

城市雨污分流效果评价指标体系构建及应用

刘 宁, 蒲贵兵

(重庆市设计院有限公司, 重庆市 400015)

摘 要: 自城市排水系统进入以存量为主、高质量发展的提质增效新阶段以来, 各地相继开展了管道缺陷排查、雨污错混接整治等雨污分流工作。但对于雨污分流效果如何, 仍缺乏较为科学的评价体系。为保障排水管网问题整改工作的推进, 提升城市排水管网雨污分流效果, 从本底情况、运行效果、环境效益、长效管理4个层面选取18项具体指标, 系统构建了城市排水管网雨污分流效果评价体系, 并选取某城市污水厂服务范围作为研究区域, 应用该评价指标体系对其雨污分流效果进行评价, 同时采用实际进水数据进行验证。指标体系评价结论是该污水厂总得分为65.91, 片区雨污分流效果为“一般”; 而根据实际进水数据分析得到的结论同样是该污水厂雨污分流效果不佳。评价结论与进水数据分析结论基本一致, 说明雨污分流效果评价体系具有现实可行性。

关键词: 排水系统; 雨污分流; 效果评价; 指标体系; 案例应用

中图分类号: TU992

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2025)09-0046-06

Construction and Application of Evaluation Index System for Urban Rainwater and Sewage Separation Effect

LIU Ning, PU Guibing

(Chongqing Design Institute Co., Ltd., Chongqing 400015, China)

Abstract: Since the urban drainage system has entered a new stage of quality improvement and efficiency enhancement with a focus on existing resources and high-quality development, the rainwater and sewage separation work such as pipeline defect investigation, and rainwater and sewage misconnection remediation has been successively carried out in various regions. However, there is still a lack of a more scientific evaluation system for the separation effect of rainwater and sewage. To ensure the progress of the rectification work of drainage network problems and improve the rainwater and sewage separation effect of urban drainage network, 18 specific indicators are selected from four levels such as background situation, operational effect, environmental benefit and long-term management systematically to build the evaluation system for the rainwater and sewage separation effect of urban drainage network. After the service scope of a wastewater treatment plant in a city is selected as the research area, the evaluation index system is applied to evaluate the separation effect of its rainwater and sewage, and the actual influent data is used for verification. The conclusion of the index system evaluation is that the total score of the WWTP is 65.91, and the effect of rainwater and sewage separation in the area is "average". The conclusion based on the analysis on the actual influent data shows that the rainwater and sewage separation effect of the WWTP is also poor. The evaluation conclusion is basically consistent with the conclusion of the influent data analysis, which indicates that the rainwater and sewage separation effect evaluation system is feasible in practice.

Keywords: drainage system; rainwater and sewage separation; effect assessment; indicator system; case application

0 引 言

随着我国城镇化进程的不断推进, 城市排水系统已经进入以存量为主、高质量发展的提质增效新阶段, 后续将以消除存量管网问题、严控新增问题管网为主要建设目标^[1]。现阶段, 我国城市排水系统仍存在雨污合(混)流、管网混错接、排水支管缺失等问题, 导致部分污水未得到有效收集, 混排至雨水通

收稿日期: 2025-06-27

基金项目: 重庆设计集团有限公司科研项目, 重庆市城镇污水达标排水分区建设关键技术体系研究及应用示范(2023-C12)

作者简介: 刘宁(1995—), 女, 硕士, 工程师, 从事城镇供排水体系研究及水体综合治理等领域研究工作。

通信作者: 蒲贵兵(1981—), 男, 硕士, 正高级工程师, 从事城镇供排水与水环境综合治理研究工作。电子邮箱: 376359537@qq.com

道后排入就近水体,部分雨水混流进入污水收集系统后输送至下游污水处理设施,影响污水设施的正常运行,甚至出现雨季溢流现象,这已经成为影响城市排水系统运行能效的主要问题。雨污分流一直是排水系统质效提升的重要手段,近年来各地持续开展了管道缺陷排查、雨污错混接整治等分流改造工作。但已开展的雨污分流改造仅能从项目实施角度评估工程是否完工、从管网检测角度评估改造后的管网是否完好,而对于雨污分流效果是否达到预期目标这一现实问题,现阶段国家和行业缺乏系统评价体系,因而无法有效判断雨污分流现状,不利于后续管网整治查缺补漏和持续推进。因此,科学制定一套适合城市排水管网雨污分流效果的评价指标体系,助力各地雨污分流工作有效开展,显得十分必要。

