

城市生活污水处理系统提质增效探讨

文 / 李素敏 广州市花都区排水管理中心

摘要：伴随城市化进程的加速，城市生活污水的处理系统面临一系列挑战。受降雨现象、人口持续增长、管网老化等因素干扰，污水处理系统的进水，其污染物浓度波动极大，给污水处理厂运行管理增添了障碍。合流制管网有溢流的潜在风险，雨季污染物浓度低，农村污水接入致使污水厂浓度进一步降低，旱季污染物浓度超标等问题十分突出。增强城市污水处理系统效能，得对源头、管网、末端等方面综合加以施策，切实开展雨污与清污分流改造。

关键词：城市生活污水；污水处理系统；提质增效；雨污分流；智能监测

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.18.108

引言

城市生活污水的处理是城市环境基础设施里的关键部分，关联着城市的水环境质量与居民生活的品质高低。伴随城市规模持续扩张，污水处理系统面临的问题愈来愈凸显，污水处理厂进水污染物浓度不稳定，管网产生溢流问题的风险升高，对污水处理厂的日常运行造成诸多不利。这些难题对污水处理系统效能的发挥起到了掣肘作用，急需从污水收集、输送与处理等环节抓起。

一、影响污水系统进水污染物浓度因素分析

（一）降雨影响

合流制污水处理系统进水量与水质，关键受降雨因素影响，众多雨水汇入混流管网。一方面引发管网水量的急剧增长，易致使管网发生溢流情况；而雨水会对污水起到稀释作用，引起进水污染物浓度大幅降低。降雨期污水处理厂进水的COD浓度和晴天相比下降50%以上，频繁出现的进水水质、水量波动，对污水处理系统运行的稳定性造成巨大考验。

（二）人口、用水量影响

城市常住人口数量及用水规模的变化，直接影响到污水处理系统进水的负荷，人口增长、用水量上升会带动污水量的增加。但人均所产生污染物的强度变化幅度不大，污染物浓度维持在相对稳定水平，因节水器具得到普及、居民环保意识增强等因素牵动，城市人均生活用水量呈下降走向。污水里的污染物被“聚拢浓缩”，进水浓度呈升高迹象，由于城市昼夜人口及用水量有差异，污水水质也相应出现波动^[1]。

（三）管网使用年限影响

污水管网使用年限同样会影响进水水质，管网使用的时间日益增长，材质出现老化、腐蚀与渗漏等问题愈发突出。管网破损可造成地下水大量渗入，催生稀释效应达成，污水输送期间易出现厌氧反应。造成污染物组成及浓度出现改变，污水在管道中输送的距离越长，污水中污染物浓度越低，管网条件直接关乎污水处理系统的进水水质。

（四）环境因素影响

城市生活污水处理系统的运行同样受环境因素制约，北方城市冬季供暖的阶段，居民用水体现出较高温度的。便于污水实现水解酸化，引起进水有机物浓度的增高，南方城市夏季时的高温情形。有利于污水中有机物质的厌氧分解，污染物浓度也会产生季节性波动^[2]。

（五）企业排污监管影响

工业企业违规向市政管网排入工业废水，将显著引起城市污水水质和水量的变化。部分企业为了降低生产成本，未按规定对排入污水管网的废水进行预处理，直接将高浓度生产废水排入市政污水系统或简单采用加水稀释后进行排放等情形。这不光对污水处理系统的进水水质产生了扰乱，同样增加了污水处理的负荷。对工业企业排污行为实施规范管理，为稳定污水处理系统进水水质稳定的核心要素之一。

二、目前城市生活污水处理系统存在问题

（一）合流制下，雨季溢流风险高，进水浓度低

我国相当多城市普遍采用合流制排水模式，有着“雨污汇聚、一同排送”的困扰。雨水滴入合流管网，污水厂进水所含污染物浓度急剧降低，极易引发管网、污水厂出现溢流现象，溢流造成污水径直排放，也让污水处理效能大打折扣了，受稀释效应的干扰。污水处理厂进水浓度一般低于设计值，处理成效下降，资源浪费状况堪忧^[3]。

