

Countermeasures Analysis of Water Pollution Remediation of Secondary Streams in the Three Gorges Reservoir

LUO Gu-yuan, FU Yong-chuan, XU Xiao-yi, JI Tie-jun
(College of Urban Construction and Environment Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

三峡库区次级河流污染整治的对策分析

罗固源/付永川/许晓毅/季铁军
(重庆大学城市建设与环境工程学院, 重庆 400045)

【摘要】本文基于传统工程治理河流理念的转变,对三峡库区次级河流整治中存在的问题进行了分析。并结合国内外治理河流的新观念、新技术、新思路,提出了三峡库区次级河流的整治对策。

【关键词】次级河流;三峡库区;河流治理对策

中图分类号: X552

文献标识码: A

文章编号: 1004-616X(2007)03-0209-03

【ABSTRACT】 Based on the change of the traditional opinion about controlling the water environment of river, the water quality contamination status of the secondary streams in the Three Gorges reservoir is analyzed. Combined with the new theories, ideas and technologies which dealing with the water pollution, countermeasures are brought forward for river pollution control and remediation in the secondary streams of the Three Gorges reservoir.

【KEY WORDS】 secondary stream, the Three Gorges reservoir, countermeasures of water pollution remediation

水污染对三峡库区国民经济、社会生产、居民生活和身体健康等各个方面造成了严重的影响。已有不少学者对水污染造成的危害所带来的经济损失进行了估算,水环境污染已成为制约库区经济、社会实现可持续发展的瓶颈。次级河流中城市河流污染十分严重,大多实际上已成为城市的排污沟,不仅对城市环境造成极为不利的影响,同时也成为城市水环境安全的严重威胁。本文在转变传统的工程治河理念的基础上,分析现阶段三峡库区次级河流整治中存在的主要问题,结合国内外治理河流的新观念、新技术、新思路,对三峡库区次级河流的整治进行对策分析。

1 三峡库区水环境特征

三峡库区水环境性质由典型的河流水体转变为缓流的近湖泊水体,导致水环境的水文、地质条件变异,水环境容量及纳污特性发生了极大的变化。主要表现为水体自净能力下降,纳污容量降低;水库的形成可能改变库区小气候使降水量增加,面源污染加重。由于水库周边均为广阔的、起伏绵延的山地,实施污水收集的工程措施代价昂贵且极为困难,使农业面源污染问题在库区水环境问题中显得尤为突出。在经过对库区工业污染源多年来的控

制和治理后,目前库区水环境的主要污染源是流经大面积山坡地的地面径流,尤其是流向众多次级河流的缓坡地面径流,因此,次级河流水质的好坏直接影响三峡库区的水环境的水质安全。

2 三峡库区次级河流污染现状

目前,有许多学者对三峡成库后的水环境质量变化进行了预测分析,结果表明三峡成库后水环境安全形势较为严峻^[1],在局部水域有发生富营养化的可能。而2004年重庆市境内的70条主要的次级河流的172个监测断面中,不能满足水域功能的断面比例为47.1%;2005年,不能满足水域功能的断面比例为35%,污染形势较为严峻^[1]。尤其是流经垫江县的龙溪河、铜梁县的小安溪河、荣昌县的濑溪河、九龙坡区及沙坪坝区的梁滩河等许多中小型农村河流,污染严重。而城市次级河流污染形势则更为严峻,大多已成为城市的排污沟,不仅对城市环境造成极为不利的影响,同时也成为水环境安全的严重威胁。虽然目前对桃花河等19条次级河流拟定了综合整治的计划,但初步实施中已发现一些工程措施并不能有效控制污染。三峡水库已蓄水至165 m水位运行,因此对库区次级河流和中小河流进行综合整治已刻不容缓。

收稿日期: 2007-01-22; 修订日期: 2007-04-05

基金项目: 重庆市科委重点攻关课题(CSTC2006AB7020)

