

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2014.02.021

霞湾港生态修复研究

陈明梅¹, 姚 晔¹, 李 良²

(1. 湖南工业大学 包装设计艺术学院, 湖南 株洲 412007; 2. 株洲市规划设计院, 湖南 株洲 412002)

摘要: 霞湾港位于湖南省株洲市清水塘工业区, 区域内工业污染使其水生态环境受到明显损害。霞湾港中氨氮、悬浮物、化学需氧量、生化需氧量、氟化物、总氰化物及总磷7项指标均超标, 且底泥中汞、镉、铅、锌、砷、镍、铜等重金属含量严重超过国家土壤污染标准。霞湾港水污染直接影响到湘江水质, 危害居民的生活和健康, 也制约了湘江干流下游长株潭城市群的可持续发展。可采用彻底切断各企业的污染源、彻底清理霞湾港中长期沉积的含重金属淤泥、制订科学合理的实施方案及预案措施、环保等政府有关部门对治理全过程实行有效监管等治理思路; 同时, 清淤固化填埋后栽植人工植被, 针对河道平面、横断面、纵向进行生态修复设计, 建立湿地保护带、恢复和重建河岸水生植被, 建立沿岸植被缓冲带, 采取生态护岸措施等, 以最大程度地恢复霞湾港流域良好的生态环境。

关键词: 霞湾港; 水污染; 污染治理; 生态修复

中图分类号: X522

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2014)02-0101-05

Study on Ecological Restoration of Xiawan

Chen Mingmei¹, Yao Ye¹, Li Liang²

(1. School of Packaging Design and Art, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China;

2. Zhuzhou City Planning and Design Institute, Zhuzhou Hunan 412002, China)

Abstract: Xiawan is located in Qingshuitang industrial region of Zhuzhou City and its industrial pollution causes obvious harm to water ecological environment. Xiawan water pollution is serious, 7 indexes of ammonia nitrogen, suspended solids, COD, BOD, fluoride, total cyanide and TP in water exceed the standard, and the contents of mercury, cadmium, lead, zinc, arsenic, nickel and copper in the port sediment exceed the national soil pollution standards. Xiawan water pollution affects the water quality of Xiang Jiang and endangers the lives and health of residents, also restricts sustainable development of Chang-Zhu-Tan City Group at Xiangjiang River downstream. The governance ideas can be applied such as cutting off the pollution sources of enterprises, cleaning long-term depositing sludge containing heavy metals in Xiawan, developing a scientific and reasonable implement scheme and plan measures and effectively supervising the whole process management by relevant departments of environmental protection. At the same time of physical treatment, takes ecological restoration schemes such as planting artificial vegetation after the dredging solidification landfill, applying ecological restoration design aiming at the plane, cross-sectional and longitudinal river course, establishing wetland protection zone, recovering and reconstructing riparian vegetation, establishing riparian vegetation buffer zone and taking the ecological revetment measures to maximize the recovery of good ecological environment of Xiawan harbor basin.

Keywords: Xiawan; water pollution; pollution control; ecological restoration

收稿日期: 2013-12-03

作者简介: 陈明梅(1987-), 女, 湖南怀化人, 湖南工业大学硕士生, 主要研究方向为环境艺术设计,

E-mail: 578377086@qq.com

0 引言

湖南省株洲市清水塘工业区是长沙、湘潭和株洲的污染源头,其水污染对湘江下游的长沙、湘潭产生了严重的影响,空气污染则影响到了整个株洲市区。清水塘工业区的工业废水主要通过霞湾港排入湘江,霞湾港是清水塘区域工业污染的主要承纳水体,区域各工厂、企业的工业废水、废渣和部分生活污水都流入此河流,这使得霞湾港成为株洲市乃至湖南省最大的工业排污口,极大地损害了霞湾港的水生态环境,也直接影响到湘江水质,危害了居民的生活和健康,制约着湘江干流下游的长株潭城市群的可持续发展。因此,保护和改善霞湾港的水质,治理其水污染,实施霞湾港生态修复工程,是构建和谐社会、促进长株潭社会经济可持续发展的迫切需要。

