

基于韧性理念的水生态系统规划建设策略——以雄安新区白洋淀为例

卜琳, 李海龙*, 张新伊 (中国城市科学研究会, 北京 100835)

摘要 以白洋淀为例, 基于韧性理念以提高适应性和应对不确定性为导向, 针对白洋淀水生态系统面临的主要风险, 提出以河流、湖淀及滨水带为核心的韧性水生态系统规划建设策略。通过河流水岸自然化设计、湖淀生物多样性保护和滨水带生态屏障构建等措施, 将韧性理念融入白洋淀生态规划建设中, 以期提高雄安新区建设中水生态系统自身适应性和抵御风险的能力, 保障水生态安全。

关键词 韧性; 水生态系统; 规划建设策略

中图分类号 X 171.1 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)14-0057-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.14.013



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Planning and Construction Strategy of Water Ecosystem Based on the Concept of Resilience—Taking Baiyangdian Lake in Xiong'an New Area as an Example

BU Lin, LI Hai-long, ZHANG Xin-yi (Chinese Society for Urban Studies, Beijing 100835)

Abstract Taking Baiyangdian Lake as an example, based on the concept of resilience, aiming at improving adaptability and coping with uncertainty, and the main risks of water ecosystem in Baiyangdian Lake, the planning and construction strategy of the resilient water ecosystem with rivers, lakes and riparian transitional zones as the core was proposed. The concept of resilience was integrated into the water ecological planning and construction of Baiyangdian Lake through the natural design of river bank, the protection of lake biodiversity and the construction of ecological barrier of the riparian transition zone, so as to improve the adaptability and the ability of resisting risks of the water ecosystem in Xiong'an New Area and ensure the water ecological security.

Key words Resilience; Water ecosystem; Planning and construction strategy

水生态系统是指自然生态系统中由河流、湖泊等水域及其滨河、滨湖湿地组成的河湖生态子系统^[1], 是生物群落的重要生境, 对生态系统整体的稳定发挥着重要的作用。随着全球气候变化和快速城市化扩张, 水生态系统面临的不确定性因素和未知风险也在增加, 极端天气气候事件、城市内涝灾害、突发性水污染事件发生的不确定性, 使得水生态系统的安全、稳定、健康面临着诸多的挑战。基于韧性理念, 从规划建设角度提高水生态系统面对不确定性因素的抵御力、恢复力和适应力, 是解决水生态系统问题新的研究思路和视角。

韧性(resilience)一词源自拉丁文 *resilio*^[2], 意为“弹回”。1973年, 美国生态学教授霍林(C.S. Holling)在《生态系统韧性和稳定性》中提出“生态系统韧性”的概念, 认为韧性是系统内部结构的持续性和系统承受外来因素干扰的能力^[3]。自20世纪90年代以来, 学者们对韧性的研究领域逐渐扩大, 韧性的内涵不断丰富^[4-5]。韧性强调应对不确定性和多种可能性, 因此融入韧性理念的规划建设更加适应多种可能存在的极端情景, 应对多种发展需求。

在水生态领域, 韧性是水生态系统遭遇危险或极端状况时, 通过抵抗、吸收、适应并及时从危险状态中恢复过来, 使系统所受影响减小的能力。提高水生态系统韧性是维护安全健康的自然和人类水生态系统的策略之一^[6], 是减少对生态循环的干扰及未来发展的不确定性, 减少灾害影响的重要规划建设途径^[7]。雄安新区, 作为全国意义的新区, 坐

拥具有“华北明珠”之称的白洋淀, 其生态建设对白洋淀的生态发展提出了更高的要求, 也带来了新的契机。在规划建设中融入韧性理念, 以保护和修复白洋淀生态功能为前提, 强化其水生态系统功能, 提升适应性和功能复合性, 将有助于提高雄安新区水生态未来发展中风险的防范和应对能力。笔者从水生态系统的角度, 以提高韧性、适应性和应对不确定性为导向, 将韧性理念融入规划建设策略中, 以期能提高新区建设中水生态系统自身适应性和抵御风险的能力。