本文综合考虑多方因素,系统构建了涵盖本底情况、运行效果、环境效益、长效管理的雨污分流效果评价体系^[2],以弥补现阶段排水系统雨污分流效果评估的空白,通过以评促改、以评促建、以评促管,助力城市雨污分流改造工作提质增效。

1 排水系统现状问题

根据城市雨污分流工作开展现状,分析排水系统仍存在整改系统性不强、雨污错混接仍未消除、排水管网病害依然突出、末端截流及大截流设施尚未整改、雨天生活污水溢流突出^[3]、缺乏雨污分流效果评价体系等现状问题^[4]。

(1)管网整改系统性不强。管网建设存在改造时序统筹不合理,上下游管网改造不协调,改造呈现上分下不分、下分上不分、局部化、碎片化的情况,导致管网整治系统性不强。同时,由于管网改造措施针对性不足,导致管网系统整体仍然处于雨污混流状态。

(2)雨污错混接仍未完全消除。自开展排水管网排查改造以来,城市建成范围内大部分的市政雨污错混接点位均已完成整改,仅少部分市政雨污错混接点位因前期管网排查不到位、整改区域遗漏等原因,现阶段仍未整改。另外,针对源头地块范围内的雨污错混接点位排查整改工作尚未全面推进,老旧小区和城中村受历史建设原因的影响,部分区域缺乏配套的排水设施,雨污混流普遍^[5]。老旧城区源头地块阳台污水错接、室外支管错接等问题频出,源头地块雨污错混接问题依然显著,严重干扰了排

水系统正常运转。

(3)排水管网病害问题依然突出。根据排水管网精细化排查现状,排水管网病害问题依然突出。部分排水设施老化严重,管网使用年限长,缺乏及时维护和更新改造,部分排水管道存在变形、破裂、渗漏、脱节等结构性缺陷,严重影响了管道的正常运行。大量建设年代久远的老旧管网材质不合格,难以承受长期使用,导致后续排水管道病害风险较高,极易引发排水管网故障。

(4)末端截流、大截流设施尚未整改。已开展的雨污分流项目,大多聚焦于区域内的存量错混接及Ⅲ、Ⅳ级缺陷点位进行改造,基本未对雨水排口末端的截流设施(通过堰、坝或直接接入等方式将雨污混流水接入污水系统的设施)、河沟或暗涵处的大截流设施(通过筑坝、围堰等方式将溪沟水、河水等清污混流水接入污水系统的设施)进行改造,现阶段仍有大量雨水、河沟水混入污水系统。

(5)雨天生活污水溢流问题突出。第3轮中央生态环境保护督察发现,一些城市(如湖南岳阳、湖北恩施、重庆等地)存在生活污水管网排查整治进展缓慢,雨污分流不彻底,雨天污水收集系统水量超过设施处理能力,导致污水满溢等问题,对周边环境及居民生活造成了不良影响。

(6)雨污分流效果评价体系缺乏。现阶段国家和行业缺乏针对雨污分流效果的系统评价体系,对于已经实施的雨污分流改造工作,仅能从项目实施角度评估工程是否完工、从管网检测角度评估改造后的管网是否完好,而无法有效判断雨污分流整治效果,雨污分流效果评价体系及评价机制存在缺失。

2 评价指标体系构建

2.1 指标选取原则

城市排水管网雨污分流效果评价指标选取时,主要遵循以下原则^[6]:

(1)科学性原则。评价指标要科学可行、方法合理,确保能够真实、准确地反映城市排水管网雨污分流的实际情况。

(2)系统性原则。评价指标要系统完善、层次分明,能够涵盖雨污分流评价所涉及到的关键要素,各指标间形成协同互补关系,确保能全面反映城市排水管网雨污分流效果。

(3)典型性原则。评价指标要具有典型性、代表性,能够准确反映城市排水管网雨污分流的典型特

征,确保评价结果精准、高效。

(4)简便性原则。评价指标应简洁易懂、获取方便,具有一定的可操作性,方便城市排水管网雨污分流效果评价的开展。

2.2 评价指标体系构建

结合城市排水管网雨污分流现状及典型特征,遵循科学性、系统性、典型性、简便性等原则,以城市排水管网雨污分流效果为评价目标,选取本底情况、运行效果、环境效益、长效管理4个层面^[2]的18项具体指标,构建形成涵盖目标层、准则层和指标层的3级雨污分流效果评价指标体系。

(1)本底情况指标:选取管网排查完整性^[7]、分流管网覆盖情况、管网设施布置合理情况、错混接点位情况^[8]、管段修复情况、末端截流大截流设施改造情况、源头精准截流设施布置情况和感知设备建设情况8项二级指标,评价范围内排水管网的本底建设情况。

(2)运行效果指标:选取雨水排口晴天出流情况、污水干管接入口晴天水质情况、污水干管接入口晴雨天水量对比和溢流控制效果^[9]4项二级指标,通过分析雨水排口晴天出水的COD和NH₃-N情况、污水干管接入口晴天COD情况以及晴雨天水量波动情况,评价范围内排水管网的实际运行状态。

(3)环境效益指标:选取涉河水环境质量和污水外渗污染情况2项二级指标,通过分析下游断面水体水质较上游断面水体水质的改善情况以及污水外渗影响周边水体、土壤等情况,评价城市排水管网雨污分流不彻底对环境的影响。

(4)长效管理指标:选取排水设施运维管理情况^[10]、管网排查更新制度、项目资料移交情况和智慧排水系统建设4项二级指标,通过分析排水运维管护制度是否建立、人员设备是否配备齐全、日常管护是否执行到位、管网排查是否定期开展、排水管网建设资料是否移交运维单位、智慧排水系统是否建立等,评价范围内城市排水管网的长效管理情况。

2.3 评价标准及方法

基于上述已构建完成的城市排水管网雨污分流效果评价指标体系,采用多专家调查法确定评价指标的对应分值。同时,结合各评价指标在不同研究中的获取方式及实际应用场景,确定各指标在评价时采用扣分制^[6]的评价方法。评价指标分值、含义和评价方法见表1。

2.4 评价结果及分级

雨污分流效果评价总得分由评价指标得分求和得到。按照评价总得分划分成A、B、C、D共4个评价等级。等级划分情况见表2。

3 案例应用

选取某城市污水厂服务范围为典型案例研究区域,开展城市排水管网雨污分流效果评价指标体系应用评价。

3.1 研究区域概况

某城市污水厂现状设计处理能力为5.0万m³/d,采用的工艺为A²O处理工艺,出水可稳定达到一级A标。研究区域面积约8.3km²,常住人口约12.7万人。区域内市政排水管网长度约217.9km,其中现状雨水管网114.7km,现状污水管网103.2km。片区雨水经雨水管网收集后就近排入水体,现状雨水排出口45处;污水经污水管网收集后,由DN1000截污干管输送至下游某城市污水厂统一处理,污水干管接入口15处。

3.2 评价结果分析

根据收集的某城市污水厂服务范围内雨污分流数据,对评估区域雨污分流效果进行评价,评价结果见表3。

3.2.1 本底情况

评价区域“本底情况”得分为19分(满分30分),得分率为63.33%,说明排水管网本底情况良好,但仍有一定的提升空间。管网设施布置合理情况有待完善,部分检查井、雨水算子存在布设不合理的情况,建议后续可持续优化提升;片区有Ⅲ级缺陷678处,Ⅳ级缺陷237处,无现状错混接点位,后续需加强管道缺陷排查、修复工作;易博华源箱涵处存在现状末端截流设施,造成区域雨污分流效果不佳,建议持续推进上游区域分流改造,待上游区域实现完全雨污分流后,取消末端截流设施;感知设备建设率不足40%,片区在线监测设备建设仍需加强。