（二）旱季污染物浓度超标，处理压力大

旱季，因雨水和地下水进入污水系统明显减少，叠加部分企业生产废水偷排影响，城市污水污染物浓度常有超出污水处理系统的设定标准风险，让污水处理厂运行背负较大压力。若进水浓度达到超标状态，要增加药剂的投加量、延长水力的停留时间等，这会进一步提升运行成本。也对污水处理设施处理能力的极限程度进行考验，进水若超标，还容易引起污泥膨胀等生化系统故障，危及出水水质稳定达标效果。

（三）农村污水混入，进一步稀释污水

城市周边农村生活污水并入市政污水处理体系已属

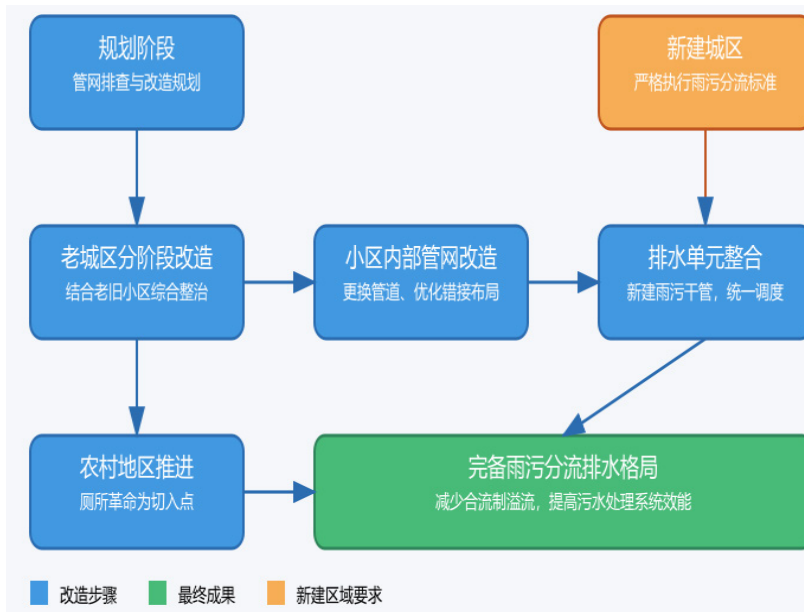
普遍现象。鉴于农村居民生活用水习惯存在差异，人均用水量高，排出的水浓度较低，再加之农村管网建设的进度滞后，清污分流彻底性不足，普遍存在杂水混入现象，造成农村污水浓度进一步被冲淡。农村低浓度污水汇入城市的污水处理系统后，肯定会拉降进厂污水的浓度，让进水的稀释效应进一步加剧。

三、解决思路

(一) 推进雨污分流和清污分流改造

从根源实现雨污、清污的分流，属于增强污水收集效能的治本之道，雨污与清污的分流能从根本上解决合流制管网的既有问题，避免出现雨天溢流与旱季超标现象。新建城区要严格遵照相关规范行事，从管网建设起

