

编者按 “十四五”期间，流域水生态环境保护工作在水环境改善的基础上，更加注重水生态保护修复。河流生态缓冲带是河流重要的生态空间，开展河流生态缓冲带构建、修复对于恢复和提升水生态系统功能、稳定改善水质具有重要作用。《中华人民共和国水污染防治法》和《水污染防治行动计划》均明确提出了沿河沿湖缓冲带建设内容，《重点流域水生态环境保护“十四五”规划》也将“河湖缓冲带修复长度”纳入水生态目标指标。为此，《环境工程学报》编辑部邀请中国环境科学研究院流域水环境污染综合治理研究中心共同组织了“河流生态缓冲带保护修复”专题。该专题主要包括河流生态缓冲带的研究进展、截留效率模拟、划定方法研究、重点区域识别、应用实践案例等，以期“十四五”以水生态导向为目标的河流生态缓冲带保护修复提供参考。



文章栏目：河流生态缓冲带保护修复专题

DOI 10.12030/j.cjee.202111184 中图分类号 X522 文献标识码 A

袁鹏, 刘瑞霞, 孙菲, 等. 构建河流生态缓冲带的意义与技术路线 (代序言)[J]. 环境工程学报, 2022, 16(1): 20-24. [YUAN Peng, LIU Ruixia, SUN Fei, et al. Significance and technical route of constructing riverine ecological buffer zone[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2022, 16(1): 20-24.]

构建河流生态缓冲带的意义与技术路线 (代序言)

袁鹏, 刘瑞霞, 孙菲, 李晓洁, 高红杰[✉]

中国环境科学研究院, 流域水环境污染综合治理研究中心, 北京 100012

水是生命之源、生产之要、生态之基。近 30 年来, 随着经济社会的快速发展和城市化、工业化演进, 我国河流水环境与水生态问题引起各界高度重视^[1]。2018 年 6 月, 《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》^[2]指出, 要全面加强生态环境保护, 提升生态文明, 建设美丽中国, 部署实施蓝天、碧水、净土三大保卫战。至 2020 年底, 污染防治攻坚战阶段性目标任务已顺利完成, 生态环境质量明显改善。据统计, 2020 年全国地表水优良水质断面比例由 2015 年的 66% 上升到 83.4%, 超过“十三五”目标值 13.4%; 劣 V 类水体比例由 9.7% 下降到 0.6%, 超过“十三五”目标值 4.4%; 长江干流全部实现 II 类及以上水质^[3-4]。在水质全面提升改善的基础上, “十四五”期间, 水环境治理由水环境质量改善向“水资源、水环境、水生态”三水统筹转变, 坚持污染减排和生态扩容两手发力, 推进“美丽河湖”保护与建设。河流生态缓冲带是河流生态系统的重要载体, 具有保护河流生物多样性、减少陆域污染物入河、提高水体自净能力以及阻隔人类生产生活活动的直接干扰等生态功能, 因而开展河流生态缓冲带构建、保护修复是“十四五”流域水生态环境保护的重点工作^[5-6]。

为落实以水生态为目标导向的河流生态缓冲带保护修复工作, 国家在相关的政策文件中提出了明确的要求。2008 年, 修订后的《中华人民共和国水污染防治法》^[7]明确指出, 地方人民政府应当根据流域生态环境功能需要, 因地制宜建设沿河沿湖植被缓冲带和隔离带等生态环境治理与保护工程。2015 年, 国务院印发的《水污染防治行动计划》(水十条)^[8]提出保护水和湿地生态系

收稿日期: 2021-11-30; 录用日期: 2021-12-02

基金项目: 生态环境部业务专项 (22110302009001)

第一作者: 袁鹏 (1979—), 女, 博士, 研究员, yuanpeng@craes.org.cn; [✉]通信作者: 高红杰 (1981—), 男, 博士, 研究员, gaohj@craes.org.cn

统，应禁止侵占自然湿地等水源涵养空间，开展湿地保护与修复，加大退耕还林、还草、还湿力度，加强滨河(湖)带生态建设，在河道两侧建设植被缓冲带和隔离带。2020年，生态环境部印发《重点流域水生态环境保护“十四五”规划编制技术大纲》，将“河湖缓冲带修复长度”纳入规划目标指标体系。因此，开展河流生态缓冲带构建和修复是落实系列政策文件的具体举措，对于提升水环境容量与恢复水生态系统完整性具有重要意义。

