技术学院院级科研项目“LID支持下的城市滨水景观设计——以静思湖为例”（编号：2018YKYZ014）。

[作者简介] 潘 燕，广西机电职业技术学院艺术设计系，讲师，硕士。
任 民，广西机电职业技术学院艺术设计系，主任、教授、高级工艺美术师，硕士。

水、食堂废水未经处理直接排入静思湖的问题，从源头控制污水排入。

4.1.2 增加水体流动性，提高水体含氧量

针对静思湖水体流动性小的问题，结合静思湖原有的地势地形、高差条件，改变原有水体形态，设计富有变化的水体形态、增设溢流坝，形成跌瀑、湍流相结合的曝气系统，在增加水体含氧量的同时又形成了富有层次与动感的水景效果。为达到流水不腐、水体富氧净化的效果，在关键水域设置景观喷泉系统，不仅能增加水体景观效果，还能实现局部水体微循环与跌水强化复氧的双重功能，从而促进水体整体循环流动，加速静思湖水体新陈代谢。

4.2 基于LID理念的静思湖两岸滨水景观营造

考虑到雨水作为静思湖水系的主要水源，且针对其面临的面源污染情况，依据静思湖两岸实际情况设计初雨净化湿地景观系统，利用LID进行生态滨水景观设计。通过采用路面透水铺装、下凹式绿地设置、植物生态缓冲带设置、湖岸生态驳岸等生态措施进行雨水过滤、渗透、收集净化，利用湖滨植物的过滤、生物吸收作用，对地表径流进行净化，以达到消除污染的目的，从而控制雨水径流对湖水的面源污染。

4.2.1 设计多孔隙绿色生态基础设施，滞蓄雨水

（1）透水铺装设置

静思湖两岸原有的道路系统、铺装采用不透水材料，无法将雨水进行下渗，同时也阻隔了地下水由地表蒸发。因此，将静思湖两岸原有的硬质不透水铺装改为透水性较好的非硬化下垫面，如透水砖、彩色透水混凝土面层材料等，通过人工手段让硬化地面“海绵化”，增加地表的可渗透性，确保地表径流的快速下渗。

（2）渗透型植草浅沟、下凹式绿地设置

根据湖岸用地情况，在道路系统、广场旁，依据地形高差设计面积大小不一的带状植草浅沟以及下凹式绿地。植草沟可上置卵石亦或栽植美人蕉、鸢尾、千屈菜等旱生、湿生兼具的低矮园林植物；下凹式绿地则可选择适合南宁地域特色且具有良好去污效果乔灌草的组合配置。这样的设计可连接透水铺装、生态植被缓冲带或者静思湖湖体水系，完成由硬化景观向植物群落景观的过渡，且具有有效减缓径流流速、过滤涵养净化雨水径流的作用。

（3）生态植被缓冲带设置

为有效拦截、过滤地表雨水径流，可根据静思湖两岸滨水腹地大小、地形、高程情况，结合驳岸形式在条件允许的滨水坡地下坡位置来设计布置植物缓冲带，起伏的地表形态以及生态植物的种植在有效拦截、过滤、吸附污染物的同时，还具有减缓地表雨水径流的流速、稳定岸坡等特点，且建设与后期维护管理的费用成本较低。

4.2.2 重塑岸线，改造两岸滨水驳岸

静思湖现有的两岸驳岸设计采用水泥石质硬质型护坡工程，在原先设计时只考虑了驳岸工程方面的要求，虽具有较好的稳定性与抗冲刷性，但忽略了生态和景观方面的要求，割裂了水体与陆域的联系，一定程度上阻碍了水土之间的物质交换，减弱了植物的吸附生长能力与水体的自我净化能力，岸带景观视觉体验较差。

因此，针对静思湖原有驳岸形式，结合地貌地形形式、功能要求等，在充分考虑静思湖两岸实际可利用空间以及两侧的实际建设情况后，对静思湖驳岸作分段设计：从图书馆到近邻宝、行政楼区域段滨岸可利用空间大，作自然型岸线处理，设计自然生态驳岸（见图2）；而对于坡度稍陡的区域，则作砌块型自然驳岸或者石笼生态驳岸处理（见图3）。通过将植物与土木工程、非生命植物材料的结合，减轻坡面和坡脚的不稳定性，增加驳岸的“可渗透性”与过滤性[3]。其他段由于校园道路直临堤岸、滨水空间腹地小，因此降低了自然生态驳岸改造的可能性，但可将原有的硬质化驳岸改为半硬质化驳岸（见图4），在植物选种上可配置垂柳、三角梅等乔灌木，以及菖蒲、鸢尾、美人蕉等花草和藤本植物，利用柔软的植物来遮挡或打破其生硬感。

