

# 河流生态设计思考 ——以新加坡·南京生态科技岛为例

李晓东

(辽宁省交通规划设计院, 辽宁 沈阳 110166)

**摘要:** 本文以新加坡·南京生态科技岛的水系生态设计为研究对象, 结合国际化生态示范区的远景目标, 在对水质现状、威胁和原因进行分析的基础上, 制定了水质治理目标, 并参考国内外成功经验与做法, 提出了首先控制污染源、其次进行生态河道建设、最后采用综合生物生态修复的技术路线。

**关键词:** 原位治理; 控源; 生态河道; 生物修复

**中图分类号:** TV882.8

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1672-2469(2015)06-0048-03

## 引言

新加坡·南京生态科技岛(Singapore-Nanjing Eco Hi-Tech Island)位于南京市建邺区江心洲, 为长江中的一个洲岛, 全岛面积15.21km<sup>2</sup>, 呈南北走向的长条形, 状若青梅, 故又称梅子洲。2009年, 由新加坡仁恒置地集团、江苏省南京市有关方面合作, 共同开发建设新加坡·南京生态科技岛项目。项目瞄准国际一流水准, 营造优美的自然生态最佳人居环境, 定位于国际化示范社区、国际化产业园区、现代生态农业示范区, 预计2020年建成。

项目充分借鉴新加坡、欧美等先进国家生态城市的发展经验, 结合江心洲的实际情况, 进行了全面而系统的生态专项规划, 并制定了包括环境、经济、社会和行政管理等各个方面的生态指标体系, 水系统为其中的指标之一。

## 1 现状、威胁及分析

江心洲为长江冲淤积洲岛, 区内有池塘星罗棋布, 河道水系众多, 水系总长度约40km左右, 为洲内农作灌溉的主要水源。

整体现状是, 随着经济的迅速发展和居住人口不断增长, 城市化的快速发展, 由于污水处理设施的不足, 大量的生活污水、垃圾和农业、养殖废水直接排入河道, 河道普遍淤积, 河道排水不畅, 河道内来水不足, 水流流速缓慢, 水体自净能力低, 污染物不能及时排出, 造成内河水体污染严重, 蓝

藻水华爆发等富营养化问题出现, 部分河道出现季节性黑臭。

根据有关部门的测定, 江心洲支流水质为轻度污染, 干流的水质基本保持稳定, 支流中少数河道污染情况比较严峻, 主要污染物为总磷、氨氮。

洲内城镇河流主要存在两方面问题: 一是河流河道遭到破坏, 小河流遭到生活垃圾及废弃物填埋; 上游建设了控制闸坝, 河水基本不流动; 河流岸坡许多被混凝土或者浆砌石等覆盖。二是河流水体环境污染严重, 生活污水点源排放、农业面源污染控制较差, 河道成为生活污水、农业养殖等废水的受纳体, 水体中氮磷污染严重。

经规划SWOT分析, 全岛水系的劣势概况为:

- (1) 污染日趋严重, 河流逐渐丧失自净能力;
- (2) 河道水体严重污染, 环境卫生安全堪忧;
- (3) 水体恶臭及富营养化引起的蓝藻水华泛滥, 给城市水体景观和居民身体健康带来严重威胁。

具体的污染表现对应为:

- (1) 河道垃圾堆积, 河道生态功能丧失, 水生生物基本消亡;
- (2) 有机污染物严重超标, 溶氧不足, 厌氧分解产生的臭气和黑液造成水体发黑、发臭;
- (3) 水体中氮、磷含量增加, 造成水体富营养化, 藻类大量繁殖形成水华爆发。

作者简介: 李晓东: (1987年—), 男, 助理工程师。

结合对岛内产业的调研,污染原因分析如下:

全洲以农业、旅游服务业为主,没有工厂,故工业污染源基本没有;是传统的农业生产区,农业面源污染是造成少数支流污染的关键污染源;近年来,随着城镇化的不断推进,人口增多,但是基础设施建设滞后,由于缺乏相应的管理处置,居民生活垃圾及生活废水处理方式粗放,很多直排河流,因此,居民生活污染源也成为河流污染的又一关键点。