为此，《环境工程学报》编辑部邀请中国环境科学院流域水环境污染综合治理研究中心共同组织了“河流生态缓冲带保护与修复”专题。本专题围绕河流生态缓冲带的研究进展、截留效率、划定方法、应用实践等多方面选题，由8篇文章组成，旨在为在全国范围内开展河流生态缓冲带的保护及修复工作提供参考。本文由中国环境科学研究院流域水环境污染综合治理研究中心团队共同撰写，阐述了河流生态缓冲带的定义、构建思路及修复技术，作为本专题的代序言。

1 我国河流生态缓冲带存在的主要问题

缓冲带本意指用于分隔两个或多个不同功能区域的隔离区或过渡区。河流生态缓冲带指陆地生态系统与河流水域生态系统之间的连接带和过渡区，在空间上包括从河流高低水位之间区域与高水位线向陆域延伸一定距离的空间范围。河流生态缓冲带的陆域范围包括传统意义的河岸植被缓冲带^[9-10]，即从水生向陆地生态系统过渡的植被带，亦包括广义的河道两岸湿地缓冲区、生态净化塘、养分拦截沟等水生态处理系统。

河流生态缓冲带是河流的天然绿色屏障，但城市扩张和农业发展对自然河岸植被缓冲带的破坏极大减少了河岸带缓冲区域范围，使河流失去屏障保护，导致河流水环境和水生态退化，暴露出诸多问题。

1) 河岸带侵占较严重。乡村段河岸带被农业种植占用比例高，河流两岸紧邻农田，区域农业面源污染物随降雨径流直接入河，导致河流总磷季节性超标；此外，部分河流存在乱占、乱采、乱堆、乱建等河岸带非法占用，破坏河流生态安全。

2) 城市段河道硬化、渠化问题突出。城市河流自然岸线比例降低，河流治理过程中“两面光”甚至“三面光”河道增多，导致城市河流生态系统丧失。

3) 河流河岸带生态修复重景观、轻生态。河流治理与生态修复方案仍缺乏系统规划和针对性，生态修复目标和功能定位不清晰，未能体现以生境改善为核心，存在重景观、轻生态现象，或单纯实施景观工程。

4) 河流河岸带修复建设管理协调难度较大。河流河岸带空间规划、建设与管理涉及到规划、水务、住建、环境、交通、农业等多个部门，河流生态缓冲带修复工作仍处于起步阶段，生态修复理念尚未形成共识，相关建设管理协调难度较大。

2 河流生态缓冲带的构建与修复

河流生态缓冲带(后简称“缓冲带”)构建与保护修复，应坚持“山水林田湖草生命共同体”系统性理念，可遵循“河岸带问题分析→缓冲带范围确定→生态修复措施选择→维护管理”的技术思路(见图1)。在问题诊断程序中，首

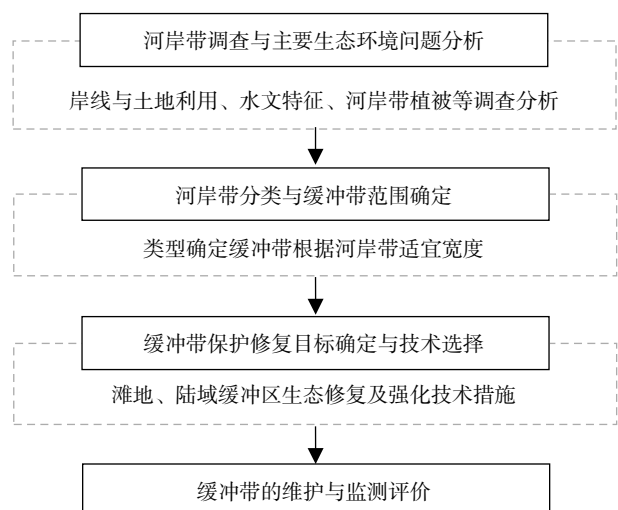


图 1 河流生态缓冲带构建与保护修复的技术思路
Fig. 1 Technical route of riparian buffer strips construction, protection and restoration

先开展河岸带调查,从河岸带生态空间挤占、周边生产生活干扰、生境条件破坏等方面进行诊断,分析河岸带生态系统退化程度和退化原因。缓冲带空间范围可根据河岸带类型,结合缓冲带功能定位来合理确定。缓冲带的生态修复以改善河流水质与提升河流水生态系统完整性为核心,以河岸带生态环境问题为导向,因河施策,选择缓冲带生态修复技术与措施,制定修复方案,实施必要的生态修复工程,从而实现恢复河岸带生态功能。缓冲带的维护与管理,须注重缓冲带日常维护,定期开展植被区域沉积物清理与植物维护,严格缓冲带区域内的行业准入与管控,定期开展生态监测,评估缓冲带生态效益,保障缓冲带修复效果和长期可持续性。从技术思路的具体内容来看,缓冲带的构建及生态修复工作为最重要的部分。