作者简介: 罗固源(1944-),男,教授,研究方向:水污染控制工程。

E-mail: gylo@cqu.edu.cn

次级河流中的主要污染指标为氨氮、五日生化需氧量、高锰酸盐指数和石油类。监测显示,各支流水质总体上劣于干流水质。

在不断地深化,特别是对城市河流的开发利用,积累了许多成功的宝贵经验,也吸取了不少失败的教训。国外对城市河流的开发利用先后经历了3个不同的发展阶段^[21](表1),总结不同阶段所采取的治河的经验教训,发达国家转变了单纯以工程措施治理流域水污染的观念,确立了以环境治理、生态修复、河流自然化、人文化、功能多样化的治河策略,即以生态学观点为指导,采取多学

3 国内外河流整治概况

3.1 河流综合整治思路的转变

发达国家在河流利用与管理的历史进程中,对“河流”的认识

表 1 城市河流整治及管理观念与治河技术的特征演变

项目	不同阶段对河流开发利用的认识与理解		
	开发利用初期、工业化时期	污染控制与水质恢复时期	综合管理、可持续利用时期
“城市河流”概念内涵	水文系统	水文系统	水文、生态环境、经济、社会文化综合功能系统
城市河流的外延	物理系统 河道+水域	物理系统 水域+河滨空间	水域+河滨+生物+近河城市社区
侧重的河流功能	防洪、供排水、渔业、运输等	防洪、供排水、渔业、运输、水质调节	生物多样性、景观多样性、历史文化载体、城市人自然情感载体
城市河流整治观念	工程观、经济观“控制河流”	工程观、经济观、消极治污观“重视”人工调控”	生态、经济、环境、社会、文化综合可持续发展观“人河共存共荣”
治河技术体系的特征	使河流系统人工化、物理化、结构简单化	使河流系统人工化、物理化、结构简单化;侧重以人工措施治理工业及生活污染	生态修复、环境治理、河流自然化、人文化、功能多样化

科综合整治的策略。

我国传统的流域水污染整治往往以污染源的控制为全部内容,而忽视了河岸生态环境的生态学功能和河流水体的自净作用,治标不治本,缺乏从河流乃至整个流域的生态系统的角度进行综合治理的意识。由于治河观念的落后及河流整治资金筹措及其它管理方面的原因,国内许多河流的整治往往偏重于工程措施,陷于“工程治河论”和“技术治河论”等被发达国家证明是错误的理论中不能自拔,整治方案的设计往往侧重于利用人工措施治理工业废水和生活污水,而对利用河流水体的自净功能进行生态修复缺乏足够的重视。我国与欧美日等发达国家在次级河流特别是城市河流的管理水平上的差距,不仅仅缘于经济发展水平上的差异,更是治河理念、治河技术体系的差距^[3]。因此在进行流域水污染防治的规划、设计、建设、管理过程中,应树立可持续利用的河流综合整治理念,学习国外的先进管理理论和治河技术,避免重复发达国家已经犯过的错误,以实现流域综合整治管理思想、决策思路以及治河技术体系的阶段性跨越。

IBI值,从而得到河流的健康情况。该指标最初用于鱼类群落的评价,后来逐步推及到大型脊椎动物。

欧盟曾开发了健康河流评价指标 WFD(Water Framework Directive) 指标。该指标评价河流的基本原则是:①基于河流中的生物(如深水大型无脊椎动物等);②河流按类型划分并与其对应的参照类型对照;③河流状况与未受干扰的原始状况对比;④分“优、良、中、差、特差”5级评价;⑤生物元素应考虑其组成、丰度、无脊椎动物种类多样性水平、敏感的种类与不敏感种类的比例。

澳大利亚开发的河流状况指数(Index of Stream Condition, ISC)是一个包括河流5种状况(水力、物理形式、河岸带、水质、水生动物等)的综合指标。水力学指标评价水流状态,即与未受干扰的自然水流模式对比,水文的偏离、流域城市化率、物理栖息地的数量和河岸稳定性(包括人工障碍的存在和影响、大的木质残骸的密度与来源等)。河岸带包括河岸带植物和湿地质量和数量评价,植物带宽度、植物带的横向连接性、结构完整性、本土植物的覆盖率、湿地情况等。水质指标包括TP、浊度、电导率、pH等关键性水质指标。水生动物指标主要对大型无脊椎动物进行评价。对这些指标的状况按4,3,2,1,0五级进行评分,然后按模型进行计算,得出ISC指数。

