

# 城市重要水系水环境提升技术路线研究要素探索

黄福强

南昌市城市规划设计研究总院集团有限公司

**摘要：**随着城市化的迅速加快，人口聚居程度也日益增加，工业化的脚步加剧了水体环境的污染问题。在城市初期建设阶段，水利设施主要侧重于防洪和排水，忽视了其生态和景观功能，因而引发生态系统平衡被破坏，对自然环境造成了深远影响，同时也阻碍了市民对高品质生活的期望。因此，及时并有效地进行城市水系水环境的治理和修复显得尤为重要和迫切。我们需要探索能够保护生态平衡的技术策略，以优化人类居住条件。本文将探讨水环境治理的重要性，并分析现存问题和难点，并提出相应的解决方案和研究方向，希望对行业相关人士给予一定的借鉴。

**关键词：**城市重要水系；水环境；提升技术路线；研究要素

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.20.002

随着环境恶化，尤其是城市水体污染的日益严重，目前，国家已出台多项政策和文件，明确提出所有省会城市必须在2020年底前解决城区内黑臭水体的问题。为了响应国家策略，各地城市对此给予了高度重视，推出了一系列措施，并投入大量资源以支持整治行动，甚至在某些地区设立了专门的管理岗位，以建立持久有效的治理机制。但是，鉴于城市水体治理的时间紧迫性和任务艰巨性，现有的技术手段在全面性和前瞻性上仍显不足。即使目前取得了一些进展，仍有若干技术难题需要克服。因此，亟须识别并解决水体治理的关键问题，采取更有针对性的策略，以持续改进水质，促进生态平衡，进而提升居民的生活环境质量。

## 一、城市重要水系水环境治理的必要性和迫切性

水资源的污染问题已逐步发展成为制约国家经济进步的关键要素，已备受各大城市的重视。在我国，水资源短缺、水质恶化和洪水灾害的频繁发生等问题构成了水问题的核心威胁。尤其是主要城市水系的污染，其引发的灾害影响深远且持续时间长，由于其潜在危害往往在一段时间后才会展露，因此往往容易被忽视。加强城市水系的环境保护工作至关重要，这将有利于保障重点流域集中式饮用水源的安全，同时可以明显改善跨省交界处的水质。确保大型工业企业的排放符合标准，控制水污染物的排放总量，提升流域水环境的监管力度以及水污染预警和应急响应能力，这些都是实现这一目标的关键步骤<sup>[1]</sup>。治理水资源污染已经成为确保全国水环境安全不可或缺的环节。水作为一种基本的资源，对国家的经济发展和社会和谐起着决定性的作用。对关键水系

的污染治理是实现减排目标的关键策略，而减排则是改善环境质量的根本途径，同时也是转换经济发展模式的核心策略。坚决执行主要城市水系的污染治理工作，能有效加强各流域污染减排的统计、监管和评估，推动各项任务目标的完成，从而显著提高水质。

## 二、目前城市重要水系水环境治理中存在的问题

我国生态系统的健康受到城市水系污染的严重威胁，基于最新的实地研究与数据统计，截至2018年底，据全国城市污水改善追踪平台记录，全国有超过2100条城市水体被标记为水质问题严重的“黑臭”区域。其中有1745条已完成了整治工程，264条正在进行，另外还有91个项目计划进行治理。尽管部分水系已实现短期改善，长期保持优良状态的挑战依然严峻，复发风险不容忽视。在整体的水系治理历程中，包括初期的洪水防范、河道改造以及后期的自然恢复策略，各城市正逐步探索新的治理路径。但在这一进程中，我们面临着一系列治理难题，主要表现在以下几个方面：

### （一）未能精准治理内源污染，淤泥处理效果不佳

内源性污染在水环境问题中有着重要作用，包括污水排入水体和地表径流的污染都属于这一类别的重要组成部分。但是，目前对这类污染的治理面临着一些难题，如清淤方案和源头控制措施缺乏实际操作方案。如果内源污染未能得到有效清除，或者清理方法不当，可能会导致水质恶化，且恢复原始状态的过程可能相当漫长。另外，水体底部的沉积物量大面广，根据当前的市场调查，尚缺乏高效处理技术。通常采取的简单脱水后运至开阔地堆积的方法为主，资源的再利用率极低。

