

雨污混接对城市水环境的影响及整治对策

梁 亚

南阳市生态环境局镇平分局 河南 南阳 474250

摘要: 随着我国城镇化进程的不断加快,城市排水系统面临前所未有的压力。在许多老城区和快速扩张的新建区域,由于历史原因、规划设计滞后或施工不规范,普遍存在雨水与污水管道混接的问题。雨污混接不仅削弱了污水处理系统的效能,更在降雨期间导致大量未经处理的混合污水溢流至自然水体,严重破坏城市水环境质量,威胁生态系统安全与公众健康。本文系统分析了雨污混接的成因类型及其对城市水环境造成的多重负面影响,并结合国内外典型案例,从政策法规、技术手段、管理机制和公众参与等多个维度提出系统性整治对策。研究表明,推进雨污分流改造、强化源头管控、完善监测体系与构建智慧化管理平台是实现城市水环境可持续治理的关键路径。

关键词: 雨污混接;城市水环境;合流制;分流制;溢流污染;整治对策

引言

城市水环境是衡量城市生态文明建设水平的重要指标。近年来,尽管我国在污水处理设施建设方面取得显著进展,但许多城市内河、湖泊仍存在黑臭、富营养化等问题,其根源之一在于排水系统的结构性缺陷——雨污混接现象普遍存在。所谓“雨污混接”,是指本应分别收集雨水和污水的管道系统在实际运行中发生交叉连接,导致污水进入雨水管网或雨水进入污水管网的现象。这种非正常连接打破了排水系统的设计逻辑,造成污水处理厂超负荷运行、雨水排口直排污染、河道水质恶化等一系列连锁反应。尤其在南方多雨地区,短时强降雨频发,雨污混接问题在汛期尤为突出。根据生态环境部发布的《城市黑臭水体整治工作指南》,全国36个重点城市中,超过80%的黑臭水体与雨污混接、管网错接漏接密切相关。因此,深入研究雨污混接对水环境的影响机制,并提出科学有效的整治对策,对于提升城市水环境治理能力和实现“美丽中国”战略目标具有重要的现实意义。

1 雨污混接的成因与类型

1.1 历史遗留问题

我国早期城市建设普遍采用合流制排水系统,即雨水和污水共用一套管道。随着城市规模扩大和环保要求提高,自20世纪90年代起,新建城区逐步推行雨污分流制。然而,在老城区改造过程中,受限于地下空间复杂、资金不足、施工难度大等因素,许多区域未能彻底实施分流改造,导致合流管与分流管并存,形成“名义分流、实际混接”的局面。这种历史形成的管格局难以在短期内彻底改变,成为当前雨污混接问题的主要来源之一。

1.2 规划设计与施工缺陷

部分新建小区或工业园区在规划设计阶段未严格执行雨污分流标准,或虽有设计但施工过程中偷工减料、随意变更管线走向,造成污水管接入雨水井、阳台立管误接至雨水系统等典型混接问题^[1]。例如,住宅阳台洗衣机排水常被接入雨水立管,直接排入河道,成为面源污染的重要来源。这类问题往往在项目验收阶段被忽视,待投入使用后才逐渐暴露,整改成本高且影响居民生活。

1.3 用户端私接乱排

部分商户、居民为图便利,擅自将厨房废水、洗车污水、工业废水等接入雨水管网,规避污水处理费用或简化排放流程。此类行为隐蔽性强、监管难度大,是雨污混接的重要人为因素。尤其是在商业密集区和城乡结合部,缺乏有效执法和日常巡查,使得私接乱排现象屡禁不止,成为水环境污染的“灰色地带”。

1.4 管网老化与破损

地下排水管网长期运行后出现沉降、破裂、接口错位等问题,导致相邻的雨水管与污水管之间发生渗漏或串流。尤其在地下水位较高的区域,污水可能渗入雨水管,反之亦然。这种由物理结构损坏引发的混接问题,往往难以通过常规排查发现,需依赖专业检测设备才能准确定位,给系统维护带来较大挑战。

1.5 混接类型分类

根据混接位置和流向,可将雨污混接分为污水入雨型、雨水入污型、双向混接型和末端混接型。其中,污水入雨型最为常见,表现为生活污水或工业废水直接排入雨水系统,造成河道污染;雨水入污型则使污水管网在降雨期间流量激增,超出处理能力;双向混接型多出现在水位波动剧烈或泵站调度失当的区域,雨水与污水

