

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.06.006

城市排水防涝设施管理绩效评估体系构建

赵美玲¹, 蒋海砖², 冯江¹, 徐小璜¹, 刘松林¹

(1. 北京清控人居环境研究院有限公司, 北京 100083; 2. 南宁市勘察测绘地理信息院有限公司, 广西 南宁 530022)

摘要: 在综合分析相关排水管网管理考核标准的基础上,设计和构建了城市排水防涝设施管理绩效评估体系。该指标体系由设施建设、设施维护、防涝应急、社会服务及数字化管理 4 大目标类指标组成,细分为 26 个基础指标。同时提出了指标计算方法、评分标准,并利用构建的指标体系对某排水区域的排水防涝设施管理绩效进行了评估。结果表明,该区域在社会服务及数字化管理方面表现较好,而在设施建设、设施维护等方面则需要加以改善。

关键词: 排水防涝设施; 管理绩效; 评估体系

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2021)06-0031-07

Construction of a Performance Evaluation System for Urban Drainage and Flood Control Facilities Management

ZHAO Mei-ling¹, JIANG Hai-zhuan², FENG Jiang¹, XU Xiao-huang¹, LIU Song-lin¹

(1. Tsinghua Holdings Human Settlements Environment Institute Co. Ltd., Beijing 100083, China; 2. Nanning Exploration & Survey Geoinformation Institute Co. Ltd., Nanning 530022, China)

Abstract: On the basis of an overall analysis of the assessment standards for drainage network management, we design and construct an evaluation system for urban drainage and flood control facilities management. The system consists of four target indices, namely, facility construction, facility maintenance, flood prevention and emergency response, social service and digital management, and which are divided into 26 basic indicators. Meanwhile, the index calculation methods and scoring standards are proposed. The constructed index system was used to evaluate the management performance of drainage and flood control facilities in a city's drainage area. As a result, it showed a good achievement at social services and digital management, but it would need to be improved in facility construction and facility maintenance.

Key words: drainage and flood control facilities; management performance; evaluation system

近年来,我国城市内涝灾害时有发生,对城市的正常运行和人们日常的工作、生活造成了不利的影响。2010 年住房和城乡建设部对国内 351 座城市的排水防涝能力进行了调研,结果显示 2008 年—2010 年期间,有 62% 的城市发生过不同程度的内涝

灾害,其中内涝超过 3 次以上的城市有 137 座^[1]。“逢大雨必涝”已成为部分城市的通病,排水防涝工作刻不容缓。

城市排水防涝设施是应对城市内涝问题的关键节点,加强城市排水防涝设施管理对于提高城市防

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFC0802407)

灾减灾能力和安全保障水平、保障人民群众的生命财产安全,具有非常重要的作用^[2]。2013年国务院办公厅下发了《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》(国办发〔2013〕23号),要求落实地方责任,加强排水防涝工作行政负责制,将其纳入政府工作绩效考核体系。这反映了国家对于此项工作的高度重视。同时,关于城市内涝灾情的媒体报道频率之高前所未有,可见此类问题已引起了社会各界的广泛关注。

然而,我国排水防涝设施具有数量多、空间网络结构复杂、排水系统建设速度快、规模大、更新快等特点^[3],且我国排水防涝设施多侧重基础设施建设、疏于监管,相关管理机制不健全,缺乏完备而行之有效的绩效管理指标体系,导致其运行情况无法得到准确评估,从而导致人力、财力等资源配置和使用效率偏低,无法最大化和有效使用现有资源,管理质量得不到保障。

目前,住房和城乡建设部发布的《城市排水防涝设施数据采集与维护技术规范》(GB/T 51187—2016)对排水防涝设施的管理提出了一定的要求。如何建立一套科学合理的城市排水防涝设施管理绩效评估体系,用于衡量排水防涝设施管理的水平具有重要意义。

1 基础调研

目前,国内多个省市均发布了关于排水管网绩效考核方面的标准及考核办法。例如,深圳市于2006年发布《深圳市排水管网维护管理质量抽查考核办法(试行)》,2009年发布《排水管网维护管理

质量标准》,主要从维护质量和管理质量两方面对排水管网进行考核,从管渠设施的检查与维护、泵站检查与维护、事故抢修和应急预案、安全文明作业、社会服务要求以及环境保护等方面提出了维护质量要求;上海市于2011年发布《上海市公共排水管道设施维护管理工作考核办法》及《上海市公共排水管道设施维护检查办法》,提出了排水管道月度考核与年度考核的要求和评分标准,并提出了设施状况的常规检查、设施状况的仪器检查、维护质量检查的要求与评分标准。江苏省于2013年发布了《江苏省城市排水防涝工作考核计分细则(试行)》,从组织领导、易淹易涝片区改造、设施建设与管理、设施养护管理、预警应急、低影响开发模式及基础性工作等方面考核城市排水防涝工作。镇江市结合江苏省的文件,制定了《镇江市2014年排水防涝工作考核任务分解表》,明确了考核内容、评分标准、检查要点、整改要求等内容。

已有的排水设施管理考核方法或标准所提出的考核指标相对不是很完善、涵盖的排水设施也不是很全面,为此,以上述提及的这些标准、考核办法为参考,从多个角度出发,制定排水防涝设施管理绩效评估指标体系,对城市排水防涝设施管理绩效进行整体评估,进而发现管理工作中存在的不足,提升城市排水防涝设施的管理水平。