为了增加整体的亲水性，还可适当将局部区域设计为亲水码头驳岸。重新改造设计之后的驳岸形式，既具有防止湖岸土壤侵蚀、稳定湖岸的功能，又能够提供生态可渗透的舒适宜人驳岸滨水景观，具有环境和经济双重价值。

4.2.3 LID影响下的静思湖水体自然生境营造

自然界中的动植物是其经过长期自然选择和交替过程的结果，既具备良好的景观效果，又具有不错的生态功能，在生态景观的营造和水体的自净、保护中发挥着重要的作用。设计合理、搭配得当的水生植物不仅可以改善水质，吸附利用污水中的营养物质，过滤、吸收和富集重金属及一些有毒物质，还可以为根区好氧微生物输送氧气，丰富整体景观空间层次。因此，为了增强静思湖水体的自我净化、自我调节、自我维系功能，还需结合水环境的特点、污染程度、生态环境需求，科学合理配置、选用适合静思湖水体的水生动植物，构建良好的静思湖滨水景观自然生态环境，确保静思湖滨水景观生态完整性与生态环境的长期稳定性。

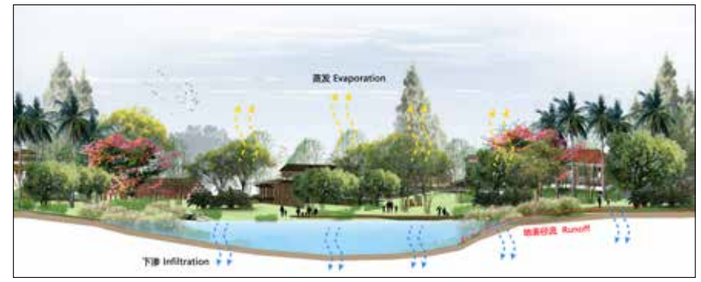

图2 自然生态驳岸示意图

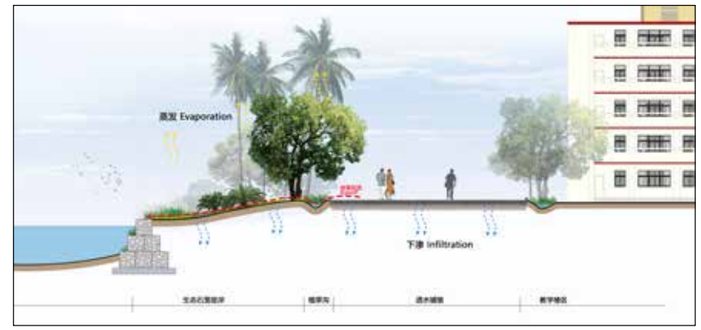

图3 石笼生态驳岸示意图

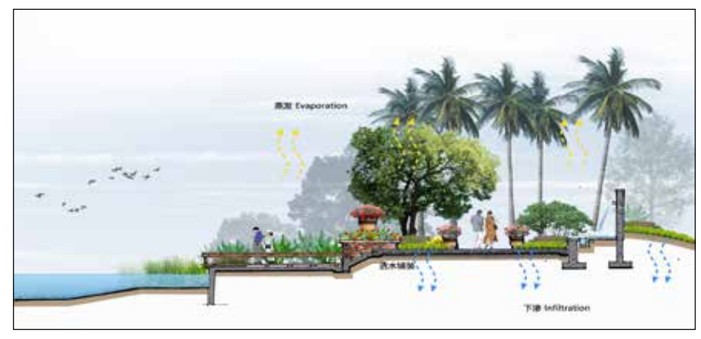

图4 半硬质化驳岸示意图

在设计中，因地制宜地保留原有地块上生长良好的植被地貌，同时根据景观美学、景观生态学，增补配置适合南宁地方气候特点且耐污能力强、净化效果好、根系发达、观赏价值高的植物，如芦苇、荷花、水葱、香蒲、黄菖蒲、美人蕉等挺水植物，睡莲、苦草、金鱼藻、狐尾藻、微齿眼子菜等浮叶植物和沉水植物，形成湿生—挺水—浮水—沉水植物植被带[4]，以达到生态、美观的双重效果。同时，养殖滤食性和杂食性鱼群以及螺类等底栖动物，有效控制浮游动植物数量，构建具有较完整结构的水生动植物生态系统，增强静思湖水体自净能力及水质维系功能，形成湖体水环境的良性循环，构建静思湖健康水生态环境。

