

城市化进程对区域水环境质量演变的影响分析

姜 燕

南阳市生态环境局镇平分局 河南 南阳 474250

摘要: 城市化作为人类社会发展的核心驱动力之一,在推动经济增长、改善居民生活的同时,也对区域生态环境系统,特别是水环境质量产生了深远而复杂的影响。本文旨在系统分析城市化进程对区域水环境质量演变的作用机制、影响路径及空间异质性特征。通过梳理国内外相关研究进展,结合典型区域案例,从水文循环改变、污染负荷增加、生态空间压缩、基础设施滞后等多个维度深入剖析城市化对水质、水量及水生态系统结构与功能的影响。研究发现,快速且无序的城市扩张往往导致地表径流激增、非点源污染加剧、河流渠化、湿地萎缩及水体富营养化等问题,严重威胁区域水安全与生态健康。在此基础上,本文进一步探讨了基于“海绵城市”理念、流域综合治理、绿色基础设施建设及智慧水务管理等综合策略,以期协调城市可持续发展与水环境保护提供理论支撑与实践路径。

关键词: 城市化;水环境质量;非点源污染;水文循环;生态修复;可持续发展

引言

21世纪全球城市化进程加速,联合国预测到2050年近70%人口将居城市。中国城镇化率从改革开放初不足20%升至2023年超66%,重塑了国土空间,改变了自然生态系统。水作为生命、生产、生态之基,在城市化中受冲击剧烈。城市扩张侵占河湖水域与湿地,改变下垫面、重构排水系统、集中排污,系统性扰动区域水循环与水质。近年来,城市内涝、黑臭水体等问题频发,凸显城市化与水环境矛盾尖锐。深入探究城市化对区域水环境质量演变的影响机制,既是理解人地关系的关键科学问题,也是制定治理政策、实现城市高质量发展的现实需求。本文将多尺度、多维度解析影响路径,提出适应性管理对策。

1 城市化对水环境影响的理论基础与作用机制

1.1 城市化的基本内涵与阶段特征

城市化是一个包含人口、经济、社会、空间等多维度转型的复杂过程。在空间维度上,表现为建成区面积的持续扩张和土地利用/覆被(LUCC)的剧烈变化,尤其是不透水面(Impervious Surface Area, ISA)比例的显著增加。不透水面(如道路、屋顶、广场等)具有极低的下渗能力,是连接城市化与水文响应的核心纽带。根据城市化发展阶段理论,可将其划分为起步、加速、成熟及再城市化等阶段。在我国当前所处的加速向成熟过渡阶段,城市扩张速度快、规模大,但基础设施与管理水平往往滞后,导致“先污染、后治理”的被动局面普遍存在。

1.2 城市化影响水环境的核心作用机制

城市化主要通过四大机制影响区域水环境。首先,

水文循环过程发生根本性改变。不透水面取代自然植被和土壤,大幅降低了雨水入渗率,增加了地表径流量和径流峰值,缩短了汇流时间。这不仅加剧了城市洪涝风险,还减少了地下水的补给,导致基流减少甚至河流断流。其次,污染负荷显著增加并发生空间转移。城市作为人口、产业和消费活动的高度集聚区,产生大量生活污水、工业废水及初期雨水径流污染。这些污染物若未经有效处理,将直接排入受纳水体,造成严重的点源与非点源污染^[1]。第三,水生态空间遭受持续挤压与破碎化。城市扩张直接填埋、侵占河湖、湿地等天然水体,同时通过河道渠化、硬化岸线等方式,破坏了水生生物的栖息地,削弱了水体的自净能力和生态服务功能。最后,水资源供需矛盾不断激化。城市人口和产业的集中导致用水需求急剧上升,过度开采地表水和地下水,引发水资源短缺、地面沉降等一系列次生环境问题。

2 城市化对区域水环境的具体影响表现

2.1 水量平衡失衡:从洪涝到干旱

城市化打破了原有的自然水平衡,使得区域水文情势呈现出极端化趋势。在强降雨事件中,由于城市地表大量被不透水材料覆盖,雨水无法有效下渗,迅速形成高强度的地表径流。加之城市排水系统设计标准偏低或维护不善,极易在短时间内造成道路积水甚至严重内涝,对居民生命财产安全构成直接威胁。2012年北京“7·21”特大暴雨所引发的城市内涝灾害,正是这种水文效应的极端体现。而在非雨季或枯水期,由于地下水得不到充分补给,加上城市大量取用水资源,许多穿城河流的基流显著减少,部分中小河流甚至出现季节性或常年性断流。华北平原上的永定河、滹沱河等历史名河长期干涸,不仅

