

南川河水生态系统修复及保护对策

宋润峰, 韩启霞 (青海省水文水资源勘测局德令哈分局, 青海德令哈 810007)

摘要 针对南川河部分河段水生态系统平衡遭到破坏、水质恶化的现状, 分析了南川河水生态存在的问题, 包括河道水量不足, 下游河段水质较差, 河道泥沙淤积。从废污水截污纳管, 构建人工湿地生态系统, 裸露河滩生态修复, 制度保障几方面, 提出了南川河部分河段水生态修复与保护措施。

关键词 水生态系统; 截污纳管; 人工湿地; 生态修复; 南川河

中图分类号 S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)24-0074-02

Ecosystem Restoration and Protection Countermeasures of Nanchuan River

SONG Run-feng, HAN Qi-xia (Delingha Branch of Qinghai Province Hydrology and Water Resources Survey Bureau, Delingha, Qinghai 810007)

Abstract Aimed the status of the Nanchuan River part of the river water ecological balance has been destroyed and the deterioration of water quality, the ecological problems of Nanchuan River were analyzed, including river water shortage, poor water quality in the lower reaches of the river, sediment deposition. From the aspects of the sewage interception sewer, construction of artificial wetland ecosystem, bare river ecological restoration, system security, the river water ecological restoration and protection measures of the Nanchuan River were put forward.

Key words Ecological water system; Sewage interception nanotubes; Constructed wetlands; Ecological restoration; Nanchuan River

南川河是湟水河一级支流, 在农田灌溉、湟水河水源补给和城市生态景观中有重要作用, 目前存在水质不达标、水生态系统遭到破坏等问题, 生态环境状况亟待改善。因此, 通过对南川河水生态系统修复措施的探索, 可为高原河流的生态环境保护研究提供参考。在保护与利用并重的前提下, 可通过截污纳管、人工湿地、植被修复等生态修复和保护措施, 提高河道生态修复能力, 提升河流自净能力。为解决南川河水污染、水生态系统恶化等问题, 笔者探索了长效改善南川河的水环境状况及修复水生态系统的对策。

1 流域概况

南川河位于青海省东部湟中县和西宁市境内, 干流自河源至湟中县上新庄称马鸡沟, 以下称南川河, 主要支流有峡门峡沟、平坝沟、红崖沟等, 因贯穿西宁南部川地而得名。它起源于距湟中县南部的拉鸡山口西北 1 km 处高地, 河源海拔 3 991 m, 河长 49.2 km, 平均河宽 30 m, 流域面积 398 km², 河床由砂砾石组成, 河道落差 1 766 m, 河道平均比降 4.6%。径流主要由脑山区降水和融冰化雪补给, 据 1986—2011 年南川河口水文站实测流量资料分析, 南川河多年平均流量 1.47 m³/s, 径流量 0.46 亿 m³[1]。

南川河干流自西南流向东北, 经总寨乡至逯家寨东北进入西宁市, 市内河段长度约 8.0 km, 于长江路报社桥处注入湟水河, 河口海拔 2 225 m。上游多峡谷, 两岸有防洪堤, 河口以上有溢流堰、排水渠。流域内建有大南川水库, 是一座以灌溉为主的中型注入式水库, 控制灌溉面积 0.07 万 hm²。坝址区海拔 2 595 m, 引水口以上集水面积 113 km²。水库总库容 1 320 万 m³, 其中调洪库容 200 万 m³, 兴利库容 1 100 万 m³, 死库容 20 万 m³, 现状已淤积 30 万 m³。

2 水生态环境现状与问题

由于工业和生活废水的污染, 南川河六一桥以下河段水

质恶化, 主要超标因子为氨氮(NH₄⁺-N)、5 日生化需氧量(BOD₅)^[2], 生态环境遭到破坏, 水生生物资源衰退现象严重, 仅有少数耐污能力较强的鱼类生存^[3]。西宁市在 2005 年及 2013 年分别开展了“西宁市南川河治理工程”与“西宁市南川河清水入城工程”, 建成堤防、钢坝、跌水堰、梯级蓄水区等综合治理工程后, 水生态环境较之前有了明显改善, 但仍存在以下问题:

2.1 河道水量不足 流域内的大南川水库是一座注入式水库, 由引水渠引南川河水横穿加牙村, 再引门旦峡河水跨越红崖沟经陈家滩牙合注入水库, 水库于下游张家庄处汇入南川河干流。南川河径流主要集中在 7—10 月, 占全年径流量的 60%, 每年 1—2 月径流量仅占全年径流量的不到 10%, 导致南川河干流枯水期水量偏少, 生态基流难以得到满足, 河流水环境质量变差、水生态系统恶化。