相互倒灌；末端混接型则通常发生在排口或泵站处，因人为合并排放通道而形成。不同类型的混接对水环境的影响机制各异，需采取针对性的识别与整治策略。

2 雨污混接对城市水环境的影响

2.1 加剧水体黑臭与富营养化

雨污混接导致大量有机污染物（如COD、BOD₅）、氨氮、总磷等随雨水排入河道。在低流速、高温条件下，微生物分解消耗水中溶解氧，引发水体缺氧、发黑发臭。同时，氮磷营养盐输入促进藻类暴发，加剧水体富营养化，破坏水生生态系统平衡。

2.2 降低污水处理系统效能

雨水入污型混接使污水管网在降雨期间流量激增，超出污水处理厂设计处理能力，迫使部分污水未经处理直接溢流（CSO, Combined Sewer Overflow），或稀释进水浓度，影响生物处理单元的稳定运行。例如，某污水处理厂在暴雨期间进水COD浓度骤降至50 mg/L以下，导致活性污泥系统崩溃，出水水质严重超标。这种“冲击—稀释—失效”的恶性循环，不仅浪费了宝贵的处理资源，还可能造成二次污染，削弱整个城市水污染治理体系的可靠性。

2.3 增加城市内涝风险

虽然雨水入污看似“减轻”了雨水管网压力，但实质上占用了污水系统的输送能力。当污水管网因混接雨水而满负荷甚至超负荷运行时，一旦遭遇强降雨，整个排水系统协同能力下降，反而可能加剧局部内涝。此外，混接点常伴随管道淤积、堵塞，进一步削弱排水效率^[2]。在极端天气频发的背景下，雨污混接已成为城市韧性排水体系建设中不可忽视的薄弱环节。

2.4 污染地下水与土壤

在管网破损或检查井密封不良的情况下，混接污水可能渗入地下，污染浅层地下水和周边土壤。尤其在老旧工业区，若混入重金属或有毒有机物，将造成长期生态风险。这种污染具有隐蔽性和滞后性，往往在多年后才被发现，治理难度大、成本高，对区域生态环境安全构成潜在威胁。

2.5 影响城市形象与公众健康

黑臭水体不仅影响城市景观，还散发恶臭、滋生蚊蝇，传播疾病。长期暴露于污染水体周边的居民，其呼吸道、皮肤及消化系统健康可能受到威胁。此外，公众对水环境质量的不满也会影响政府公信力与城市宜居度。在生态文明建设日益受到重视的今天，水环境质量已成为衡量城市治理现代化水平的重要标尺，雨污混接问题若得不到有效解决，将制约城市高质量发展。

3 国内外整治经验与案例分析

3.1 国内实践

上海市自2018年起全面推进“雨污混接普查与改造三年行动计划”，累计排查混接点超10万个，重点整治住宅小区、沿街商铺、企事业单位等源头混接问题。通过“一点一策”整改方案，结合海绵城市建设，显著改善苏州河等骨干河道水质。该市的经验表明，系统性普查、分类施策与多部门联动是成功整治的关键。深圳市则采用“厂-网-河”一体化管理模式，建立排水户许可证制度，强制新建项目实施雨污分流验收。同时，利用AI视频监控识别雨水排口异常排水行为，实现动态监管，体现了技术赋能与制度创新的有机结合。

3.2 国际经验

德国在合流制区域广泛采用“截流井+调蓄池”组合措施，在降雨初期截留高浓度混合污水送至处理厂，后期较清洁雨水溢流，有效控制溢流污染。同时，严格立法禁止任何形式的雨污混接，违者重罚，形成了强有力的法律威慑。美国通过《清洁水法》授权EPA推行“MS4（Municipal Separate Storm Sewer System）许可制度”，要求地方政府制定雨水管理计划，定期排查并修复非法排放源。波特兰市通过绿色基础设施（如雨水花园、透水铺装）减少径流量，间接缓解混接压力。这些国际经验表明，技术工程措施必须与法治保障、公众参与和生态理念深度融合，才能实现长效治理。

4 整治对策与建议

4.1 完善法规标准与责任机制

许多地方性法规对混接行为仅作原则性禁止，缺乏明确的认定标准、处罚细则和追责路径，导致执法实践中“无法可依”或“有法难执”。因此，亟需从国家层面修订《城镇排水与污水处理条例》，增设专门条款，明确界定雨污混接的违法性质，并设定阶梯式法律责任，包括限期整改、罚款、暂停排水许可乃至追究刑事责任等措施。同时，应建立“排水户责任制”，将物业服务单位、企事业单位、个体工商户等纳入责任主体范畴，要求其内部排水管网的合规性承担法定责任。在此基础上，推行“谁污染、谁治理”原则，对屡查屡犯或造成严重水环境污染的主体实施按日连续处罚、纳入社会信用黑名单等联合惩戒机制，形成强有力的制度威慑，从根本上扭转“混接无成本、整改无动力”的现状。