近年来我国已经开始关注从河流健康状况视角保护河流,在河流健康评价指标体系、河流健康状况评价方法学、河流的可持续管理等方面开展了一定的工作。但总体而言,国内河流尤其是城市河流的健康状况领域的研究,仍主要侧重于借助物理、化学手段以及少量生物监测评估河流水质状况,从系统健康的角度认识河流状态尚待进一步深入。

对于一条健康河流而言,其评价指标的筛选应遵循“全面性”和“可操作性”的原则。“全面性”是指既能反映河流的水质和生态学功能,又能反映其为人类所开发利用的价值。“可操作性”是指评价指标应经济、及时、明晰、易取得、易监测、可重复、易评价。按照胡洪营等^[3]对健康河流评价指标的分类,健康河流评价指标按功能可分为预警指标(表示临近河流健康的下降)、遵守指

3.2 流域污染综合整治评价指标体系的构建

确定中小河流水环境的综合整治的目标,亦即在经过综合整治后,河流生态系统应修复到何种程度及如何量化评价整治效果是河流整治的核心问题之一。虽然水环境质量标准可以作为评价污染河流水质净化工程的重要依据,但是如何评价河流水质净化与生态工程的综合效果,特别是生态修复效果,是工程实践中遇到的难题之一。往往在整治方案制订、工程设计、河流管理、流域污染整治后评估等方面缺乏足够的指导和依据。

近20年来,国际上对河流健康评价的方法学不断发展,形成了一系列评价方法,例如RIVPACS、AUSRIVAS、IBI、RCE、ISC、RHP等^[4-6]。就评价原理而言,可大致将这些评价方法分为预测模型法和多指标评价法。

美国曾开发的健康河流评价指标IBI(Index of Biotic Integrity)指数是一种多指标指数,其特点是将测试点的生物群落的结构、物种的组成、数量及生物量等与参照点对比,得出相应的

标(显示对可接受限度的偏离)、诊断指标(显示偏离的原因)。按评价指标属性可分为物理/化学指标、生物学指标和综合指标。物理/化学指标主要包括水质指标、沉积次序与组成、土壤和沉积侵蚀、流量、河道河床形态学、河岸带和湿地结构与水力学等。生物学指标包括大型无脊椎动物、鱼类、植物。综合指标是综合考虑物理/化学指标、生物指标和人类利用价值的指标。

4 三峡库区次级河流污染整治对策分析

根据过去几十年国际上的污染河流治理经验、河流生态系统的特性和污染物迁移转化降解的机理,消除污染源(或削减污染物的排放量)以及恢复河流应有的自然物理结构是治理河流污染和恢复河流生态系统功能的最根本措施。发达国家在河流污染治理和生态修复实践中,研究、开发和实践了多种值得借鉴的技术,并积累了宝贵的实践经验和教训。

河流水污染的治理主要包括截污(实行雨污分流、污水处理厂建设、垃圾填埋场建设等工程措施)、护岸、清淤、面源控制等措施。从我国河流水环境现状来看,截污仍是一项十分必要的措施,但从河流整治的长远发展来看,通过环境科学、水力学、生态学、园林学等多学科的方法和原理,以实现在截污基础上河流水体的自净功能最大化,维持河流生态系统平衡是流域污染综合整治的发展方向^[7]。

污染河流水质净化与生态修复单元技术种类繁多,但从技术原理上看,可以将这些技术分为物理法、化学法和生物法/生态技术 3 大类。各种技术都具有不同的技术、经济特点以及适用条件,客观、系统地分析总结各种技术的适用条件和经济性,具有重要的实用价值。

4.1 总体思路

我国传统的流域水污染整治往往以不到污染总负荷 20% 的点源污染的控制为主要内容,而忽视了对面源污染控制起重要作用的河岸生态环境的生态学功能和河流水体的自净作用,缺乏从河流乃至整个流域的生态系统的角度进行综合治理的意识。