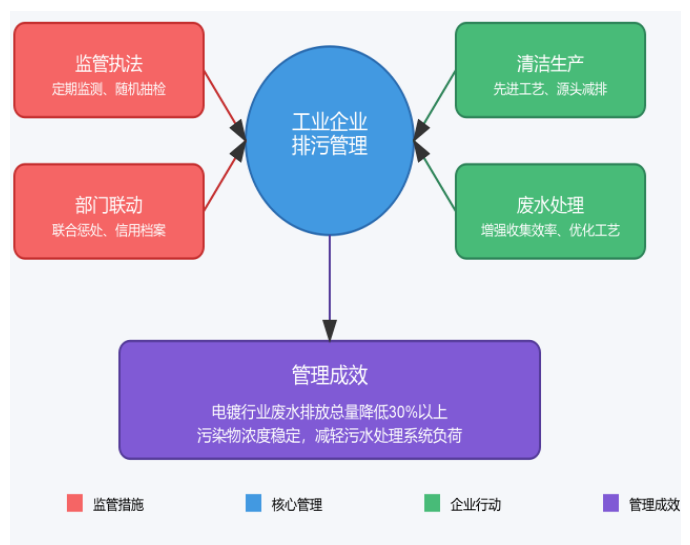
始阶段就执行“清污分流、雨污分流”要求。既有条件对老城区形成限制，可结合既有条件，采取分阶段落实策略，借助新建截流管、溢流井之类的途径，渐渐实现雨污的分离。农村地区要把“厕所革命”当作着力点，推进生活污水收集处理设施建设提速，力求最大程度减少杂水混入。以某座城市老城区雨污分流改造实例为参照，该市结合着老旧小区综合整治行动，对小区内部的管网开展全面排查梳理，采取更换管道、优化错接布局等举措，基本让小区内部实现雨污分流。基于这一基础，该市进一步实施排水单元整合，凭借新建设雨污干管，将分散的小区管网归至统一调度范畴。最终造就了相对完备的雨污分流排水格局，如图一。



图一：雨污分流改造流程图

(二) 加强工业企业排污管理

规范工业企业的废水排放活动，是实现城市污水处理系统进水水质稳定的关键要点。环保部门要把监管执法力度提上去，采用定期监测、随机抽检之类方式，及时侦知并强力惩处企业偷排、漏排、超标排放等违法事端，构建完备的部门联动合作机制，把企业的环境违法信息纳入信用档案，实施多部门联合性惩处。需引导帮扶企业增强环境管理水平，引导企业采用清洁生产工艺，增强废水收集的效率，优化废水处理的相关工艺，实现排放稳定达标目标。就电镀行业普遍存在的废水排放现象，当地环保部门组织开展针对该问题的专项整治，运用设立电镀企业动态管理数据库、开展明查暗访结合的执法检查活动、开展全过程环境管理等手段，切实阻止了企业超标排放现象。当地政府也引导电镀企业开展清洁生产示范项目创建，倡导应用磷化液循环利用、铬液提取等先进工艺，自源头着手削减污染物生成，如图二。