### （二）面源污染控制技术不足

目前，海绵城市的构建被视为国家的建设重点策略，然而这一过程需要一定的实施周期。在完成海绵化改造之前，地表径流的污染容易渗透到雨水系统中，即使内部设有调蓄池，也未能充分解决如何有效地降低地表径流污染的难题，这是一个当前亟待解决的问题。对于河流的污水处理系统，虽然一些专家提议采用调蓄措施，但在后续的管理和维护方面还存在着一定不足。此外，尚未充分理解面源污染负荷对整个水系水质环境的具体负面影响。

### （三）未能实现雨水与污水分流

在城市的旧居民区和城中村里，河流制管道的普遍存在使得短期内无法进行全面拆除。随着雨季的到来，截流的水量大幅提升，加剧了水系的环境污染，水质因此明显恶化。在重度污染区域，这种影响可能长达一个

月以上,这些地方往往存在着复杂的雨污混合系统。由于治理的复杂性和广泛性,许多来自阳台和厨房的污水并未进入污水处理系统,而是直接流入雨水系统,导致水污染问题更为严峻。对现有管网的调查揭示了其结构缺陷,如污水管道输送能力不足和管道阻塞问题,这些都导致了污水流入雨水系统的问题<sup>[2]</sup>。

#### (四) 未能有效解决水动力问题

随着城市化进程的加速推进,不少建成区内的早期发展规划未能充分考虑合理性,导致众多自然水道被填埋,尽管已经实施了全面的污染源控制和截污措施,但这些行动并未能从根本上解决水体污染问题。为了适应水利工程的调度要求,区域内水系的动力状态普遍不足,加上不完善的水环境生态系统,其自我恢复能力减弱,因此无法有效改善水系的污染状态。

#### (五) 箱涵截污、清淤工作不到位

当前的城市水网系统中,箱涵具有重要地位,这主要源于早期土地利用的紧凑性,导致它们常被建筑物覆盖,因此进行管理和改善的工作面临巨大挑战。通过详细的实地调研发现,许多箱涵存在严重的堵塞问题,垃圾堆积现象突出,且内部污染源错综复杂,加大了治理的复杂性。在干燥季节,可以通过设置闸门来收集污水,然而到了雨季,污水则会溢出,流入下游水体,导致水质恶化。

### 三、城市重要水系水环境提升技术路线研究

针对关键城市主要水体的水污染控制尚缺乏完善的实践,这些水体内部的污染源复杂多样。如不对当前状况进行深入研究、整体规划和纠正策略,将难以取得显著的整治效果。为了从根本上改善水系的水质,要坚持根据当地实际情况制定治理策略,提出一系列针对性的水质改善方法。要实现初步目标,首要任务包括以下几个方面:

#### (一) 借鉴海绵城市建设,治理面源污染

一来,为应对当前地表径流的污染问题,我们可以充分利用海绵城市的理念强化雨水储存和调节工作。对雨水管道内的沉积物,应提高清理频率,同时在排水口前设置污染拦截设备以减少污染排放。对于垃圾污染,可以根据实际情况设立专门的垃圾集中收集区来进行有效管理。再者,面对养殖污染,应当设置有效的污染处理设施;若种植活动导致了污染,应及时调整种植种类,并采取如生态缓冲带等技术手段来治理。

借助科技手段,可全面实施深水区域的绿色水质净化计划,构建植物浮岛以修复水体。通过栽种多样化的水生植物,有效消除河道的污染,抑制蚊蝇滋生,进一步推动环境污染治理的深化。此举旨在确保河床清洁,水质改善,同时增强水生生物群落的稳定性,打造宜人的水面景观,绿化河道,切实推进污水体向生态化转型的策略落实。国家领导人曾强调,绿水青山就是金山银山

山,利用各种水生植物恢复生物群落的内在平衡至关重要,也是水环境修复的核心指标<sup>[3]</sup>。因此,需深入了解各类水生植物的功能,并遵循相应的配置原则,将它们广泛应用于水环境治理中,以确保治理成效。