丧失了生态功能，也割裂了城市与自然的联系，使得“有水皆污、有河皆干”成为不少北方城市的普遍困境。

2.2 水质恶化：点源与非点源污染的双重夹击

2.2.1 点源污染

尽管近年来我国污水处理厂建设取得了巨大成就，但在一些快速发展的中小城市或城乡结合部，管网覆盖率不足、雨污合流制溢流（CSOs）等问题依然突出。大量未经处理或处理不达标的生活污水和工业废水直接排入水体，是造成水体氨氮、总磷、化学需氧量（COD）等指标超标的主要原因。

2.2.2 非点源污染（面源污染）

随着点源污染控制力度加大，非点源污染已成为影响城市水环境质量的主导因素。城市非点源污染主要来源于降雨径流对城市地表（道路、屋顶、绿地等）上累积的污染物（如油类、重金属、氮磷营养盐、有机微粒等）的冲刷和携带^[2]。研究表明，城市径流中的污染物浓度有时甚至高于未经处理的生活污水。这种污染具有随机性强、分布广、难监测、难控制的特点，是当前水环境治理的难点。

2.3 水生生态系统退化：从“有水”到“有好水”

城市化对水生生态系统的干扰是全方位的，导致其结构与功能严重退化。在物理层面，为了防洪、航运或土地开发的需要，许多城市河流被裁弯取直、岸线被混凝土硬化，原有的蜿蜒形态和浅滩深潭等多样生境消失殆尽，河流失去了其自然的动态性和生态廊道功能。在化学层面，持续的污染物输入导致水体溶解氧含量降低，有毒有害物质累积，直接毒害鱼类、底栖动物和水生植物。在生物层面，本地物种因栖息地丧失和水质恶化而大量减少甚至灭绝，外来入侵物种则可能趁虚而入，进一步扰乱生态平衡。最终，许多曾经清澈见底、生机盎然的城市河流，退化为缺乏生物多样性、丧失自净能力的“死水”或“黑臭水体”。这种退化不仅意味着生态价值的丧失，也切断了市民与自然的情感纽带，使得城市水环境从满足基本生存需求的“有水”，向追求更高质量生活的“有好水”目标迈进变得异常艰难。

3 影响的空间异质性与典型案例分析

城市化对水环境的影响呈现出显著的空间分异特征。这种异质性主要源于区域自然本底条件（如气候、地形、地质）、经济发展水平、城市规划理念及环境治理能力的差异。

3.1 东部沿海发达地区：高密度开发下的复合型压力

以长三角、珠三角城市群为代表的东部沿海发达地区，其城市化水平高、经济密度大、不透水面比例极高。

这些地区的水环境问题呈现出典型的复合型特征。一方面，高强度的工业和生活活动产生了巨大的点源污染负荷；另一方面，密集的城市建成区和频繁的降雨共同催生了严重的非点源污染。此外，该区域河网密布，但水体流动性普遍较差，加之农业面源污染的叠加，使得整个流域的氮磷负荷长期处于高位。太湖流域便是典型案例，尽管投入了数百亿元进行综合治理，蓝藻水华问题仍时有发生，根源在于流域内巨大的、持续性的营养盐输入，这反映了高密度城市化背景下水环境治理的长期性与复杂性。

3.2 中西部快速崛起地区：基础设施滞后带来的挑战

在中西部一些正处于加速城市化阶段的城市，如部分省会城市及新兴地级市，其发展模式往往是“摊大饼”式的快速扩张。城市框架迅速拉开，吸引了大量人口迁入，但配套的环境基础设施建设却严重滞后。污水处理厂的处理能力跟不上污水产生量的增长，污水收集管网覆盖率低，雨污分流改造进展缓慢。这导致新增城市人口所产生的污染负荷无法得到有效削减，新城区的水环境问题可能比经过多轮整治的老城区更为严峻。这种“重建设、轻配套”的发展模式，使得水环境成为制约城市可持续发展的瓶颈。

3.3 北方缺水型城市：资源与环境的双重约束

以京津冀地区为代表的北方城市，其水环境问题的独特性在于水资源禀赋的先天不足与后天污染的叠加。这些地区本身降水稀少、蒸发强烈，属于资源型缺水地区。城市化的快速推进在加剧水污染的同时，更放大了水资源短缺的危机。为了满足庞大的城市用水需求，不得不长期、大规模地超采地下水，导致区域性地下水位持续下降，形成了大面积的地下水漏斗区。这不仅威胁到城市供水安全，还引发了严重的地面沉降等地质灾害，对城市基础设施安全构成潜在威胁。在此背景下，水环境治理不仅要解决“质”的问题，更要统筹解决“量”的问题，任务尤为艰巨。