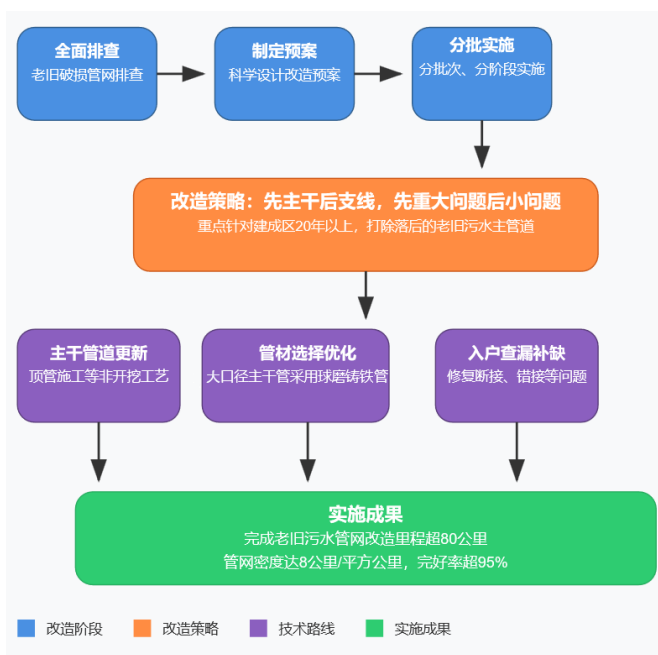


图二：工业企业排污管理体系

(三) 加快老旧管网修复改造

管网渗漏问题直接左右着污水收集的效能，属于造

成污水处理系统进水量稀释的一个重要诱因，就这一问题而言，一方面需对老旧破损管网展开全面排查，科学设计改造预案，分批次、分阶段实施管网修复。改造之际需留意提升管网系统的完整性、系统性，凭借更新主干管、处理破损支管、进行接户检漏补缺等途径，有效消除“跑冒滴漏”现象。需依据城市发展规划及达成水质目标要求。恰当安排新建管网布局，实现设计参数的改进，最大限度消除管网建设的“先天缺漏”，就管材选择这一事项，宜为大口径主干管采用球墨铸铁等高性能材料，以此提升管网的使用时长。以某城市老旧管网修复改造项目做示例，该市采用“先把主干弄好、再弄分支，先解决重大问题、后解决小问题”的策略，重点针对建成区20年以上、材质落后的老旧污水主管道开展更新改造工作。借助顶管施工等非开挖工艺的采用，极大减轻了施工形成的扰民困扰。该市积极实施入户查漏补缺工程，召集专业队伍对居民及单位院内的化粪池、排水管道开展全面普查，如图三。



图三：老旧管网修复改造流程图

四、过渡期工作建议

（一）因地制宜设置限流截污井

在雨污分流全面推行到位前，可于合流管网末端及农污接入市政管道处等关键点位设置限流截污井。限流截污井可采用活动闸门，遇暴雨时根据污染物浓度和来水量调节流入管网的雨污合流水，减少过多雨水进入污水系统和污水管网末端出现溢流的风险。实际开展设置任务时，应整体考量管网规模、排水制式、水文特征等要点，合适选定井位及规模大小，且要加强井体防渗漏与防淤积的相关设计，保证高效截污落实，实现长期可靠运行。

（二）构建精细化智慧监管体系

采用现代信息手段，创建精细、系统又智慧的污水监管体系，属于精准掌握污水系统运行情形的关键行动，可于污水管网重点节点及敏感断面位置，添设水质水量在线监测装置，且配合视频监控、电子标识等手段，实现污水收集全环节的实时监控，就数据应用而言，全面借助GIS、大数据分析等技术，及时反映污水水质时空的分布特性，识别出污染源头和潜在风险，实现污水处理系统的优化调度，完善数据共享的配套机制，让污水监测数据跟相关部门业务系统对接上，实现“监测析控”一体化的智慧管控体系，推动管理向精细化、决策向科学化迈进^[4]。

（三）开展可生化企业废水的代处理

针对部分城镇污水处理厂进水污染物浓度较低，运行过程中需额外投加碳源的情况，可按照上级政策指引及工作部署，对污水系统纳污范围内的排水企业进行排查，查找生产废水污染物排放特征有利于污水系统运行的排污企业，例如食品加工类企业，按照“绿色低碳”与“互利互惠”的原则，与企业共同协商，探索污水厂对企业污水代处理模式。

结语

随着现代信息技术的飞速发展，以数字化、网络化、智能化为主要特征的信息化浪潮正深刻影响和改变着人们的生活方式。城市生活污水处理这一系统十分复杂庞大，影响因素纷繁多样，解决污水处理系统面临的进水浓度不稳定、溢流隐患高等棘手问题。得始终坚守系统思维理念，只要我们葆有坚定信念，聚焦发力填补工程性、结构性短板，加强精细化管理同时应用智慧化手段。必将能不断开拓城市污水处理系统提质增效的新境界，为创建美丽宜居、人水和谐共生的生态城市奉献新的更大心力。

参考文献

[1] 李一平, 郑可, 周玉璇, 等. 南方城市污水处理系统效能评估与提质增效策略制定 [J]. 水资源保护, 2022, 38 (03): 50-57.

[2] 吴良洪, 程贞雄, 吴浩然, 等. 提质增效背景下城市污水收集系统的碳排放特征与影响因素分析 [J]. 环境科学, 2025, (02): 696-704.

[3] 姚普静, 王伟, 李明, 等. 沿长江经济带典型城市污水系统提质增效整治策略研究和实践 [J]. 给水排水, 2024, 50 (12): 45-52.

[4] 刘荣, 方帅, 郭林松, 等. 九江市某污水处理厂污水系统提质增效工作实践 [J]. 中国给水排水, 2024, 40 (14): 95-100.