2.2 下游河段水质较差 南川河上游水质良好, 但总寨镇至南川河入湟水河口河段由于部分生产、生活废污水未经管网收集处理而直接排放, 违法倾倒生活垃圾入河道, 导致河段水质较差, 水生态环境遭到破坏。

2.3 河道泥沙淤积 南川河建成的钢坝和跌水堰等挡水建筑物具有阻水作用, 河道水流流速减缓, 河流输砂能力及自净能力受到影响, 致使蓄水区淤积严重、水质变差, 近几年藻类植物严重疯长。管理部门每年花费大量的人力、物力用于清理淤泥和藻类, 但效果甚微; 蓄水区末端部分河床滩面裸露, 河道内杂草丛生, 水面较小, 生态效果差。

3 水生态修复与保护措施

3.1 废污水截污纳管 南川河水生态系统失衡的原因, 主要是入河污染物超出河流的纳污能力, 导致水体自净能力下降, 整个生态系统崩溃。因此, 要修复河流生态系统, 首先应对南川河沿岸的排污口进行核查, 沿西久公路铺设污水管道, 将入河废污水截流纳入污水管道, 输往西宁市城南污水处理厂进行处理后达标排放。两岸污水管网应严格遵照以

下原则布设:①管网布线应符合城市总体规划,设计方案力求合理、经济,并适当留有余地,管道尽量沿规划道路铺设。②充分利用地形,根据规划区实际情况,结合管线布置的地域地形条件,合理确定是否设置污水中途提升泵站,降低运行费用。③管网建设本着便于施工、维护、管理的原则,在管线布置时充分利用地形变化,尽量减少管道的埋深。④管网建设充分考虑远近期结合,力求做到技术上(包括水力计算)近期可行,远期合理。⑤各排水系统随着城市规划分期建设。二级管网应结合城镇建设进度及城镇改造分期建设,逐步完善。

3.2 构建人工湿地生态系统 人工湿地是修复生态系统的重要手段,国内外有些中、小城市甚至用来处理城市的生活污水,在基本不影响行洪和调蓄功能的前提下,可以考虑建设一些人工湿地,对南川河生态系统进行修复。人工湿地构建而成的“基质-水生植物-微生物”复合生态系统,能对水体进行物理、化学和生物协同净化,通过过滤、吸附、沉淀、植物吸收和微生物分解,实现对营养盐和有机物的去除,从而达到净化水质、恢复生态系统的目的。

3.2.1 净化机理。人工湿地主要通过以下几个方面实现其净化功能:①水体中的悬浮物(SS)在碎石之间缓慢迂回流动

过程中被物理性截滤而沉淀下来。②溶解性污染物由于物化作用被吸附于生态碎石的生物膜上。③被物化吸附的污染物,在好氧条件下,经生态碎石上附着的生物膜降解成为无机物。即利用颗粒填料的接触沉淀、物理筛滤作用以及在颗粒填料表面形成的各种细菌、藻类、原生动物、轮虫类、寡毛类等微小后生动物一起所构成的生物膜对污染物进行生物净化作用。④湿地植物生长过程中吸收水体中的氮、磷等营养物质,吸收、吸附一些有毒有害物质。

3.2.2 技术优点。①投资省、能耗低、维护与管理简便;②污染物去除效果好;③可与水生态建设有机结合,美化城市环境;④无二次污染,可保护区域生态环境,生态效益与社会效益显著;⑤出水水质好。

3.2.3 人工湿地主要类型。按照水力形态和处理方式的不同,可将人工湿地分为表流人工湿地、水平潜流人工湿地、垂直流人工湿地^[4]。表流人工湿地的水面位于湿地基质以上,污水以一定深度缓慢流过人工湿地表面;水平潜流人工湿地的水面位于基质层以下,水流经过介质层;垂直流人工湿地的水流方向与根系层呈垂直状态,水流在填料床中基本呈由上向下的垂直流动。3种人工湿地污水深度处理方案的主要技术指标见表1。

表1 人工湿地污水深度处理方案综合比较

Table 1 Comprehensive comparison of wastewater treatment schemes in constructed wetlands