## 2 目标、经验和治理思路

### 2.1 治理目标

为实现2020年远景的生态水洲目标,制定了如下水污染治理技术目标:

- (1) 削减有机污染物当量、消除黑臭现象;
- (2) 提高溶氧、水体透明度,消减污泥量,提升水体自净能力,重建水体生态;
- (3) 河道流域生态综合治理,将景观学、生物学、美学等相关学科结合,实现河道亲水、安全的特性,营造人与河流和谐相处的环境。

其中,第一步计划是用三年左右时间,消除黑臭水体,实现“水清、无味”。如何消除河道黑臭的问题,提高和维护景观水体的质量,以满足广大市民的需要,其中水生态修复已经成为水环境治理的重点。

### 2.2 治理经验

最近几年,很多城市都加大了对内河水质进行治理的投入,采取引清洁水进入城市内河,冲走排入内河的城市生活污水,这种治理措施起到了一定的积极效果,在很大程度上改善了内河水质,提高了市民的生存环境。但是,这种治理方法是不值得提倡的,因为没有治本,只能临时改善内河的水质状况,水质很快继续变坏,而且将污染物冲入下游地区,是一种不负责任的做法。应该提倡污废水的生态治理措施,水资源达到循环利用。

目前,国内外解决河道、河流污染问题的主要做法和成功的经验有:

#### 2.2.1 减少外污染源,消除黑臭是修复水生态的前提条件

(1) 沿河用串连的形式在河道边截污,拦截污染物并进行预处理;

(2) 农村养殖及生活污染没有污水收集处理的地方,建设三级化粪池临时措施减轻河道污染

负荷;

(3) 采取多种方法沟通水体,调活水体。

#### 2.2.2 原位治理与生态治理的手段,标本兼治,从根本上解决污染问题

利用生物生态治理的手段,通过消化内污染源,以达到消除黑臭并进一步提高水质的目的,在一些相对封闭的水体中取得了比较明显的效果。

- (1) 利用生态浮床技术治理污染河道;
- (2) 利用生态综合技术治理污染河道;
- (3) 利用微生物技术治理污染河道;
- (4) 利用曝气充氧技术治理污染河道。

#### 2.2.3 通过生物链作用,增强水体自净能力

在河道整治中创造条件,实现水边、水中、水底的生物多样性,逐步修复水生态,通过生物链的作用,消化和吸收内外污染源,增强水体的自净能力。

利用微生物技术治理污染河道:微生物技术是在水体中投放经过定向培养和筛选的好氧、兼氧和厌氧微生物工程菌群,通过微生物的呼吸发酵,将有机物等容易发生水体黑臭的物质迅速分解成 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 或转化成无害物质,使污染的水体得以净化。

(1) 建设和恢复自然型岸边,创造水边生物多样性的实践;

(2) 水中生物多样性实践:水中种植水生植物和放养各种水生动物,修补水中的生物链,达到净化水质的目的;

(3) 营造水下森林的实践:构建水生植被黑藻、伊乐藻、金鱼藻、苦草等沉水植物和浮叶植物睡莲等,以吸收和转化水中和底泥内的营养物,辅之于构建水生动物种群,维护生态平衡,达到净化水体的目的。

### 2.3 治理主要思路

(1) 标本兼治,采用自然、生物生态修复的治理方式与生态环境维护技术,恢复河道自然生态系统,完善生态景观;

(2) 常维护河道生态,治理与维护并举,把长期维护提升到重要地位;

(3) 遵循河流自然演变规律,恢复河道自然形态,采用三级技术措施,突出重点,层级互补,逐级推进,以生态修复为长效目标;

(4) 注重与流域经济发展协调,提升河道的生态服务功能,为市民提供适宜的人居环境;

(5)由人为保障向技术保障过渡,建立应急突发事件技术保障。

### 3 治理技术工艺路线

采取控源—建设生态河道—河道水质提升的工艺路线,分述如下:

#### 3.1 控源

##### 3.1.1 农业污染源控制

(1)加强有条件乡镇与村级居住集中区管网建设,逐步完善生活污水处理设施;

(2)在流域周边有条件的地区,对农业、养殖污染源控制与集中收集,建立区域污水处理系统中处理;