4 协调城市化与水环境保护的路径探索

面对城市化带来的严峻水环境挑战，必须摒弃传统的“末端治理”思维，转向系统性、源头性的综合管理策略。

4.1 推广“海绵城市”建设理念

“海绵城市”是一种基于自然的解决方案（NbS），其核心思想是尊重自然水文规律，通过一系列绿色基础设施，让城市像海绵一样，在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”。具体而言，应在城市开发的源头推广绿色屋顶、透水铺装、下沉式绿地和植

草沟等设施,增加雨水就地下渗,从源头削减径流总量和峰值。在过程中,应结合公园、广场等公共空间,建设雨水花园、调蓄塘和人工湿地,对无法下渗的雨水进行滞留、净化和缓释,延缓其进入市政管网的时间^[1]。最终,将这些分散的“绿色”设施与传统的“灰色”基础设施(如管网、泵站)进行系统整合,构建一个既能有效防洪排涝,又能促进水资源循环利用的韧性城市水系统。

4.2 强化流域综合治理与系统修复

水环境问题本质上是流域尺度的问题,任何局限于行政边界或单一河段的治理都难以取得长效。因此,必须打破行政区划限制,实施全流域、山水林田湖草沙一体化保护和系统治理。首要任务是控源截污,即完善污水收集管网体系,全面推进雨污分流改造,提升污水处理厂的处理标准和运行效率,从源头上减少污染物入河。对于已经内源污染严重的水体,需科学评估后进行环保疏浚。在此基础上,应大力开展生态修复工程,恢复河流的自然蜿蜒形态,拆除不必要的硬质护岸,采用生态工法重建滨水植被缓冲带,为水生生物提供多样化的栖息环境,从而系统性地提升水体的自净能力和生态健康水平。

4.3 构建智慧水务管理体系

在数字化时代,充分利用物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术,是提升水环境治理效能的关键。通过在水源地、污水处理厂、管网节点、河流断面等关键位置部署智能传感器,可以构建覆盖“源-厂-网-河”全链条的实时感知网络。依托强大的数据平台,管理者能够对水质、水量、雨情、设备工况等信息进行精准监测、智能预警和仿真模拟,从而实现对城市水系统的优化调度和科学决策^[4]。例如,在暴雨来临前,可通过智慧平台预降水位、腾空调蓄池,最大限度减轻内涝压力;在日常管理中,可精准定位管网渗漏或非法排污点,提高执法效率。智慧水务的建设,将使水环境管理从经验驱动迈向数据驱动。

4.4 完善制度保障与公众参与

有效的技术路径必须有坚实的制度保障和广泛的社

会共识作为支撑。在顶层设计上,应健全水环境保护的法律法规体系,制定更为严格的污染物排放标准和水环境质量考核目标,并明确各级政府、企业和社会组织的责任边界。在资金投入上,应创新投融资机制,鼓励采用政府和社会资本合作(PPP)等模式,引导更多社会资本投向水环境治理领域。更为重要的是,要大力倡导绿色低碳的生活方式,通过广泛的环保教育和宣传,提升公众的节水意识和环保责任感,引导市民积极参与垃圾分类、减少化学品使用等源头减污行动,形成全社会共同守护水环境的良好氛围。

5 结语

城市化进程对区域水环境质量的影响是深刻、广泛且复杂的。它通过改变水文循环、增加污染负荷、压缩生态空间等多重路径,导致了水量失衡、水质恶化和生态系统退化等一系列问题。这种影响在不同区域因自然和社会经济条件的差异而呈现出显著的空间异质性。未来,协调城市发展与水环境保护的关系,关键在于转变发展理念,从“征服自然”转向“与自然和谐共生”。必须坚持系统思维,将水环境治理融入城市规划、建设和管理的全过程。通过大力推广“海绵城市”建设、实施流域系统治理、发展智慧水务以及完善制度保障,构建一个具有韧性、健康、美丽的城市水生态系统。唯有如此,才能真正实现城市的高质量、可持续发展,为子孙后代留下绿水青山。

参考文献

- [1]杨益,张彦宁.降雨强度和城市化对城市湖泊水环境的影响[J].黑龙江水利科技,2023,51(09):168-170.
- [2]郝韶楠,庞红璐,许莉萍,等.南方平原河网快速城市化地区水环境综合治理方案[J].四川水力发电,2021,40(06):6-10.
- [3]张擎翰,孙景昆.城市化发展中水污染控制与水环境综合整治技术研究[J].低碳世界,2021,11(02):24-25.
- [4]王开然.城市化进程中济南泉域岩溶地下水水文地球化学演化特征及其水环境响应.山东省,山东省水利科学研究院,2022-10-28.