3.2.2 运行效果

评价区域“运行效果”得分为16.91分(满分35分),得分率仅为48.31%,说明排水管网的实际运行状态不佳。片区现状45处雨水排口中,有11处排水存在晴天出流情况,其晴天出流COD为54~313mg/L, NH₃-N为2.51~143mg/L,11处排口出流水质均不满足环保要求。由此可见,11处排口上游收水范围存在部分污水混入雨水系统的情况,建议沿雨水排口开展

表 1 城市排水管网雨污分流效果评价指标说明表

目标层	准则层	分值	指标层	分值	指标含义	评价方法
城市雨污分流效果评价	本底情况	30	管网排查完整性	4	管网排查资料是否覆盖全部评价范围	排水管网资料覆盖全面不扣分;排水管网资料覆盖不全面扣 4 分
			分流管网覆盖情况	4	分流制排水系统的落实情况	分流制排水系统落实良好不扣分;局部污水或雨水管网缺失,每处扣 2 分;有雨污合流区域扣 4 分
			管网设施布置合理情况	4	管线、检查井、雨水算子等排水设施布置是否符合要求	排水设施布置科学合理不扣分;有排水设施布置不合理,每处扣 2 分
			错混接点位情况	6	存量雨污水错混接点位情况	无存量雨污错混接点位不扣分;有存量雨污错混接点位,每点扣 2 分
			管段修复情况	3	存量雨污水管网Ⅲ、Ⅳ级缺陷情况	无存量管网Ⅲ、Ⅳ级缺陷不扣分;有存量管网Ⅲ、Ⅳ级缺陷,每点扣 1 分
			末端截流大截流设施改造情况	3	现状末端截流、大截流设施布置情况	无末端截流、大截流设施不扣分;有末端截流或大截流设施,每处扣 1 分
			源头精准截流设施布置情况	3	是否合理布设源头精准截流设施	短期无法雨污分流的区域,晴天无污水混入雨水系统,未布设源头精准截流设施;或晴天有污水混入雨水系统,但合理布设源头精准截流设施的不扣分;短期无法雨污分流的区域,晴天有污水混入雨水系统,未合理布设源头精准截流设施的扣 3 分
	运行效果	35	感知设备建设情况	3	排水系统在线监测感知设备建设情况	感知设备建设率不小于 80% 不扣分;60%~80% 扣 1 分;40%~60% 扣 2 分;小于 40% 扣 3 分
			雨水排口晴天出流情况	10	雨水排口晴天出流及出流水质情况	雨水排口晴天无出流或出流水质满足环保相关标准不扣分;雨水排口晴天出流水质不满足环保相关标准,每个扣 2 分
			污水干管接入口晴天水质情况	10	晴天污水干管接入口出流水质 COD 情况	晴天 COD 浓度不小于 250 mg/L 不扣分;200~250 mg/L 扣 3 分;150~200 mg/L 扣 6 分;晴天 COD 浓度小于 150 mg/L 扣 10 分
			污水干管接入口晴雨天水量对比	10	晴雨天污水干管接入口水量变化情况	雨天较晴天气量增加小于 30% 不扣分;30%~50% 扣 3 分;50%~70% 扣 6 分;雨天较晴天气量增加不小于 70% 或雨天满管扣 10 分
	环境效益	15	溢流控制效果	5	小雨及以下降雨是否发生溢流事件	小雨及以下降雨不发生溢流事件不扣分;小雨及以下降雨发生溢流事件扣 5 分
			涉河水环境质量	5	河道水体水质改善情况	下游断面水体水质(以 COD、氨氮计)较上游断面有所改善且无水体黑臭不扣分;下游断面水体水质(以 COD、氨氮计)较上游断面变差或有水体黑臭扣 5 分
			污水外渗污染情况	10	污水外渗污染周边环境情况	无污水外渗污染不扣分;有污水外渗污染,每处扣 2 分
	长效管理	20	排水设施运维管理情况	5	运管制度建立、人员设备配备、运维管护执行情况	运管制度建立完善、人员设备配备齐全、运维管护执行到位不扣分;运管制度未建立完善、人员设备配备不齐全、运维管护执行不到位,每项扣 2 分
			管网排查更新制度	5	排水管网排查更新定期开展情况	定期开展排水管网排查更新不扣分;未定期开展排水管网排查更新扣 5 分
			项目资料移交情况	5	排水管网项目资料移交情况	排水管网建设完工后相关资料移交运维单位不扣分;排水管网建设完工后相关资料未移交运维单位,每项扣 2 分
			智慧排水系统建设	5	智慧排水系统的建设情况	智慧排水系统建设良好、定期开展关键节点监测不扣分;智慧排水系统建设良好,未定期开展关键节点监测扣 3 分;未建设智慧排水系统扣 5 分