1 水生态系统现状

白洋淀位于华北平原中部、海河流域大清河水系的中游, 是保定市、沧州市交界 143 个相互联系的大小淀泊的总称, 总面积 366 km², 平均年份蓄水量 13.2 亿 m³。作为华北地区最大的淡水浅湖型湿地生态系统, 白洋淀对京津冀地区的气候调节、华北湿地生物多样性保持、大清河流域水质净化缓洪滞蓄具有决定性作用。然而多年来白洋淀的生态环境存在诸多问题, 主要表现如下:

(1) 上游河流水污染严重。白洋淀水体最大的污染源来自上游河道的污水排放, 在入淀河流中, 除拒马河水质较好外, 多条河流主要接纳流域内工业和生活废水, 水质多为劣 V 类, 主要污染物为 COD 和氮、磷等富营养物质^[8]。由于入淀流水质较差及区内污染排放, 1988—2016 年白洋淀水质总体呈现下降趋势^[9], 水体多为 V 类或劣 V 类, 处于轻度富营养状态, 主要污染指标为 COD 和总磷^[10]。因此, 减少上游河流入淀污染物数量, 是白洋淀水生态系统建设的重要途径。

(2) 入淀河流水量缺乏。由于上游水库调蓄、取水用水和降水产流关系变化等原因, 1980 年以来, 白洋淀入淀水量不断减少^[11], 生态用水难以保障。在上游 9 条入淀河流中仅府河常年有少量的生活污水入淀, 白沟引河日常上游来水量极少, 仅汛期有短促雨水汇入, 不足以维持河道生态; 储龙

基金项目 国家自然科学基金项目(71741043)。

作者简介 卜琳(1983—), 女, 安徽合肥人, 副研究员, 博士, 从事生态城市资源环境、韧性城市研究。* 通信作者, 研究员, 博士, 从事生态城市规划设计、韧性城市、景观生态学研究。

收稿日期 2022-03-31

河、槽河、孝义河、瀑河等仅在部分季节有水,大部分时间基本处于断流状态。尤其20世纪90年代以来,华北地区连年干旱,白洋淀多次面临干涸威胁,尽管多次从上游各大水库大量补水,但仅是维持当年淀内水生动植物的可持续繁衍最低标准,白洋淀处于频繁补水的低水量维持基本生态功能阶段^[12]。

(3) 淀区水生态系统脆弱。受水源水量不足、水位波动变化、水质污染严重等影响,白洋淀淀区内水生态系统日益脆弱,水生生物种群结构有所改变。近15年来淀区浮游植物多样性与均匀度显著下降,淀区富营养化程度持续加深^[13]。湿地水生植物现有39种,较20世纪90年代初水生植物共减少9种^[14]。受自然因素和人为干扰,浮游动物种类下降,数量增多,约为20世纪60年代的1.28倍^[15];鱼类种类呈下降趋势^[15],1958年淀区鱼类有54种,属11目17科50属,而2002年仅剩33种,属7目12科30属^[11],生物多样性受损显著。群落类型也由原来的16种变为现在的13种,大面积轮叶黑藻、大茨藻等优势群落消失,物种分布格局发生了巨大变化,群落生物量较1980年大幅下降^[16]。

2 韧性理念下白洋淀水生态系统风险分析

雄安新区的建设为加强白洋淀流域的生态保护和修复工作提供了契机,在气候变化和城市建设强度增加的影响下,白洋淀水生态系统仍面临不小的风险。

2.1 极端干旱 干旱会导致湖库严重缺水,河道断流,水资源保障困难。整体而言,海河流域干旱问题十分突出,以中旱和重旱为主^[17]。在全球气候变化影响下,随着白洋淀流域生产、生活、生态用水需求的增加,干旱缺水问题将会十分突出。白洋淀区域内降水量季节间分布不均,年平均蒸发量远大于年均降水量,枯水年入淀水量更是难以补充。尽管通过外调水源向淀区补水,但上游多条河道常年断流。一旦发生连续极端干旱天气,整个流域将出现河湖干涸、地表水枯竭的状况,直接导致水系连通受阻,水循环受到影响,水生态系统安全风险加剧。