4.2 系统推进雨污分流改造

应结合城市空间格局、水环境敏感程度和财政承受能力，科学制定分区域、分阶段的改造路线图。优先聚焦黑臭水体流域、饮用水源保护区、生态红线区等环

境敏感区域,集中资源攻坚克难。对于建筑密度高、地下管线错综复杂的老旧城区,若短期内难以实现完全分流,可因地制宜采用“局部截流+调蓄池”或“智能分流井”等过渡性技术方案,在保障基本环境安全的前提下逐步推进^[3]。与此同时,必须严控新增混接源头,所有新建、改建、扩建项目在规划审批和竣工验收环节须强制执行雨污分流设计标准,未通过专项验收的不得投入使用。此外,改造工程应与城市更新、道路大修、老旧小区整治等市政项目协同实施,实现“一次开挖、多效合一”,最大限度减少对居民生活和交通秩序的干扰,提升公共接受度与工程综合效益。

4.3 强化技术支撑与智慧监管

一方面,应加快构建覆盖全域的排水管网感知网络,在关键节点布设水质、水量、液位、视频等多参数在线监测设备,实现对排口异常排放的实时捕捉与动态预警。另一方面,应推动大数据、人工智能与水力模型深度融合,开发基于机器学习的混接智能识别算法,通过对历史降雨事件中排口污染物浓度变化规律的分析,自动推演潜在混接路径与污染源位置^[4]。在此基础上,整合GIS、BIM、物联网等技术,建设城市排水系统数字孪生平台,实现从“被动响应”向“主动预判”转变。同时,大力推广非开挖修复技术,如紫外光固化内衬、螺旋缠绕法等,可在不破坏路面的情况下完成管道修复与功能恢复,显著降低施工成本和社会扰动,为大规模管网整治提供技术可行性保障。

4.4 推动源头治理与公众参与

必须将治理触角延伸至“最后一米”,开展针对性的源头整治行动。例如,在南方地区广泛存在的住宅阳台洗衣机排水接入雨水立管问题,应由街道、社区牵头组织“阳台立管改造”专项行动,提供技术指导与适当补贴,引导居民将排水管改接入污水系统。同时,应建立健全公众参与机制,设立便捷高效的举报渠道,对提供有效混接线索的市民给予奖励,形成全民监督的氛围。更重要的是,要加强环保宣传教育,通过社区讲座、校园课程、新媒体平台等多种形式,普及雨污分流知识,阐明混接对水环境的危害,提升市民的生态责任感与守法意识。唯有让公众从“旁观者”转变为“参与

者”和“守护者”,才能构筑起持久稳固的治理基础。

4.5 创新投融资与运维模式

必须创新投融资机制,拓宽资金来源渠道。可积极探索政府和社会资本合作(PPP)、特许经营、基础设施REITs等模式,吸引专业化企业参与管网普查、改造与长期运维。同时,推行“按效付费”机制,将财政补贴或服务费用与整治成效(如排口水质达标率、混接点消除率等)挂钩,激励运营方提升服务质量。此外,应加快推进排水管网资产确权登记,明确产权归属与运维责任主体,解决长期以来“重建轻管”“多头管理、无人负责”的体制弊端。通过建立权责清晰、激励相容、可持续的运维体系,确保整治成果不反弹、治理效能长效化,真正实现从“工程治理”向“制度治理”的根本转变。

5 结语

雨污混接是制约我国城市水环境质量提升的关键瓶颈。其成因复杂、影响深远,涉及工程、管理、法律、社会等多个层面。整治工作不能仅依赖末端截污或应急处理,而需坚持系统思维,统筹推进源头管控、过程监管与末端治理。未来,应以“精准识别、分类施策、智慧管理、长效运维”为核心,构建“制度—技术—公众”三位一体的治理体系。唯有如此,才能真正实现城市水体“长制久清”,为高质量发展和人民美好生活提供坚实的生态保障。

参考文献

- [1]隋媛.雨污混接调查方法构建及其水环境影响探究——以上海市崇明区为例[J].中国资源综合利用,2025,43(07):218-220.
- [2]徐涛.超大城市雨污混接综合治理技术[J].科技风,2025,(28):83-85.
- [3]王捷.某超大城市雨污混接综合治理现状分析及对策[J].城市道桥与防洪,2024,(07):128-132+19.
- [4]李益勤.建筑与小区雨污混接改造技术措施浅析[C]//中国建筑设计研究院有限公司,中国建筑学会建筑给水排水研究分会,上海熊猫机械(集团)有限公司,北京大可文化会展服务有限责任公司.第16届建筑给水排水大会论文集(2024).厦门合立道工程设计集团股份有限公司,;2024:204-207.