根据发达国家在不同河流发展阶段所采取的治河的经验教训,应转变传统的工程治河理念为以环境治理、生态修复、河流自然化、人文化、功能多样化的治河策略,结合三峡库区的生态环境状况,提出三峡库区次级河流污染综合整治的总体思路(表 2)。

表 2 三峡库区次级河流污染综合整治的总体思路

项目	认识与理解
整治对策	综合管理、可持续利用
城市河流内涵	水文、生态环境、经济、社会文化综合功能系统
城市河流外延	水域 + 河滨 + 生物 + 近河城市社区
河流功能	防洪、供排水、渔业、运输、水质调节、生物多样性、景观多样化、历史文化载体、人与自然情感等的载体
次级河流整治观念	生态、经济、环境、社会、文化综合可持续发展观：“人河共存共荣”
技术体系特征	生态修复、环境治理、河流自然化、人文化、功能多样化

4.2 具体措施

河流的综合整治是实施水环境保护战略的核心内容,涉及流

域管理、生态平衡以及综合整治的管理与资金筹措等。其技术实质在于对被破坏或被污染的水体进行生态修复,重建受损生态系统功能以及有关物理、化学和生物特征,再现一个自然的、能自我调节的生态平衡系统,使它与所在的生态景观和城镇建设形成一个完整的统一体。因此,河流的保护及综合整治涉及到水质、水生生态系统的恢复与保护、流域沿岸的生产、生活以及美学、娱乐等功能的完善与提高等。整治对策的具体实施宜从以下 6 个方面进行考虑。

(1) 从小流域的角度考虑次级河流水污染的综合整治;

(2) 确定小流域不同河流河段的功能定位,按照生态型河道构建和河流的生态系统修复的原则建立小流域水污染综合整治的评价指标体系。

(3) 针对不同河流的污染和生态环境现状、水文水力条件、流域经济发展水平,采用多学科手段制定科学可行的小流域环境综合整治方案,并对整治方案进行可行和不可行的论证。

(4) 对于城市河段应采用截污、生态型河道构建等作为主要的治理措施。对于农村河段,则应注重面源污染、畜禽养殖污染、水土流失及污水的生态工程控制。

(5) 小流域综合治理技术路线:污染源调查→污染物转移扩散分析→污染物治理→河流生态系统自净→流域生态平衡。

(6) 完善管理模式和融资机制,公益需求与市场机制相结合,形成多部门协作管理、居民广泛参与的社会化城市河流污染综合整治与管理的新模式。

次级河流污染的整治,特别是城市河流的整治是库区当前所面临的最为突出的水环境问题之一,同时也是最受社会关注的问题之一,它的成败直接关系到三峡库区社会经济的健康发展。

参考文献

- [1] 重庆市环境保护局. 2004 年重庆市环境状况公报[R/OL]. <http://www.cepb.gov.cn>
- [2] 宋庆辉, 杨志锋. 对我国城市河流综合管理的思考[J]. 水科学进展, 2002, 13(3): 377 - 382.
- [3] 胡洪营, 何苗, 朱铭建, 等. 污染河流水质净化与生态修复技术及其集成化策略[J]. 给水排水, 2005, 31(4): 1 - 9.
- [4] Karr JK. Assessments of biotic integrity using fish communities[J]. *Fisheries (Bethesda)*, 1981(6): 21 - 27.
- [5] Hart BT, Davies PE, Humphrey CL, et al. Application of the Australian river bioassessment system(AUSRIVAS) in the Brantas River East Java, Indonesia[J]. *Journal of Environmental Management*, 2001(62): 93 - 100.
- [6] Parsons M, Thoms M, Norris R. Australian River Assessment System: Review of Physical River Assessment Methods-A Biological Perspective, Monitoring River Health Initiative Technical Report no 21[J]. *Commonwealth of Australia and University of Canberra*, 2002: 1 - 24.
- [7] 季永兴, 何刚强. 城市河道整治与生态城市建设[J]. 水土保持研究, 2004, 11(3): 245 - 247.