2.2 暴雨洪涝灾害 暴雨洪涝灾害会导致大量的面源污染物进入水体,加剧水环境污染,破坏水生态系统稳定性。淀区上游山区丘陵地带水土流失严重,季节性暴雨引起的洪水携带泥沙破坏河道功能,增加淀内沉积,使得水体变浅,同时造成水体透明度下降,加剧水生动植物生态系统失衡和水体水质的恶化。洪水冲击下各水生物多样性降低,调节能力变差,生态系统功能受到破坏,生态不稳定性增加。

2.3 人为扰动 城市建设和人为干预可能导致水污染和水生态系统的扰动。随着城市化建设,居民点增多,原有无序排放的生产生活污水和农业面源污染都将导致上游河流及淀区受到不同程度污染,破坏水体生态系统,长期累积的淀区存量污染物持续影响水生生物栖息地,破坏生物多样性及生态景观美化度。新区的建设发展,能加快推进白洋淀水域生态治理和修复,在淀区实施生态清淤、水质净化和生态补水等建设工作能保护和修复部分生态环境,但大规模工程建设对原有生物种群、生态群落及生活生境仍会造成不同程度

的影响,建设过程中对水域生态平衡仍有一定的风险冲击。

2.4 突发性重大水污染事故 从风险原因来看,突发性水污染事故有自然灾害、溢油事故、有毒化学品事故排放和泄露等原因造成。各类事故引起的污染因素很多,表现形式多样,且发生时间、区域、污染类型、影响主体具有不可预知性,处置存在艰巨性,是保护白洋淀水生态系统健康安全必须重视的一类风险。

3 白洋淀水生态系统规划建设策略

白洋淀多次干涸及环境污染对其水生态系统已造成了较严重的破坏。为保障白洋淀水生态安全,打造优美水生态环境,建设水城共融的雄安新区,需从增强系统韧性的角度,针对白洋淀区域面临的水生态主要风险,实施以河流、湖淀及滨水带为核心的“河-淀-带”韧性水生态系统规划建设。对白洋淀上游河流采取分类修复策略,实施河流廊道近自然化设计建设,强化淀区生态补水,实施淀区生物多样性保护和动植物恢复工程,完善滨水林带及浅水湿地生态功能,实施湖滨生态缓冲带建设。

3.1 分类构建河流蓝绿空间,实施自然化设计

3.1.1 河流生态修复差异化定位。根据入淀河流水资源及其开发利用现状,充分考虑水资源和水生态恢复潜力。对于河道内水体能够流动、流量达到生态基流与环境流量要求的,如白沟引河、萍河和瀑河部分时间和部分河段,可以打造成为“流动的河”,形成新城东西侧水脉网络重要部分;能够维持河流(段)常年保持一定的水面且具有一定生态条件的,如府河、孝义河、漕河以及潞龙河和唐河近淀河段,可实施修复治理后实现水质达到景观水体要求,形成“蓝色的河”;难以保持水面实现蓝色的河,如潞龙河和唐河控制性水库至近淀区之间的河段,可以打造成为“绿色的河”,通过河道疏浚与植被恢复为后期河流生态恢复奠定基础,实现河道通畅整洁,无水干旱时可见绿,雨季洪涝时可为蓝,形成可适应水量变化的弹性生态空间。

3.1.2 河流水岸近自然化设计。修复上游河流自然形态,利用河床石块局部涡流效果构筑自然弯曲水流形态,恢复河流在平水期、枯水期水流经过时的蜿蜒形态。撤去河岸硬质护坡和河床铺设的硬质材料,恢复河道的连续性和河底自然泥沙状态,给河流更多的空间,尽可能保持河流纵向和横向流态的多样性。

驳岸设计上,优先采取自然原型驳岸或自然性驳岸,以保护河道堤岸、还原堤岸原型,提高护岸自然化程度;空间充裕的河段,可以选用缓坡式进行分级,条件不足的依据实际情况,将缓坡式、台阶式和后退式堤岸结合起来,根据淹没周期性设计人工自然式驳岸。有条件的河段将硬质驳岸改造为更具韧性的自然生态驳岸,采用自然草坡护岸、石材护岸生态复合材料护岸等不同形式,打造丰富的岸线。不能恢复河流自然堤岸的地方,在保障河道行洪能力的前提下,结合植物、碎石以增强驳岸的稳定性和生态性。