(3)针对分散式的农村生活、养殖污染,建立污染源单元控制系统。

##### 3.1.2 生活污染源控制

(1)开展河道周边、流域汇水区域环境综合整治,严格控制直接入河垃圾与其他污染物;

(2)建立乡镇和村落固废收集集中处置系统,完善日常环卫管护机制。

通过控制主要污染源,可有效削减进入河道与流域的污染物当量,增加流域环境容量,为生态恢复创造条件;通过建立城乡综合整治体系,可有效改善居住环境,提高居民生活环境质量。

##### 3.1.3 风险分析

(1)在洪水季节,以及其他突发性环境事件影响下,仍存在大量污染物短期集中进入河道的风险;

(2)现有污水处理设施故障或其他原因排放不达标,仍存在污染物过量入河的风险;

(3)对主要污染源进行控制后,仍有一定分散污染源不断进入河道。

为防控上述污染风险,需在此基础上引入二级治理控制措施。

#### 3.2 建设生态河道

在控源措施基础上,在河道周边实施生态拦截与控制,建设生态河道。

##### 3.2.1 生态拦截带与生态河堤建设

生态拦截控制带是在遵循自然生态规律的基础上,通过适宜的工程措施与恢复技术,因地制宜将退化的生态系统完善为健康生态结构,恢复其应有功能。采用种植植被保护河岸、保持自然堤岸特性。并利用植物根系稳固河堤,增强抵抗洪水、保

护河堤的能力。

##### 3.2.2 建设梯级围堰与链式湖泊

引入链式湖泊理念,在有条件的支渠、支流河段建立梯级围堰,或通过翻板坝、浆砌石坝、混凝土坝、橡胶坝、生态型闸坝、跌水坝、汀步等设施,将河道分解为链状连接的湖泊。梯级围堰与其他相应设施可起到复氧作用,链式湖泊可为河道治理与维护创造便利条件。

##### 3.2.3 河道蜿蜒化

在部分有条件的区域,在不影响河道行洪功能的前提下,改平直河道为自然生态河道,增加水生动植物生长空间,完善河道生态系统。

生态河堤的建设,将有效消减进入河道的分散式非主要污染源,恢复河道周边生态,并提升景观效果;通过临时加高围堰,可有效阻隔或延缓区域突发事故污染物扩散,为处理事故赢得时间,降低事故污染风险;建设梯级围堰与链式湖泊,可有效降低后续治理与维护技术实施难度,减少工程量,提升治理有效性。

在建设生态河道消减入河污染源,采取第三级措施即生物生态与原位治理的创新治污技术,对河道水体水质进行提升,并逐步进行河道生态修复,建立日常维护机制。

#### 3.3 河道水质提升

##### 3.3.1 生物修复技术

河道水质提升主要是:生物操纵为核心的核心技术及综合生态修复技术,目的都是保持生态生物多样性。

常用生物修复技术有三种:植物修复、动物修复、微生物修复。生物修复技术具有众多优点:污染物在原地被降解;修复时间较短;就地处理操作简便,对周围环境干扰少;较少的修复经费,仅为传统化学、物理修复经费的30~50%;人类直接暴露在这些污染物下的机会减少;不产生二次污染,遗留问题少。

##### 3.3.2 综合生态修复技术

综合生态修复技术有:河流水体曝气复氧技术、多功能河道生态工程修复技术、微生物应用技术、生物操纵技术、生态基技术、浅流—潜流人工湿地技术等,或分为陆地生态修复、水生生态修复、湿地生态修复,或分为底泥生物氧化、水体生物修复、河道生态恢复。基本都是从生态修复入手,从生物链底层微生物开始丰富(下转第109页)

损,为防止施工过程中碰撞阳角,特制做阳角保护套,由两块5cm宽的模板拼装成90°固定于阳角上,待混凝土达到强度后方可进行拆除。针对圆柱清水混凝土面保护,对该部位柱模板拆除后,全高范围包裹两层塑料薄膜进行混凝土养护,塑料薄膜必须严密,包裹牢靠。柱外用三合板全高包裹,用细钢丝绑牢。柱顶钢筋用两层彩条绑扎封闭,防止雨淋生锈,包裹应包住下部三合板20cm。