1 霞湾港流域水污染现状

由于清水塘工业区的废水、废气、废渣未能得到及时、有效处理,重金属污水与二氧化硫烟气排放量长期处于高位水平,对流域周围的土壤、作物、地表水以及地下水等环境造成了严重的污染,致使霞湾港流域水污染严重,霞湾港底泥中沉积的汞、镉、铅、锌、砷、镍、铜等重金属含量严重超过国家土壤污染标准。

2009年霞湾港港水水质监测数据(见表1)显示,以污水综合排放标准来衡量,霞湾港港水中氨氮、悬浮物、化学需氧量、生化需氧量、氟化物、总氰化物以及总磷等7项指标均超标,其中,氨氮超标最为严重,其次为悬浮物。

表1 2009年霞湾港港水水质监测数据

Table 1 Xiawan water monitoring data in 2009

项目	统计指标						
	悬浮物	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	氟化物	总氰化物	总磷
超标率/%	75	50	50	100	50	25	25
最大超标倍数	4.71	0.63	0.74	6.07	0.58	0.27	0.69

注:数据来源于株洲市城市排水有限公司。

由于长期受到排污影响,霞湾港港底中淤积了大量的污泥,而污泥中沉积的重金属一直未得到清除。表2为2009年霞湾港底泥中重金属质量比。参考GB15618—1995《土壤环境质量标准》,2009年,霞湾港底泥中各重金属质量比均严重超标,其中,镉Cd超标最严重。霞湾港流域水质污染严重,实施生态修复工程刻不容缓。

表2 2009年霞湾港底泥中重金属质量比

Table 2 The heavy metal pollution in the sediment of

序号	监测点	Xiawan Harbor in 2009				mg/kg
		Cd	Cu	Pb	Zn	
1	株化底泥	10	350	610	2 000	
2	入湘总排口右	200	330	660	6 500	
3	株冶底泥(上层)	20	190	210	1 100	
4	株化土壤	50	460	1 610	5 600	
5	入湘总排口左	50	210	300	2 000	
6	铜霞公路底泥	170	300	350	5 100	
7	铜霞公路土壤	490	900	5 150	12 500	
8	污水处理厂底泥	100	460	1 040	4 000	
9	污水厂下游土壤	500	860	4 480	15 000	
10	入湘总排口出水口(左岸边)	220	430	760	4 800	
11	株冶土壤	50	460	2 210	3 700	
12	株冶底泥(下层)	90	460	710	3 000	

注:数据来源于株洲市城市排水有限公司;株化即株洲化工集团有限责任公司,株冶即株洲冶炼集团有限责任公司。

霞湾港土壤监测数据(见表3)表明,各监测点的土壤pH值均为4.0,土质呈强酸性。参考GB 15618—1995《土壤环境质量标准》,霞湾港河堤内、外土壤含铅量达到二级标准要求,但高于土壤背景值。土壤中的镉、汞含量均严重超标,且超过背景值较多,其中,霞湾港河堤土壤超标最为严重,镉、汞超标倍数分别达205倍和2.6倍以上。这表明霞湾港河堤边土壤已受到区域沉积重金属的严重污染。

表3 霞湾港土壤监测数据

Table 3 Xiawan soil monitoring data

样点编号	位置	深度/cm	pH值	重金属质量比/(mg·kg ⁻¹)					
				As	Zn	Cd	Pb	Cu	Hg
T1	河堤边内	30	4.0	6.4	492	62.0	63	21	1.1
T2	河堤边外	30	4.0	2.2	122	2.9	62	5	1.2
T3	渗漏池边	20	4.0	2.2	34	6.4	18	6	0.7
T4	东南角场界	20	4.0	1.6	22	2.4	27	3	0.9
T5	堆塘南岸	20	4.0	0.3	21	3.5	10	2	0.4
T6	堆塘东岸	20	4.0	0.6	30	2.1	10	2	0.5
T7	赤鱼塘东岸	25	4.0	6.5	40	1.8	15	3	0.5
T8	窑渣边	25	4.0	1.2	37	1.3	14	3	0.6
GB/T 15618—1995 二级			<6.5	40	200	0.30	250	50	0.3
背景值			-	-	50.7	0.42	31.9	26	0.2