表 2 城市排水管网雨污分流效果评价等级划分表

评价总得分	评价等级
≥80 分	A(优)
70(含)~80 分(不含)	B(良)
60(含)~70 分(不含)	C(中)
<60 分	D(差)

溯源排查工作,理清上游排水管网问题,有序开展改造整治工作。片区现状 15 处污水干管接入口中,受

制于现场环境及来水条件,有 11 处污水干管接入口可取样检测,其余 4 处无法取样。在评价“污水干管接入口晴天水质情况”、“污水干管接入口晴雨天水量对比”指标时,仅以可取样的 11 处污水干管接入口检测的水质、水量数据作为评价依据,其中 11 处接入口晴天 COD 为 80.67~246.67 mg/L,晴天水量为 0.001~42.97 L/s,雨天水量为 0.002~200.1 L/s,各接入

表3 某城市污水厂服务范围内雨污分流效果评价情况

目标层	准则层	分值	指标层	分值	评价情况	得分
某城市污水厂服务范围雨污分流效果评价	本底情况	30	管网排查完整性	4	管网资料覆盖全面	4
			分流管网覆盖情况	4	分流制排水系统落实良好	4
			管网设施布置合理情况	4	存着2处以上检查井、雨水算子布置不合理	0
			错混接点位情况	6	无现状错混接点位	6
			管段修复情况	3	Ⅲ级缺陷678处,Ⅳ级缺陷237处	0
			末端截流大截流设施改造情况	3	1处末端截流(易博华源箱涵处)	2
			源头精准截流设施布设情况	3	布设27处源头精准截流设施	3
			感知设备建设情况	3	感知设备建设率<40%	0
	运行效果	35	雨水排口晴天出流情况	10	11处晴天有出流的雨水排口,出水水质均不满足环保要求	0
			污水干管接入口晴天水质情况	10	11处可取样的污水干管接入口晴天COD为80.67~246.67 mg/L,分别评价得分后取均值	6.27
			污水干管接入口晴雨水量对比	10	11处可取样的污水干管接入口晴雨水量较晴天水量增加情况分别评价得分后取均值	5.64
			溢流控制效果	5	小雨及以下降雨未发生溢流事件	5
	环境效益	15	涉河水环境质量	5	3处水体均满足水质要求	5
			污水外渗污染情况	10	无污水外渗污染	10
	长效管理	20	排水设施运维管理情况	5	运维管理制度完善、人员设备齐全、管护执行到位	5
			管网排查更新制度	5	定期开展	5
			项目资料移交情况	5	3处以上源头地块排水管网资料未移交	0
			智慧排水系统建设	5	智慧排水系统建设良好,定期开展关键节点监测	5
评价总得分						65.91

口分别评价得分后取均值计算“污水干管接入口晴天水质情况”、“污水干管接入口晴雨水量对比”指标,得分分别为6.27和5.64。经分析,污水干管接入口处雨天混入雨水量较多,污水系统晴雨水量波动较大,接入口上游雨污分流效果不佳,建议针对晴雨水量波动较大的接入口,进一步沿二级干管接入口细化污水区块,通过开展区块接出口晴雨水量对比,查清雨天混入雨水量较多的问题区块,后续开展区域分流改造。区域内发生“大雨”降雨条件下溢流事件1次,溢流时长7.4 h,溢流水量0.088万m³,未发生小雨及以下降雨条件下的溢流事件,溢流控制取得一定成效。