类型 Type	工艺特点 Process characteristics	工程建设 Engineering construction	运行管理 Operation management	投资费用 Investment cost	运行费用 Running cost	占地面积 Area covered	工艺优点 Technological advantages	工艺局限 Process limitations
表流人工湿地 Surface flow constructed wetland	水位较浅,水流缓慢,以水平流的流态沿湿地表面流经处理单元,湿地一般填有基质材料,供水生植物固定根系	简单	工艺较简单,工程建设、维护与管理相对简单	少	少	大	投资及运行费用低。建造、运行、维护与管理相对简单。对土地状况与质量要求不高。适合污水污染物含量不高的污水处理	工程占地多,在寒冷季节人工湿地表面会结冰,不适合寒冷地区。处理不当的情况下夏季可能滋生蚊虫。需要远离居民点建造,或者设在居民点下风向
水平潜流人工湿地 Horizontal subsurface flow constructed wetland	水面位于基质层以下,水流以水平流流态流经处理单元。主体分层,填料较复杂,能发挥植物、微生物和基质间协同作用	一般	建造费用较高,管理较表面流人工湿地复杂	中	中	中	污染物去除效果较高,水力负荷较高。污水基本上在地面以下流动,保温效果好,卫生条件较好	建设和运行费用略高。控制较复杂。冬季处理效果受气温影响较大
垂直流人工湿地 Vertical flow constructed wetland	水流方向和根系层呈垂直状态,表层通常为透性良好的砂层,间歇进水。大气中氧气能较好地传输进入湿地,提高处理效果	复杂	建造费用高,运行和管理复杂,需经常维护和管理	高	高	小	污染物处理效率高,处理效果稳定,单位面积处理效率高,硝化能力强,去除污染物能力强	对有机物的去除不如水平潜流人工湿地,落干/淹水时间较长,控制相对复杂。建设与投资费用高

3.2.4 选取原则。南川河流域位于青藏高原东部,属大陆高原半干旱气候,夏季平均气温17~19℃,上述3种湿地类型均能基本满足要求。可根据河段的流量、水质、泥砂含量等基本情况,按照以下原则选择合适的人工湿地处理工艺。①构建健康的湿地生态系统,保持物种多样性、尊重群落演替规律、构建完整的生物链。②采用生态技术净化技术,充分利用水生植物及微生物,通过植物吸附、土壤截留、微生物

降解、交替氧化还原等措施,培育生物多样性,使水质进一步净化。③尽量使用土质结构,形状设计为多种及采用不平滑边缘,在人工构筑处理型湿地中整合现存自然和本地植被的生物工程。④生态处理技术要注重生态多样性和生物多样性。生态多样性能够实现区域生态系统的自然结构和自然功能,生物多样性是生态系统健康和平衡的基础,这会大大

(下转第104页)

种,同时适当保留林下植被,特别是一些自然灌木和草本,既可以为鸟类提供大量食物,又有利于鸟类隐蔽,提高鸟类多样性。②河流周边地区的园林绿化和灌丛等是水域的有机体,与水体组成一个完整的生态系统,应保证河流湖泊以及周边地区的山林、灌丛、农田完好,保护河流湖泊自然生态,净化水质。③市区近郊的农田是城市的生态安全屏障,对城市的生物多样性保护起到连通和扩展的作用。应注意减少农田化肥和农药的用量,避免因食物链富集作用对农田鸟类造成伤害。同时,尽可能保留农田中的小水塘、沟渠、田埂等自然生境,方便鸟类在城市绿地与山区林地之间的迁移过渡。此次调查在农田中发现大量鸟网,因此也需要加强对非法捕鸟的打击力度和保护鸟类的宣传。④孤立的公园相当于城市建筑海洋中的“孤岛”,破碎化的生境对鸟类的迁移起到了制约作用。因此,应加强生境之间的连接,在不同的生境之间建立通道,如交通绿化带、河岸景观带等。保护和恢复鸟类迁飞路线等的自由畅通,保证生态系统之间物种和基因的交流。

(上接第75页)

提高区域生态系统的抗缓冲性能,同时,生物多样性应以本土物种为主。⑤方案中充分考虑技术、经济、自然和社会等因素,确保修复的可行性建立在成熟的技术、适应的社会经济和现有的自然基础上,同时,与城市的发展规划相一致。在方案中,综合考虑运行费用、设计能力及使用年限等因素,在保障出水水质的前提下,合理使用工艺流程及设施,充分应用串联及并联技术,尽量利用地形和重力,使项目维护和运行费用最小化,保障并发挥经济效益最优原则。

3.2.5 人工湿地生态系统布置。根据南川河水环境现状和不同河段水功能需求,可以沿南川河自南向北依次布置城南污水处理厂段湿地、海山桥上游段湿地、解放渠渡槽段湿地、南川河入湟水河口湿地。其中,城南污水处理厂段湿地采用水平潜流人工湿地,主要进行污水处理厂尾水深度处理;海山桥上游段湿地采用表流湿地,进一步处理水中悬浮的细颗粒泥砂;解放渠渡槽段湿地、南川河入湟水河口湿地均采用自然表流湿地,主要恢复河道生态系统,提升水质。