2.1 河岸带调查与主要问题分析

河岸带土地利用的变化可直接反映人类生产生活对河流的影响,开展河岸带生态环境现状调查、识别河岸带主要生态环境问题,可为缓冲带范围的确定和生态修复提供科学依据。资料调查通常包括河流基本信息、河流水质监测数据、水功能区与水质目标要求、水文水位(多年平均最高水位、常水位、多年平均最低水位)与流量流速信息、入河排污口及面源污染情况、河道管理范围及城市蓝线划定等;现场调查重点对河岸带土地利用情况、岸线情况、土壤类型、地形坡度、河岸带植被覆盖度及优势植物种类与群落特征、水生生物及基底表层理化性质情况进行调查。

根据调查结果,进一步分析河岸带生态环境问题及产生原因。主要包括:农业种植、水产养殖、产业发展挤占河岸带生态空间,污染物直接入河导致河流水质超标、水功能区不达标或河流水质退化;不合理的河岸硬化、渠化导致河流水生态系统退化;土质疏松区且缺少植被覆盖的河岸,水土流失比较严重,影响河流水质,导致河流水生态系统退化;河岸带植被物种单一,生物栖息地保护不足,生境破坏或退化导致的生物多样性、生物量降低等。

2.2 缓冲带范围确定

缓冲带范围确定通常指垂直河流的缓冲带宽度确定,缓冲带对水质改善与水生态保护效果与宽度大小呈正相关^[11-12]。缓冲带宽度确定需综合考虑生态主导功能、河岸带立地条件、土地指标限制等因素,可采用经验值法和数学模型模拟法来完成。当缓冲带的功能为拦截、降低面源氮、磷污染物时,其推荐宽度经验值范围差异较大,如对于颗粒物的截留(截留率75%~100%),推荐缓冲带宽度为3.3~18 m;对于氮的去除(去除率75%~100%),推荐缓冲带宽度为0.7~30 m;对于磷的去除(去除率75%~98%),推荐缓冲带宽度为4~18 m^[13]。当缓冲带的功能为提供生物栖息地、提升生物多样性时,建议缓冲带宽度不宜低于30 m,其中当缓冲带功能为保护鱼类和昆虫时,其推荐宽度为30~60 m;当缓冲带功能为保护鸟类时,其推荐宽度为30~100 m;当缓冲带功能为保护小型哺乳类动物时,其宽度不宜低于60 m^[10]。

利用数学模型进行模拟计算是确定缓冲带宽度的有效方法。通过对颗粒物和污染物在缓冲带中沉积、迁移和转化过程的模拟,计算并确定缓冲带宽度。较为成熟的数学模型有植被过滤带模型(VFSMOD)^[14]、河岸带生态系统管理模型(REMM)^[15]及流域水文模型(SWAT)模型等^[16]。通过计算,实现不同立地条件对水质影响的模拟,可为缓冲带的构建、面源污染控制提供参考。

2.3 修复措施

针对河流与河岸带现状问题,首先应尽量降低人为干扰对缓冲带生态功能的影响,对于侵占河岸带的农田、养殖塘等,宜按缓冲带划定范围有序退出。其次,按照河岸带的空间结构,对河流多年平均低水位线至陆域范围内实施分区域的生态修复。滩地即范围在河流多年平均高、低水位线之间的区域,其生态修复措施包括基底修复、水生植物群落修复、生境营造;陆域区域即范围为河流高水位以上的区域,其生态修复措施包括基底平整、陆域植物群落构建与物种配置。此外,可因地制宜采取缓冲带功能强化措施^[17],包括湿地、生态拦截沟渠、绿篱隔离带、下凹式绿

地、生物滞留带等单一措施或组合措施，起到拦截初期雨水、拦截面源污染物、提高缓冲带水质净化效果的作用。

缓冲带植物的选取应遵循自然规律，尽量选择本地优势物种，且宜选择对氮、磷等污染物去除能力较强、用途广泛、经济价值较高、观赏性强的物种。滩地植物群落恢复宜适应河滩地的水流条件，确保植物群落修复后的稳定性，一般保证3~5 m的宽度。植被恢复种类包括水生植物(沉水植物、浮叶植物、挺水植物)和湿生植物，以挺水植物和湿生植物恢复为主。陆域区域考虑常绿树种与落叶树种混交、深根系植物和浅根系植物搭配，具体可采用乔木+灌木+草本、乔木+草本、灌木+草本的植物配置方式。