注:数据选自1998年《株洲市农业环境调查》。

2 霞湾港治理思路及工艺

由于清水塘工业区水污染源复杂,且污染问题由来已久,虽然各方尽了努力,但从水质和景观来看,霞湾港流域的水污染问题并无明显改善,其水污染治理和水资源保护任重道远。针对霞湾港的污染现状,为彻底消除区域的内源污染,消除重金属的污染隐患,可采用如下治理思路:

1) 从源头抓起, 彻底切断各企业的污染源。清水塘工业区重金属污染治理的关键在于严格控制和截除各企业的污染源。企业的环境治理, 从理念认识到工艺实践, 应该从治标(即末端治理污染)转向治本, 积极开发清洁生产工艺技术, 推进绿色化工和绿色冶炼, 减少污染源头, 在生产过程中提高资源能源的综合利用率, 并严格控制排污, 努力实现零排放。

2) 彻底清理霞湾港中长期沉积的含重金属的淤泥, 并加以固化、稳定化处理。

3) 对挖掘清理和压滤沉积物过程中产生的水液, 应认真仔细地收集, 净化处理达标之后, 再将污泥进行水泥固化及稳定化。

4) 由于霞湾港底淤泥的清理和挖掘是一项风险性较大的操作, 应制订科学合理的实施方案, 并提出应对不同风险的预案措施, 准备完善后才可实施清理与挖掘行为。

5) 港、塘清理和挖掘的时季, 一般建议选在秋冬之季, 但晚秋至初冬的干旱时期, 虽便于施工, 却是湘江枯水季节, 流量较小, 处于风险较大的时期。为防止工程期间超标废水外排而造成湘江污染事故, 应成立应急领导小组, 明确应急范围、原则、程序和工作任务, 以及发生污染事故后的处置办法和应对措施。

6) 施工前, 应编制工程初步设计报告和环境污染事故应急预案, 并报经政府有关部门批准后实施。在实施过程中, 施工单位应严格执行施工方案和应急预案规定的各项措施, 设置事故池, 严禁在暴雨期间施工。

7) 环保等政府有关部门应对项目实施的全过程实行有效监管。

根据霞湾港重金属污染现状, 结合上述治理思路, 可采用如图1所示的治理工艺。

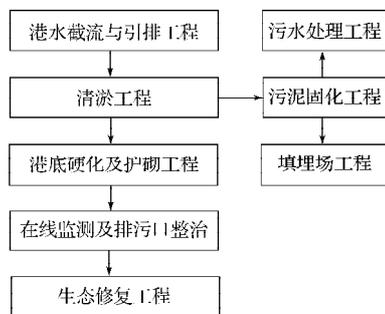


图1 霞湾港治理工艺

Fig. 1 The treatment process of Xiawan

首先需进行霞湾港港水截流与引排工程, 然后分段进行清淤工程, 将清除的污泥输送至固化处理

场地, 进行污泥固化、稳定化工程, 固化时产生的污水送污水处理站处理, 固化后的污泥运输至填埋场安全填埋, 填埋完毕后进行封场和生态修复。河道污泥清除后, 应及时进行港底硬化及护砌工程, 并进行在线监测和排污口整治工程, 最后进行河道生态修复工程。