#### (二) 借力高光谱遥感技术,动态化监测水环境

高光谱遥感技术以其独特的优越性,如高效性和精确性,在监测城市水环境中不同污染程度和源头方面展现出显著效果,能够实现对水环境的动态追踪和监测,为选择精准的治理策略提供有力支持。根据我国的水质管理和保护目标,地表水被划分为五个类别,依次是I类至V类,每个类别对应不同的标准数值,反映了各类水域的功能要求。高标准的水域类别与低标准的类别之间存在差异。

将高光谱遥感技术巧妙地应用于水系水质监控,其优势在于它能全面考虑多种潜在指标,凭借光谱特性间的独特差异性,识别出污染的关键促使因素,从而揭示水体污染的确切源头。遥感技术在这一领域的应用展现了以下几个核心功能:首先,它通过分析水体的光学特性来评估浑浊度。悬浮微粒的存在导致水体的散射和反射增强,从而影响反射率。通过研究0.65-0.8um波段的最优监测窗口,通过比较蓝光和绿光的反射率比例,可以准确测量水体的浑浊程度<sup>[4]</sup>。其次,在城市污水处理方面,由于富含有机物,严重的污染会导致水体颜色变暗,反射率显著降低。借助红外传感器,能够识别出水体中的氢氧化合物和酸类等污染物,使得城市重要水系的污染源追踪变得可能。最后,对于热污染的调查,通过利用温度效应的差异,遥感技术能有效地定位污染排放源,并揭示污水的实际分布和扩散范围,为后续的管理决策提供详细的基础数据。

#### (三) 加强雨水与污水分流措施

城市水系污染治理的根本保障在于源头控制和截污工作,其中,分离雨水和污水是非常关键的环节。全国各地的城市都在大力推进这一措施,以期从根本上实现两者分流。在实施雨污分流的区域内,应确保全面而实际地执行,防止污水流入水体,并且着重强调治理措施的实效性。对于条件尚不成熟的地区,应当依据实际情况制定相应的管理策略和应急计划。对于那些已经建成但污水排放未到位的房屋,应当调整原有的管道布局,使之与污水系统对接,并增设雨水排放设施<sup>[5]</sup>。尽管在多个水系整治项目中,整体水质改善并不明显,主要原因是对管网系统的了解不足,治理措施缺乏整体性和结构性。因此,首要任务是进行全面的管网调查,以了解各个区域的实际功能和问题点,消除雨污混接现象,这样才能真正实现源头控制和截污的目标。

#### (四) 有效解决水系底泥,优化水动力

一方面,对河道底泥进行全面分析,并据此采取适当的治理措施,以科学且谨慎的方式处理底泥污染。如

果底泥中含有高浓度的金属元素，应立即进行彻底清除。在考虑建立水下森林的情况下，可以保留适量的底泥以支持植物的生存率，但必须谨慎使用化学试剂，防止干扰原有的生态系统平衡，进而引发二次污染。同时，要进行详尽的环境影响评估。另一个关键方面是解决水动力问题。根据历史案例，即使控制了污染源并治理了内源污染，若未能从根本上解决水动力问题，水体环境仍可能反复恶化。因此，需要从城市整体规划的战略角度出发，寻找并实施有效的解决方案。国内多个城市的成功案例提供了宝贵的经验，可以根据具体项目情况，借鉴并解决水动力不足的问题。

### （五）根据当地具体情况，因地制宜地解决箱涵

水环境治理首要任务是控制污染源并截断污染传输，其中箱涵的状况是这一过程中的关键环节。在全国范围内，这项任务的实施都面临着重大挑战，不开箱涵则治理效果难以确保，而開箱涵又会引发如时间安排等多重内部冲突。经济条件允许的城市可以考虑在城市规划和建设中整合箱涵工程，恢复水面原貌，以促进生态环境的全面提升<sup>[6]</sup>。对于条件有限的地区，应根据实际情况制定合理的周期，设置维护期，并在箱涵出口处安装必要的截污设施，确保旱季污水不流入下游水道。在雨季，应采用旁路处理策略，以保证水系治理的有效性和稳定性。