根据各河段的地理特征，可分别选取具体的修复措施。对于具有堤防设施的河段，宜侧重进行堤内滩地水生植物的恢复，提高植物种类、植被覆盖度和滨水湿地面积。对于岸边为农田和村落的河段，缓冲带以农业面源污染物拦截为主要功能，应在确定其空间范围的基础上，先开展陆域乔灌草植被带的恢复；再针对农田退水、农田径流，采用生态拦截沟渠等强化处理技术逐步构建和修复缓冲带，以阻断或减缓农业面源污染直接入河。对于城镇型河段，应统筹考虑城市河流空间的多重需求，合理规划河岸带开发、保护河流自然岸线，避免河岸硬化和河道渠化；已硬化的河岸，宜根据防洪要求与区域用地条件，逐步开展生态型护岸改造；采用横向连通性较好的河流断面设计，以利于多类型水生植物修复，增加河岸带生境异质性和城市河流生物多样性，可在公共活动密集区结合亲水平台和步道设计，以满足人群亲水需求。

我国部分地区在河流生态缓冲带修复领域已开展了有益探索。2020年11月，浙江省发布了《浙江省河流生态缓冲带划定与生态修复技术指南(试行)》^[18]，并启动实施了一批河湖缓冲带修复试点项目^[19]。2020年8月，广东省发布了《广东万里碧道总体规划(2020-2035年)》^[20]，将河流生态缓冲带范围纳入国土空间规划体系。缓冲带生态修复是一项长期、系统工程，坚持生态优先、准确定位、统筹兼顾的原则，因地制宜地开展缓冲带设计，衔接各部门河流空间管控要求协同推进，保障生态修复目标和功能的实现。在此基础上，通过逐步实施缓冲带构建与生态修复，持续推进河流水生态系统恢复与水质稳定改善，最终实现“有鱼有草、人水和谐”的目标。

参考文献

- [1] 刘翔. 城市水环境整治水体修复技术的发展与实践[J]. *给水排水*, 2015, 41(5): 1-5.
- [2] 中共中央国务院关于全面加强生态环境保护 坚决打好污染防治攻坚战的意见[A/OL]. (2018-06-24)[2021-10-20]. http://www.gov.cn/zhengce/2018-06/24/content_5300953.htm.
- [3] 生态环境部. 污染防治攻坚战阶段性目标任务圆满完成[A/OL]. (2021-08-18)[2021-10-20]. https://www.mee.gov.cn/ywdt/spxw/202108/t20210818_858214.shtml.
- [4] 雷英杰. 污染防治攻坚战阶段性目标任务圆满完成[J]. *环境经济*, 2021(Z1): 12-15.
- [5] 生态环境部. “十四五”水环境保护要更加注重“人水和谐”[A/OL]. (2020-08-02)[2021-10-20]. http://www.mee.gov.cn/ywdt/hjywnews/202008/t20200802_792336.shtml.
- [6] 马乐宽, 谢阳村, 文字立, 等. 重点流域水生态环境保护“十四五”规划编制思路与重点[J]. *中国环境管理*, 2020, 12(4): 40-44.
- [7] 中华人民共和国水污染防治法[A/OL]. (2008-02-28)[2021-10-20]. http://www.gov.cn/flfg/2008-02/28/content_905050.htm.
- [8] 国务院关于印发水污染防治行动计划的通知: 国发〔2015〕17号[A/OL]. (2015-04-02)[2021-10-20]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-04/16/content_9613.htm.
- [9] LOVELL S T, SULLIVAN W C. Environmental benefits of conservation buffers in the United States: Evidence, promise, and open questions[J]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2006, 112(4): 249-260.
- [10] Forest Service, Southern Research Station. Conservation buffers: Design guidelines for buffers, corridors and greenways[R]. Washington DC: United States Department of Agriculture, 2008.
- [11] FELD C K, FERNANDES M R, FERREIRA M T, et al. Evaluating riparian solutions to multiple stressor problems in river ecosystems: A conceptual study[J]. *Water Research*, 2018, 139: 381-394.
- [12] LYU C J, LI X J, YUAN P, et al. Nitrogen retention effect of riparian zones in agricultural areas: A meta-analysis[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 315: 128143.
- [13] LIND L, HASSELQUIST E M, LAUDON H. Towards ecologically