重新设计之后的静思湖两岸滨水景观具有雨水过滤、净化、调蓄功能，在低强度降雨时，雨水径流可通过透水铺装就地初级入渗，过量雨水则可通过植草浅沟、下凹式绿地等净化下渗、蓄积雨水。若遇高强度降雨，超过负荷的雨水就会通过湖岸植物生态缓冲带、生

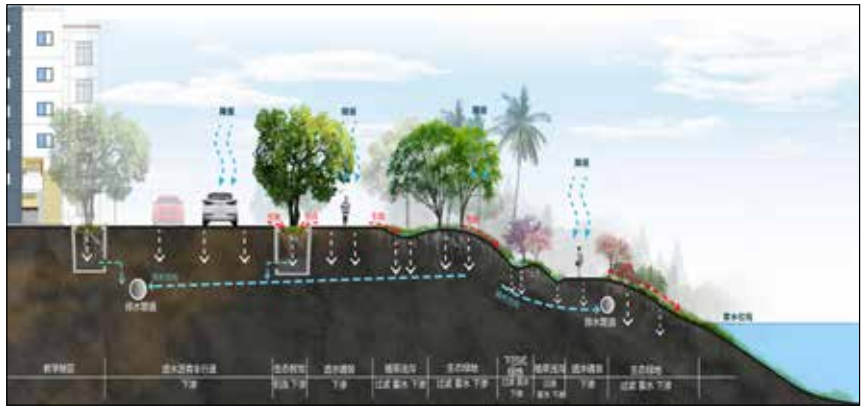

图5 初雨径流示意图

态护岸等生态设置最大限度地过滤雨水，再传输至湖内（见图5）。这些生态设置提高了水体内部和周围环境的生物多样性，减少水土流失，通过自然渗透形成良好的雨水处理系统，既降低了雨水溢流进湖体的污染量、有效减轻水体的污染情况，又具备良好的景观功能，起到美化环境的作用。

5 结语

基于低影响开发理念的静思湖滨水景观设计的目的是通过构建完整的水环境管理链条，以达到恢复静思湖原有的水文机制，恢复其自然生态修复能力，增强湖泊的自净能力，对整个生态链产生最低负面影响。当前国内对于LID的研究过多地关注城市的雨洪控制方面，对整个滨水水环境管理方面尤其是校园滨水环境管理方面没有形成一定的系统。但值得注意的是，低影响开发技术理念的提出为校园滨水环境问题、滨水空间的合理开发提供了一种新的开发思路与路径。本文以广西机电职业技术学院静思湖为研究设计对象，针对其原有的水质、水岸环境问题，引入LID技术，试图将低影响开发作为一种生态水处理手段应用于校园滨水景观设计当中，通过透水性道路系统、植草沟、下凹式绿地、植被缓冲带、生态驳岸等措施的布置与设计，将静思湖滨水环境有机联系成一个整体，建构一个完整的雨洪管控系统，以期为当代校园滨水景观的构建与维系提供一种有益参考。

[参考文献]

[1]王仲伟.基于水景使用率的校园滨水空间设计研究——以华南理工大学南北校区为例[J].华中建筑,2015,33(5):116-121.

[2]李文婕.基于低影响开发的城市滨河景观设计——吉林市温德河景观设计[D].北京:北京林业大学,2016.

[3]刘苗苗.滨水区的生态驳岸研究——以巢湖周边水体为例[J].安徽农业科学,2014,42(12):3619-3621,3672.

[4]梁发,姚崇怀,刘洁.湖泊型风景名胜区植被规划研究——以武汉东湖风景名胜区为例[J].中国园林,2012,28(1):113-117.