3 霞湾港生态修复方案

生态河道是指河水清洁无污染, 河流流势自然、蜿蜒曲折, 既有浅滩, 也有深潭, 时快时慢, 时动时静, 河道中具有供植物扎根的土壤, 河岸具有利于植物生长的环境, 同时还应稳固, 能够抵御雨水、洪水的冲刷。完全没有防护功能的天然河道不能满足生态河道的要求。生态恢复是改善城市河流水体的常用方法, 在我国及世界各地得到了广泛的应用^[1]。本研究组在采用物理治理的同时, 利用生态修复, 以最大程度地恢复霞湾港流域良好的生态环境。

3.1 清淤固化填埋后栽植人工植被

在填埋场栽植人工植被, 填埋气以及伴随出现的高温是影响植物生长的主要制约因素。封场2 a时间内, 一般不宜种植木本植物。乔灌木的生长会因填埋气抗性因种类的不同而有差异, 某些乔灌木根系浅, 侧根发达, 生长迅速, 可在2~3 a填龄的填埋场上种植。草本植物因根系浅, 多为须根及匍匐茎根, 一般分布在10~20 cm浅土层内, 受甲烷影响较小, 某些野生种类可在1 a填龄的垃圾上生长。建议在填埋场运行初期, 即对选定的植物进行试验性种植, 以了解每种植物的生长情况, 并最终确定合适的环境复植植物。

3.2 河道生态修复设计

3.2.1 河道平面设计

可根据霞湾港河道平面显性以自然曲线为主的特点, 形成蜿蜒曲折的水流形态, 这符合自然型生态河道的设计理念。根据环境和地势的不同, 在不同的岸线, 运用不同的处理手法, 以丰富沿河景观, 并与沿河周边景观风貌浑然一体。河床应为自然河床, 没有衬砌, 而且也不能像传统的河道整治那样, 全部推平或固化, 而应该随着河势营造浅滩和深潭, 增强河势落差曝气、深潭沉淀、多种凹凸面的接触氧化与吸附、生物的吸收与分解等河流自净作用, 改善生物生存条件, 维持河道形式与河道生物的多样性^[2]。

3.2.2 河道横断面设计

河道段面一般采用梯形断面、蝶形断面和主槽与滩地相结合的断面形式。河道应有坡度, 但坡度

要尽量放缓。在河道较宽的区域,修建漫滩湿地,使港水历经湿地时得到净化。湿地修建应结合一些亲水设施,可以供人们休憩、观光,充分发挥河道的自净和景观功能。

3.2.3 河道纵向设计

霞湾港全长约4.26 km,宽约4~10 m,水深约0.5~1.5 m,流域面积约11.85 km²,年平均流量约为4.3 m³/s,呈相对封闭的生态系统,水交换缓慢。在河床存在较大比降的情况下,依据地形,人工设置落差,形成阶梯状,但最大设计落差不宜超过1.0 m,否则,将会影响鱼类的上溯。一方面,落差的设置可通过跌水增强河流的复氧能力,促进河流的生态修复进程;另一方面,也能形成水流和河相的多种变化,不仅有利于保持生物的多样性,而且也能形成鱼类上溯、河流跌水等景观,同时还能抬高部分河段水位,减少河床裸露,进一步增强河流的整体景观效果。

3.3 建立湿地保护带,恢复和重建河岸水生植被

人工湿地是人为建造的湿地系统^[3]。河道湿地生态恢复以人工湿地技术为核心,结合水利工程技术,以恢复河道的自然条件和植物类型,形成以湿地为主的滨水景观。该措施旨在沿湖岸水陆界面两侧分别建立生态保护带,改善湖泊滨岸带特有的自然景观^[4],主要包括河岸湿地保护带工程及河岸带高等水生植物恢复和调控工程。水生植被恢复是使用最普遍的河流修复方法。植被通过影响河流的流动、河岸抗冲刷强度、泥沙沉积、河床稳定性和河道形态等,对河流产生较大影响。合理分布的植被还具有提供景观休闲场所和多种生态服务的功能^[5]。同时,湿地和高等水生植物能起到物理阻滞作用,可消浪,促使沉积,降低沉积物的再悬浮,吸收水体和沉积物中的营养盐,改变水生网络结构,同时还具有资源利用价值^[6]。