- functional riparian zones: A meta-analysis to develop guidelines for protecting ecosystem functions and biodiversity in agricultural landscapes[J]. *Journal of Environmental Management*, 2019, 249: 109391.
- [14] Vegetative Filter Strips Modeling System: Model Documentation & User Manual[R]. Gainesville: University of Florida, 2005.
- [15] LOWRANCE R, ALTIER L S, WILLIAMS R G, et al. REMM: the riparian ecosystem management model[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2000, 55(1): 27-34.
- [16] 侯利萍, 何萍, 钱金平, 等. 河岸缓冲带宽度确定方法研究综述[J]. *湿地科学*, 2012, 10(4): 500-506.
- [17] SOANA E, FANO E A, CASTALDELLI G. The achievement of Water Framework Directive goals through the restoration of vegetation in agricultural canals[J]. *Journal of Environmental Management*, 2021, 294: 113016.
- [18] 袁鹏, 刘瑞霞, 俞洁, 等. 《浙江省河流生态缓冲带划定与生态修复技术指南(试行)》解读[J]. *环境工程技术学报*, 2021, 11(1): 1-5.
- [19] 探索治水新路径 浙江推进河湖生态缓冲带划分和生态修复[A/OL]. (2020-11-26)[2021-10-20]. https://zjnews.zjol.com.cn/zjnews/zjxw/202011/t20201126_12444217.shtml.
- [20] 广东万里碧道总体规划(2020-2035年)[A/OL]. (2020-09-15)[2021-10-20]. http://slt.gd.gov.cn/gfxwj/content/post_3103888.html.

(责任编辑: 靳炜)

简讯(一)

日前, 生态环境部发布《河湖生态缓冲带保护修复技术指南》(以下简称《指南》), 用于指导各地开展河湖生态缓冲带保护修复相关工作。

问: 《指南》制定的背景和意义是什么?

答: 生态缓冲带是河湖重要生态空间, 对阻隔或减缓人类活动对河湖的直接干扰、保护河湖生物多样性、减少面源污染物入河湖等具有重要意义。水污染防治法、《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》、《重点流域水生态环境保护规划(2021—2025年)》等均对河湖生态缓冲带保护修复提出了要求, 2020年和2021年我部会同财政部印发的《中央生态环境资金项目储备库入库指南》均对此类资金项目给予支持。近年来, 为进一步加强河湖生态保护修复, 浙江、广东、重庆、云南等地先行先试, 在河湖生态缓冲带生态保护修复方面进行多种形式的有益探索, 在部分河湖开展生态缓冲带保护修复试点, 取得了良好的环境、生态和社会效益。

“十四五”期间, 为指导各地更好地开展河湖生态缓冲带保护修复相关工作, 生态环境部组织有关技术团队, 历经近2年时间, 在广泛调研、系统总结国内外做法经验的基础上, 制定了《指南》。

问: 《指南》编制的主要目的是什么?

答: 《指南》主要考虑是从加强流域空间管控、促进河湖保护修复、体现“管用、好用、解决问题”的角度, 对河湖生态缓冲带范围确定、保护修复措施选择、后期维护等方面进行系统性全流程指导, 引导各地合理规划河湖滨水生态空间, 阻隔或减缓人类活动直接干扰, 降低面源污染负荷, 改善河湖水环境, 保护修复河湖水生态系统, 建设“有鱼有草”“人水和谐”的美丽河湖。

问: 《指南》的主要内容?

答: 《指南》共包括4章: 第一章为总则, 明确了《指南》的编制目的、适用范围、引用文件、基本原则与技术路线。第二章至第四章为主体部分, 分别为河湖生态缓冲带范围确定、河湖生态缓冲带保护与修复、河湖生态缓冲带维护与监测评价。“河湖生态缓冲带范围确定”章节, 主要明确了河湖岸带的类型, 并针对每种类型河湖岸带提出了相应的生态缓冲带范围确定方法。“河湖生态缓冲带保护与修复”章节, 明确了河湖岸带调查的内容和方法, 并根据河湖岸带类型和存在的具体问题提出针对性的保护修复技术措施。“河湖生态缓冲带维护与监测评价”章节, 给出了生态缓冲带日常维护、工程维护和监测评价等建议。

(转载自生态环境部微信公众号)