3.1.3 景观节点多样化营建。对于白沟引河、府河和孝义河等有水河流,可在沿河道方向设计广场、沿堤设湿地泡等景

观节点,丰富原有单一形式岸线的平面布局;河道纵向上利用岸线高差,通过设立多级平台或台阶以及随水位变化的浮台等处理方式丰富空间层次。河流常水位时结合河道跌水、小品等景观和湿地植物带营建干湿多变的景观空间,暴雨洪涝时随水位变化可被淹没形成连贯泄洪通道,确保新区行洪安全。常年无水的河道可进行清淤疏浚,因势造型,布置各种适合湿地生长的植物,形成良好景观效果。

3.2 实施淀区生态修复工程,提升生物多样性

3.2.1 多举措生态补水。白洋淀流域水资源禀赋较差,单靠自身水资源难以满足生态需求,因此,在加大非传统水资源利用的同时,需基于生态调度理念,实现多水源联调补给生态用水。加快引水补淀工程及淀泊湖库连通工程建设,增加入淀补给通道,构建“多源互补、丰枯调剂”的补水体系。连通白洋淀上游已失去原有农业灌溉功能的小水库,逐步恢复河道径流,释放宝贵的生态水,形成一淀多廊的生态水网。探索区域内外其他水资源的利用,为白洋淀淀区补水带来更多可调控空间,以提高区域水系的生态承载力及应对气候变化的适应力。

3.2.2 动植物生态恢复。利用当地植物营造浅水型湿地系统,恢复淀区挺水、沉水植物带,如芦苇、莲、菹草、龙须眼子菜等维管束植物。实施动物恢复工程,对鲢鱼、鲫鱼、虾、蟹等进行增殖放流。充分尊重并维护白洋淀完整生态系统,在原有生物链基础上结合当地物种优化复合生物链,对多种沉水植物(常绿植物与季节性植物)、浮叶植物、挺水植物和草食性鱼类、杂食性鱼类、软体动物等种类进行人工辅助组合搭配,筛选、优化具有良好营养负荷削减、自我稳定性较高的目标生物链,防止湖淀水体富营养化,同时形成具有较强适应性和稳定性的湖淀生态系统,提高生态系统自我调节能力。

3.2.3 自然生境营建。加强生物栖息地的修复和保护,营造自然水生生境,形成良好的自然生态循环体系,为水生群落提供优质的水生环境。结合水深、土壤、植被等因素,营造适合鸟禽类栖息的岛屿、滩地。利用白洋淀水域辽阔、适合鸟类栖息和觅食的区域优势,丰富淀内水生植物种类,为鸟类提供适宜的生存、栖息空间,提升白洋淀作为丹顶鹤、大鸨、东方白鹳、天鹅等国家级珍稀野生保护鸟类的重要栖息地和迁徙停歇地的生态功能,保持淀区湿地生态系统完整性、稳定性,保护淀区独特的自然生境和景观。

3.3 丰富滨水过渡带,构建生态韧性屏障

3.3.1 构建滨水林带。构建沿白沟引河、府河、孝义河等入淀水系的滨水林带,恢复、改善或创建雄安新区内具备涵养水源功能的绿色弹性空间。采用林带、草带和湿地植物相结合的方式布局,避免植物种植的单一和单薄,结合景观因地制宜设计乔木、灌木、地被等各类植物发展空间,水边多种植挺水植物、浮叶植物,增加绿化立体空间。通过河岸绿色植物带及水体蓝色廊道的连接形成生态屏障,增强景观异质性的同时,充分发挥生态过滤的功能,提高抵抗外界破坏和干扰的能力,使新区水生态建设更具韧性。