3.2.3 环境效益

评价区域“环境效益”得分为15分(满分15分),得分率达到100%,说明排水管网雨污分流不彻底对环境的影响较小,未对周边水体、土壤等造成严重不良影响。

3.2.4 长效管理

评价区域“长效管理”得分为15分(满分20分),得分率达到75%,说明城市排水管网的长效管理情况良好,仅在“项目资料移交情况”板块有待提升,建议通过强化资料移交管理、建立移交台账等方式来提升片区长效管理能力。

3.2.5 总体评价

综合分析,某城市污水厂服务范围内雨污分流效果评价得分为65.91,属于“C”等级,片区整体雨污分流效果一般,仍有较大的提升空间。建议后续对照各评价指标得分情况分析,筛选得分较低的评价板块,针对性地开展整治改造,持续提升片区雨污分流效果。

3.3 污水厂进水数据分析

根据某城市污水厂2025年1~6月进水数据分析,晴天污水厂日处理水量为3.14万m³,雨天污水厂日处理水量为4.31万m³,雨天较晴水量增加幅度达37.12%以上,说明污水厂收水范围内雨天存在大量雨水混入污水系统现象,平均日混入雨水量约为1.17万m³,污水厂服务范围内雨污分流效果不佳。

通过对比某城市污水厂雨污分流效果评价结论及进水数据分析结论,发现两者分析结论基本一致,均能有效反映污水厂服务范围内雨污分流效果不佳的现状。但是,在影响雨污分流效果的关键问题把控方面,雨污分流效果评价体系更能够清晰、精准地反映现状问题,找出问题大致区域,缩小后续整改范围;而通过进水数据分析雨污分流效果,仅能笼统判断整个污水厂服务范围内雨污分流的整体效果,无法锁定问题区域。由此可见,本文构建的城市排水

雨污分流效果评价体系实践应用效果良好,具有现实可行性。

4 结 语

(1)排水系统存在整改系统性不强、雨污错混接仍未消除、排水管网病害依然突出、末端截流及大截流设施尚未整改、雨天生活污水溢流突出、缺乏雨污分流效果评价体系等现状问题。

(2)根据城市排水管网雨污分流现状及典型特征,从本底情况、运行效果、环境效益、长效管理4个层面选取18项具体指标,系统构建了城市排水管网雨污分流效果评价体系。

(3)以某城市污水厂服务范围作为典型案例研究区域,开展雨污分流效果评价体系实际应用,并结合污水厂进水数据综合分析论证,雨污分流效果评价体系实践应用效果良好。

参考文献:

[1] 彭中亚,袁武,谭玉龙.城镇污水收集系统提质增效对策研究——以

某污水处理厂A片区为例[J].给水排水,2020,56(增刊1):430-434;440.
[2] 蒲贵兵,谢天,杨梅,等.重庆某城市污水处理系统雨污分流改造效果评价[J].净水技术,2023,42(2):77-84.
[3] 古霞,蒲贵兵,邵川,等.城市合流溢流管控存在的主要问题及对策研究[J].市政技术,2022,40(1):172-177.
[4] 邢玉坤,曹秀芹,柳婷,等.我国城市排水系统现状、问题与发展建议[J].中国给水排水,2020,36(10):19-23.
[5] 潘云峰.老旧小区雨污分流改造施工技术要点分析[J].人民黄河,2021,43(增刊2):91-92;95.
[6] 韩心星,付明,梁光华,等.地下市政设施运行监测指标体系研究[J].安全,2024,45(7):7-13.
[7] 巴振宁,王鸣铄,梁建文.基于改进F-ANP方法的市政排水管网运行安全风险评估[J].安全与环境工程,2020,27(6):208-216.
[8] 王俊岭,熊玉华,张现国,等.基于AHP-模糊综合评价法的城市排水管网状态和运行效能评价——以淮安市淮安区为例[J].环境工程技术学报,2022,12(4):1162-1169.
[9] 杨新德,戴忱,曹万春.合流制排水系统截流能力分析与溢流污染控制方案[J].给水排水,2021,57(增刊1):196-200.
[10] 杨芳芳,龚丽影,朱光灿.居民小区雨污分流工程质量评估方法的构建与应用[J].净水技术,2022,41(4):100-107.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

官方网址:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:roadbridgeflood@163.com