3.3 裸露河滩生态修复 针对河道内的裸露河床滩面与护坡进行生态修复,采用水生植物群落恢复技术,补种湿生、水生植物,主要选用不影响河道行洪的湿生植物。选择植物物种时,根据耐污性、生长适应能力、根系发达程度及经济价值和美观要求确定,同时也要考虑因地制宜。植物选择原则有以下4点:①根据当地气候、土壤类型和水质等条件,选择适合当地生境的植物,并使去污能力高的植物占有一定数量。②选择综合利用价值高的水生植物。③充分利用本地植物资源,尽可能多地应用乡土植物,以确保生物多样性的恢复,同时确保有充足的植物种源。④在进行水质净化的同时,结合沿河绿地的打造,增加沿岸绿地面积。综上,可以借鉴西宁市火烧沟人工湿地经验,采用芦苇、香蒲、睡莲、华扁穗草

参考文献

- [1] BEISSINGER S R, OSBORNE D R. Effects of urbanization on avian community organization [J]. *Condor*, 1982, 84(1): 75-83.
- [2] TILGHMAN N G. Characteristics of urban woodlands affecting breeding bird diversity and abundance [J]. *Landscape & urban planning*, 1987, 14(87): 481-495.
- [3] 陈水华, 丁平, 郑光美, 等. 城市鸟类群落生态学研究展望 [J]. *动物学研究*, 2000, 21(2): 165-169.
- [4] 戴年华, 蒋剑虹, 赖宏清, 等. 江西鄱阳湖共青城市区域鸟类多样性研究 [J]. *江西科学*, 2012, 30(6): 733-739.
- [5] 邓娇, 晏玉莹, 张志强, 等. 城市化对长沙市区城市公园繁殖期鸟类物种多样性的影响 [J]. *生态学杂志*, 2014, 33(7): 1853-1859.
- [6] MORRISON M L. Bird populations as indicators of environmental change [J]. *Current ornithology*, 1986, 3: 429-451.
- [7] 王薇. 上海市农田鸟类资源分布 [D]. 上海: 上海师范大学, 2012.
- [8] 郑作新, 贾相刚, 傅守三, 等. 麻雀 (*Passer montanus saturatus*) 食物分析的初步报告 [J]. *动物学报*, 1957, 9(3): 255-265.
- [9] 刘子祥. 长沙鸟类群落结构及丝光椋鸟 (*Sturnus sericeus* Gmelin) 的生态研究 [D]. 长沙: 湖南师范大学, 2014.
- [10] GE Z M, WANG T H, SHI W Y, et al. Impacts of environmental factors on the structure characteristics of avian community in Shanghai woodlots in spring [J]. *Zoological research*, 2005, 26(1): 17-24.
- [11] CAO C L. Effects of urbanization on avian community of urban birds in the Three Gorges Reservoir Area of Fuling [J]. *Journal of Anhui agricultural sciences*, 2010, 38(3): 1275-1278.

和水葱等水生植物,营造河道湿地景观,丰富修复河段的生态多样性。

3.4 制度保障

(1) 严格执行《青海省湟水流域水污染条例》,对违规排放废污水、倾倒固体垃圾、非法占用河道及盗采河砂的违法行为进行依法查处,并追究其法律责任^[5]。

(2) 全面贯彻落实《青海省水污染防治工作方案》,按照“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”原则,贯彻“安全、清洁、健康”方针,强化源头控制,水陆统筹兼顾,系统推进水污染防治、水生态保护和水资源管理,形成“政府统领、企业施治、市场驱动、公众参与”的水污染防治新机制^[6]。

4 结论

南川河截污纳管、人工湿地、植被修复等水生态修复与保护工程建设,能进一步提高南川河中下游河段水生态系统自我修复能力,提升水系自净能力,改善水功能区水质状况和生物栖息环境,维系良好的水源补给区水循环条件与功能,使河流生态功能得到逐步恢复,实现“河畅、水清、岸绿、景美”的愿景,形成健康良性的水生态系统,为流域居民提供休闲娱乐的场所,提升城市生活品质,从而促进西宁市生态文明城市的建设。

参考文献

- [1] 王克楨, 赵毅邦. 青海省南川河750变电站处设计断面水文分析 [J]. *水资源与水工程学报*, 2012, 23(4): 187-189.
- [2] 刁玉美. 南川河水质评价及污染防治对策 [J]. *青海科技*, 2009, 16(4): 115-117, 118.
- [3] 唐文家, 陈毅峰, 丁城志. 青海省湟水鱼类资源现状及保护对策 [J]. *大连海洋大学学报*, 2013, 28(3): 307-313.
- [4] 中华人民共和国环境保护部. 人工湿地污水处理工程技术规范: HJ 2005—2010 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2011.
- [5] 青海省人大常委会. 青海省湟水流域水污染防治条例 [A]. 2013.
- [6] 青海省人民政府. 青海省水污染防治工作方案 [A]. 2015.