## 5 结语

鉴于当前清水混凝土施工尚无统一的施工技术规范,根据以往的工程的实施效果表明,为了确保清水混凝土施工质量满足要求,在清水混凝土施工

(上接第50页)和完善食物链、生态链,强化生物多样性,对污染黑臭污染河道进行生物生态修复,水体中生物多样性增加,促进水体中有机物的降解,并有助于水体增氧,可有效地消除水体黑臭,恢复并持续提升水体的自净力,建立起良性循环的生态系统。

根据目标水体驯化和扩繁一些工程菌菌种,实施路线:进行工业化生产→底泥预埋或底表投放工程菌固化颗粒→定期投放工程菌→投放滤食性鱼类、配置水生植物→修复生态、重建生物链,提高水体自净力,提升水质,最终实现治理目标。

湖泊水生植被的恢复是湖泊环境综合治理的一个重要环节。对于浅水湖泊而言,重建水生植被是富营养化治理和湖泊生态恢复的重要措施。我国许多城市湖泊、游览型湖泊和水源型湖泊已经过治理,但尚没有湖泊脱离富营养水平,关键在于缺乏水生植被的恢复环节。水生植物可以显著提高富营养水体的水质,对有毒的有机污染也有明显的净化作用。恢复以沉水植物为主的水生植被是合理有效的水质净化和生态系统恢复的重要措施。选择时要综合把握好适应性原则、本土性原则、强净化能力原则和可操作性等原则。主要技术措施有安置生态基、投放工程菌、投放滤食性鱼类、安置生态浮岛、挺水沉水植物种植等。

(上接第77页)

科技与经济,2012(07)。

[6] 寇松彬,喻虹. 水利工程机电设备的质量管理刍议[J]. 中小企业管理与科技(上旬刊),2010(09)。

中应对以下方面严格控制:轴线垂直度、模板的尺寸准确度、模板表面必须满足光滑平整度而且其棱角应当方正、采用的混凝土色泽应当一致;在浇筑混凝土时必须确保其不存在蜂窝露筋等影响外观问题出现。

## 参考文献

- [1] 徐洪波,林江源. 清水混凝土施工技术在水工建筑物施工中的应用[J]. 中华民居(下旬刊),2013(04):30-31.
- [2] 张佳宁. 清水混凝土施工质量控制[J]. 科技创新与应用,2010(07):34-35.
- [3] 肖月娜,魏顶,洪昌和. 石山口水库泄洪闸清水混凝土外观质量的控制[J]. 河南水利与南水北调,2011(03):28-29.

## 4 结语

以上三级治理与控制措施,共同组成了河流的生物生态污染综合治理技术体系,该技术体系以生物生态污染综合治理技术为核心,综合集成其他技术,形成完善的河流技术体系。该技术体系以将治理水污染、水质提升为首要目标,将生态恢复作为长期目标,将水体维护提升到重要地位,具有可持续发展意义。同时,该技术体系可实现对河道、河流污染的原位治理,具有工程量小、投资少的优点,在实践中已有若干应用,值得借鉴和推广。

## 参考文献

- [1] 王超,陈卫. 城市河湖水生态与水环境[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [2] 朱亮,黄可谈等. 模拟河道生物反应器原位修复受污染水源水研究[A]. 中国环境科学学会2009年学术年会论文集(第一卷)[C]. 2009.
- [3] 崔伟中. 日本河流生态工程措施及其借鉴[J]. 人民珠江,2003(05).
- [4] 侯俊. 生态型河道构建原理及应用技术研究[D]. 河海大学,2005.
- [5] 张振兴. 北方中小河流生态修复方法及案例研究[D]. 东北师范大学,2012.
- [6] 王文君,黄道明. 国内外河流生态修复研究进展[J]. 水生态学杂志,2012(04).

[7] 尤明华. 试论水电工程施工中金属结构焊接的质量控制措施[J]. 内蒙古水利,2012(03).

[8] 刘敏,袁明道,李德吉,潘展钊,张旭辉. 珠海市水利工程金属结构质量监督指引要点[J]. 广东水利水电,2012(03).