应根据经济功能以及水生植被和陆生植物的景观衔接要求来选择植物种类。在河岸陆域范围,种植芦苇等湿地高等植物,将陆域区改为湿地带,建立流域的第一防线;在河岸水深小于1 m的水域范围,种植芦苇、茭草等挺水植物;在河岸水深大于1 m的水域范围,种植苦草、黑藻、马来眼子菜等;在城镇区沿港或旅游区范围,种植观赏性的莲藕等水生植物。

3.4 建立沿岸植被缓冲带

城市河畔林在水陆生态系统之间架起了一道连接的桥梁,对两者间的物流、能流、生物流发挥着廊道、过滤器和天然屏障的功能。沿岸植被缓冲带

的建立,使河畔林景观格局对元素的迁移产生重要影响,可以有效地减少径流中污染物的含量,提高土地处理系统的净化能力^[7]。河畔林堤岸在治理水土污染、控制水土流失、加固堤岸、增加动植物种类、提高生态系统生产力、成为速生丰产林基地、调节气候和美化环境等方面,都具有较大的作用,并与城市文化背景融为一体,可作为城市的风光游览休闲之地。

3.5 生态护岸措施

霞湾港的污染主要表现为地表水污染、底泥淤积、岸边土壤重金属含量高等,为了维持霞湾港河流系统各方面的平衡、和谐状态,应使霞湾港具备以下特征:具有良好的恢复能力和自我维持能力,即对污染能稀释、降解,对干扰能化解排除;能满足原生生态系统基本的水需求,即能满足河流及河岸生态系统生物生存的基本需要;具有相对稳定性,河流特征不出现重大改变,对邻近的生态系统和人类没有大的危害;能够发挥正常的生态功能、景观功能、旅游休闲功能,体现一定的水文化内涵^[8]。

为了达到以上要求,霞湾港河道的整治应采用形态各异的生态型护岸,促进河道生态系统的物质和能量流通,恢复河道中动植物的生长,利用动植物自身的功能来净化水体。生态护岸包括山石、石笼、块石、生态砖、生态袋护岸、植物护坡等。施工时,可以在原有技术基础上进行改进,做到里刚外美,以有利于解决防洪、水土流失、污染治理与生态的矛盾^[9]。

4 结语

河流生态修复工程是以恢复河流的自然水文状态和水流运动方式为标准,通过恢复原有的水文环境,达到修复生态功能的目的。在原有湿地生态系统的功能刚刚失衡、但还未形成深层次的功能损坏前进行修复,能提高恢复的成功率。河道生态修复应遵循生态平衡的指导原则,在利用渠化工程行洪的同时,不可忽视由此引发的生态变化。一旦渠化工程产生了负面影响,应及时恢复河道的自然水文水力条件,进而重建其生态环境。

参考文献:

- [1] 董哲仁,孙东亚,彭静.河流生态修复理论技术及其应用[J].水利水电技术,2009,40(1):4-10.
Dong Zheren, Sun Dongya, Peng Jing. Theories and Practices of River Eco-Restoration[J]. Water Conservancy