3.3.2 设置湿地缓冲系统。在部分河流入汇点建设湿地缓冲带,利用土地优势在白洋淀外围构建植被过滤缓冲带、人工湿地等多重水质净化生态屏障工程,形成城市综合海绵体,充分减缓雨水径流速度,利用地表植被截留、滞蓄和下渗的作用,在削减暴雨洪峰径流的同时去除部分污染物,减少雨水径流及水体污染对白洋淀水生态系统的冲击影响,确保入淀水清水净。

3.3.3 丰富乡村滨水空间。依托白洋淀河淀相连、水村园田星罗棋布的独特地理特征,发挥自然本底优势,对村庄现有苇田荷塘进行微地貌改造和调控,依据自然地形地貌的进退及河淀水系形态配置乡土植物,形成不同条件的局部微地形景观环境,在有限的滨水空间范围内塑造更丰富的空间形态。充分利用乡村内用地空间,注重乡村防洪和滨水道路风貌整治需要,选择性地设置亲水平台、亲水踏步、亲水栈桥等场所设施,在不破坏生态的同时提升亲水性,实现与周边环境的和谐。

4 小结

白洋淀水生态建设是雄安新区打造高质量发展新型城市样板的重要组成部分。随着城市化建设,白洋淀及其周边环境将发生巨大变化。为此,在水生态系统规划建设中融入韧性理念,将有助于提高白洋淀自身的适应性,强化其风险应对能力及灾害恢复力,以便为建设雄安新区良好的生态环境发挥有力的推动作用。

参考文献

- [1] 朱党生,王晓红,张建永.水生态系统保护与修复的方向和措施[J].中国水利,2015(22):9-13.
- [2] KLEIN R J T, NICHOLLS R J, THOMALLA F. Resilience to natural hazards: How useful is this concept? [J]. Global environmental change part B: Environmental hazards, 2003, 5(1): 35-45.
- [3] HOLLING C S. Resilience and stability of ecological systems [J]. Annual review of ecology and systematics, 1973, 4: 1-23.
- [4] EVANS J P. Resilience, ecology and adaptation in the experimental city [J]. Transactions of the institute of British geographers, 2011, 36(2): 223-237.
- [5] 许婵,赵智聪,文天祚.韧性——多学科视角下的概念解析与重构[J].西部人居环境学刊,2017,32(5):59-70.
- [6] 俞孔坚.构建和修复一个健康的水生态系统[J].景观设计学(中英文),2021,9(4):5-9.
- [7] 冯海月.基于韧性理念下上海崇明东滩湿地修复策略[J].现代园艺,2021,44(7):149-150,157.
- [8] 张婷,刘静玲,王雪梅.白洋淀水质时空变化及影响因子评价与分析[J].环境科学学报,2010,30(2):261-267.
- [9] 王欢欢,白洁,刘世存,等.白洋淀近30年水质时空变化特征[J].农业环境科学学报,2020,39(5):1051-1059.
- [10] 李琳琳,王国清,秦攀,等.白洋淀水环境状况与治理保护对策[J].科技导报,2019,37(21):14-25.
- [11] 程伍群,薄秋宇,孙童.白洋淀环境生态变迁及其对雄安新区建设的影响[J].林业与生态科学,2018,33(2):113-120.
- [12] 杨泽凡,胡鹏,赵勇,等.新区建设背景下白洋淀及入淀河流生态需水评价和保障措施研究[J].中国水利水电科学研究院学报,2018,6(6):563-570.
- [13] 李娜,周绪申,孙博闻,等.白洋淀浮游植物群落的时空变化及其与环境因子的关系[J].湖泊科学,2020,32(3):772-783.
- [14] 田玉梅,张义科,张雪松.白洋淀水生植被[J].河北大学学报(自然科学版),1995,15(4):59-66.
- [15] 刘世存,王欢欢,田凯,等.白洋淀生态环境变化及影响因素分析[J].农业环境科学学报,2020,39(5):1060-1069.
- [16] 李峰,谢永宏,杨刚,等.白洋淀水生植被初步调查[J].应用生态学报,2008,19(7):1597-1603.
- [17] 严登华,袁喆,杨志勇,等.1961年以来海河流域干旱时空变化特征分析[J].水科学进展,2013,24(1):34-41.