## 四、项目实践案例分析

### （一）工程概况

张家口的清水河全长109公里，其流域覆盖2380平方公里，水深介于1.5至2.8米之间。尽管河道内的混凝土河床和硬质铺装有效实现了蓄水功能，防止了污水渗透并隔绝了污染源，但却对河床的自然通风和生物多样性产生了负面影响。这一变化导致每年旱季时，水体出现富营养化，水质显著恶化。在长时间日照下，水温急剧上升，刺激了水生植物的过度繁殖，短时间内即覆盖水面，降低了水体的氧气含量，进而加剧了由富营养化引发的污染。这导致大量水生生物因缺氧而死亡，使得水质变得浑浊，透明度显著下降，生态系统短期内失衡。根据检测，该河道的水质指标显示，COD、TP、NH-N的浓度分别为225.4mg/L、10.6mg/L和1.0mg，远超正常标准。因此，为了改善水系统的生态环境，降低水体污染物浓度，我们必须依据当前水环境污染的实际状况，制定出相应的优化治理措施和技术方案，以确保水环境治理工作的有效性和持久性。

### （二）针对上述河道问题进行水环境治理

针对该河道的实际污染状况，有必要实施一系列综合性的治理策略，以增强治理的针对性和实效性。首要任务是，巡查团队需确保库区内无污水流入。自2004年至2009年，清水河改造工程竣工并投入使用，外源排污口已全面封堵，雨污分流工程初步显现成效。然而，

由于河道长期运行，加之上游缺乏大型蓄水设施，河道坡度陡峭，导致大量泥沙沉积，库区淤积问题显著。因此，应积极引入生物酶技术，以提高内部淤泥的转化效率，有效地进行内源控制。其次，通过在河道中设置水生植物浮岛，可以改善水质，提升生态系统的功能。在河道上游，应设立先进的净化设施，处理后的水体污染物浓度显著降低。具体表现为：COD浓度降至30.8mg/L，水体呈现出浅绿色； $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度降至7.8mg/L；TP浓度降至0.2mg/L。这些措施共同作用，旨在实现河道环境的根本改善。

最后，我们全面采纳遥感科技，实时监控河道环境变化，在清水河监控中心，高清泵站实况视频监控技术得以深度应用，实时传输着库区的动态监测数据和影像资料，确保高效运营。这些举措为张家口作为首都“两区”的生态守护者注入了坚实的力量，致力于水源保护、抵御风沙侵袭，输送清新的空气。我们致力于推动张家口生态建设的高品质进程，强化生态优势，推行山水林湖草沙的整体性保护和依法治污策略，积极推行碧水蓝天绿化战略！以生态修复和水质环境提升为核心，为张家口未来“两区”建设打下了坚实的生态基石。

## 结语

城市的关键水系目前遭受着复杂的水体污染问题，这是一个涉及多方面、整体性的任务。在缺乏全面考虑其内在因素的情况下，很难实现有效地治理。应该依据当前城市水系水环境的治理状态，识别并理解其中的主要挑战，再根据水域的具体条件，制定出针对性的解决策略。这包括从根本上解决水系污染问题，加大资金和技术的投入以强化水面污染的整治工作，同时不断探索和采用更先进、更高效的改善措施，以维护水环境的生态平衡，并为未来的治理提升提供经验和借鉴。

## 参考文献

- [1] 丁敏. 城市重要水系水环境提升技术路线研究[J]. 中国市政工程, 2020(4): 31-33
- [2] 杨朝彬. 城市河道水质多级净化技术研究[J]. 中国农村水利水电, 2024(4): 83-87
- [3] 张振邦. 生态文明背景下城市水系综合治理策略探讨: 以福州市晋安东区为例[J]. 湖南城市学院学报(自然科学版), 2023, 32(2): 61-67
- [4] 马春华, 谈祥. 上海市普陀区外浜水系水环境治理与新技术运用[J]. 水资源开发与管理, 2021(5): 26-30
- [5] 毛莹, 张洪杰, 王开春, 吴连丰, 黄毅贤. 海绵城市视角下水系生态环境需水量计算研究[J]. 中国给水排水, 2024, 40(6): 23-26
- [6] 以金川河水环境提升工程为例[J]. 中国资源综合利用, 2019, 37(12): 149-155.