- and Hydropower Engineering, 2009, 40(1): 4-10.
- [2] 倪晋仁, 刘元元. 论河流生态修复[J]. 水利学报, 2006, 37(9): 1029-1037, 1043.
Ni Jinren, Liu Yuanyuan. On River Restoration[J]. Hydraulic Engineering, 2006, 37(9): 1029-1037, 1043.
- [3] 王 薇, 俞 燕, 王世和. 人工湿地污水处理工艺与设计[J]. 城市环境与城市生态, 2001, 14(1): 59-62.
Wang Wei, Yu Yan, Wang Shihe. Process and Design of Waste Water Treatment by Constructed Wetland[J]. Urban Environment and Urban Ecology, 2001, 14(1): 59-62.
- [4] 陈荷生. 太湖生态修复治理工程[J]. 长江流域资源与环境, 2001, 10(2): 173-178.
Chen Hesheng. Restoration Project of the Ecosystem in Tai Lake[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2001, 10(2): 173-178.
- [5] Webb A A, Erskine W D. A Practical Scientific Approach to Riparian Vegetation Rehabilitation in Australia[J]. Journal of Environmental Management, 2003, 68: 329-341.
- [6] Donald L Tilton. Integrating Wetlands into Planned Landscapes[J]. Landscape and Urban Planning, 1995, 32: 205-209.
- [7] 傅伯杰. 景观生态学原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 5-6.
Fu Bojie. Landscape Ecology Principle and Application[M]. Beijing: Science Press, 2001: 5-6.
- [8] 俞孔坚. 景观: 文化、生态与感知[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 13-14.
Yu Kongjian. Landscape: Culture, Ecology and Perception [M]. Beijing: Science Press, 1998: 13-14.
- [9] 季永兴, 刘水芹, 张 勇. 城市河道整治中生态型护坡结构探讨[J]. 水土保持研究, 2001, 8(4): 25-28.
Ji Yongxing, Liu Shuiqin, Zhang Yong. Bio-Technical Research of Slope Protection Structure for Urban River Improvement[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2001, 8(4): 25-28.

(责任编辑: 徐海燕)

(上接第95页)

6 结语

株洲湘江风光带利用点、线、面、体等空间要素, 将临江而立的山、港湾、寺庙等资源结合起来, 形成独具特色的风光带景点。风光带河西段景观中植物的选择和种植, 与立体构成中的“点”属于同一类型, 多元素的组合增加了空间的层次结构。以线性对比对景观进行调和与补充, 平面布局主要运用面元素及线条组合, 设计出不同平面图案, 形成了各种景观。由材料结合景观的构成形式和组织原则制造出立体形象, 最终创造出多样的立体构成景观。

总之, 株洲湘江风光带河西段的滨水景观设计充分运用了立体构成原理, 将湘江滨水区打造成了时尚、生态的优美景观区域。

参考文献:

- [1] 刘 鹏. 浅谈立体构成在建筑造型设计教学中的运用[J]. 中国科技信息: 学术研究, 2008(10): 239-240.
Liu Peng. The Application of Stereoscopic Formation in Teaching Architectural Modeling Design[J]. Science and Technology Information: Academic Research, 2008(10): 239-240.
- [2] 李向北, 段维维. 城市滨水带复合型立体景观初探[J]. 中国科技信息, 2008(4): 169-170, 173.
Li Xiangbei, Duan Weiwei. Discussion on City Waterfront Composite Stereo Landscape[J]. China Science and Technology Information, 2008(4): 169-170, 173.
- [3] 尹安石. 景观格局与构成设计[J]. 装饰, 2007(1): 104-105.
Yin Anshi. The Landscape Pattern and Structure Design[J]. Art & Design, 2007(1): 104-105.
- [4] 甘 露. 立体构成在环境艺术设计中的体现和应用[J]. 美与时代: 下半月, 2008(5): 96-97.
Gan Lu. Embodiment and Application of Stereoscopic Formation in Environmental Art Design[J]. Beauty & Times: The Second Half, 2008(5): 96-97.
- [5] 佟 敏. 立体构成在现代景观中的表现: 以玛莎·施瓦茨作品为例[J]. 艺术与设计: 理论, 2010(12): 92-94.
Tong Min. Three-Dimensional Construction Presented in Modern Landscape, Case Study of Marsha Schwartz[J]. Art and Design: Theory, 2010(12): 92-94.
- [6] 伍云秀. 论立体构成中的一朵奇葩 造型[J]. 武汉科技学院学报, 2008, 21(6): 52-54.
Wu Yunxiu. A Beautiful Flower in the Solid Design: Model [J]. Journal of Wuhan University of Science and Engineering, 2008, 21(6): 52-54.

(责任编辑: 蔡燕飞)