2 管理绩效评估体系构建

在分析上述标准、考核办法的基础上,结合某市当地实际情况构建了城市排水防涝设施管理绩效评估体系,具体见图1。

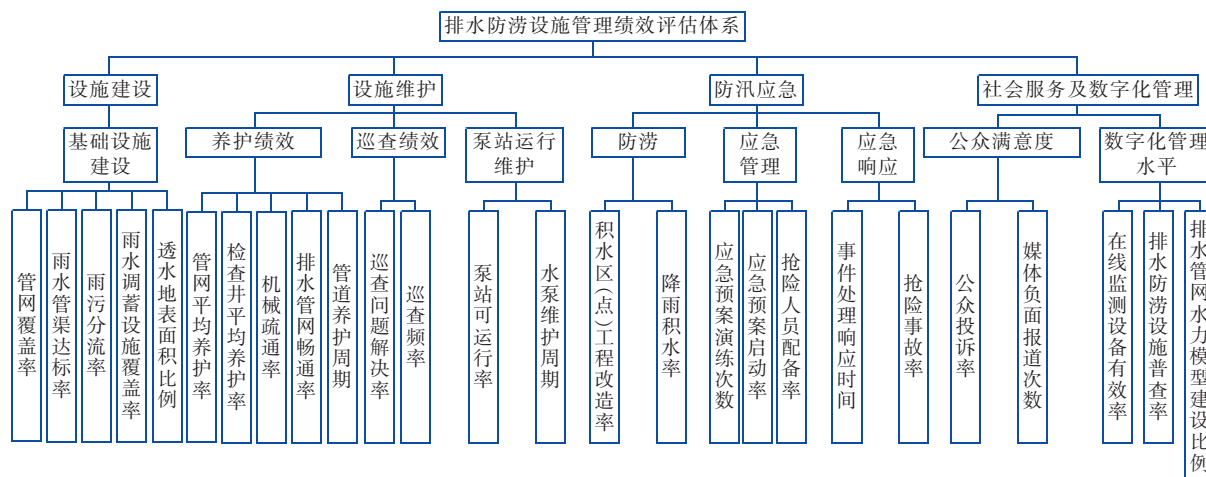


Fig. 1 Management performance evaluation system

排水防涝设施评估体系包括设施建设、设施维护、防汛应急、社会服务及数字化管理 4 个目标类指标,基础设施建设、养护绩效、巡查绩效、泵站运行维护、防涝、应急管理、应急响应、公众满意度及数字化管理水平 9 个准则类指标,管网覆盖率、雨水管渠达标率、雨污分流率等 26 个基础指标。

应用此评估体系对其排水防涝设施管理绩效进行整体评估,可实现排水防涝设施管理工作的闭环反馈和优化,从而提升城市排水防涝设施的管理水平。

① 体系指标说明

具体评估指标及其说明见表 1。

表 1 排水防涝设施管理绩效评估指标及其内容

Tab. 1 Management performance evaluation indices of drainage and flood control facilities and their content

指标分项	指标分类	指标名称	说明
设施建设	基础设施建设	管网覆盖率	管道收水范围总面积占城市建成区面积的比例
		雨水管渠达标率	满足设计标准的雨水管渠长度占雨水管渠总长度的比例。满足设计标准是指雨水管渠重现期符合《室外排水设计规范》(GB 50014—2006,2016 年版)的规定
		雨污分流率	雨污分流的区域面积占城市建成区面积的比例
		雨水调蓄设施覆盖率	1 hm ² 建设用地配套建设的雨水调蓄设施容积
		透水地表面积比例	可渗透地面面积占新建城区总面积的比例
设施维护	养护绩效	管网平均养护率	通常指一年内养护的排水管渠的长度占总管渠长度的比例
		检查井平均养护率	通常指一年内养护的检查井的数量占检查井总数的比例
		机械疏通率	机械化疏通方式在管道总疏通量中所占的比例,该指标反映管道疏通的机械化程度
		排水管网畅通率	一年内城镇建成区中平均 1 km ² 累计发生的污水冒溢点数量。由于下游管线排水不畅致使污水从检查井冒出地面为一个污水冒溢点
		管道养护周期	管道平均每年养护的次数,反映管道养护的频率
	巡查绩效	巡查问题解决率	已解决的问题数量占巡查发现问题总数量的比例,反映对巡查中发现问题的解决情况
		巡查频率	巡查次数占总天数的比例,反映对排水设施巡查的频率
	泵站运行维护	泵站可运行率	无故障机组加上有轻微故障但仍能运行的机组占全部机组的比例
		水泵维护周期	水泵及传动机构解体维护周期
防汛应急	防涝	积水区(点)工程改造率	一年内改造的积水区(点)数占本年所有积水区(点)的比例
		降雨积水率	一年内城镇建成区中平均 1 km ² 路基发生的降雨积水点数量。机动车道上降雨积水深度超过 15 cm 并持续 30 min 以上的连续积水区域为一个积水点
	应急管理	应急预案演练次数	每年进行应急培训和演习的次数,反映应急培训和演习的频率
		应急预案启动率	启动应急预案的事件次数占所有应急事件总数的比例
		抢险人员配备率	城镇建成区中平均 1 km ² 配备的应急抢险人员数量
	应急响应	事件处理响应时间	各类求助投诉事件处理响应时间,即从问题投诉派发后到相关人员到达现场的时间
		抢险事故率	一年内采取抢险措施的次数占累计发生的排水设施事故次数的比例。由于自身结构或外界扰动等原因发生的设施破坏达到抢险级别的为事故
社会服务及数字化管理	公众满意度	公众投诉率	一年内城镇排水管网中平均 100 km 管线累计受到社会公众有效投诉的次数。投诉事件应当处理并回应的为有效投诉,同一事件的多次投诉累计计算
		媒体负面报道次数	每个行政区每年被政府部门行政处罚、被社会有效行政投诉或公众媒体有效负面报道的次数,反映管理部门是否存在不良影响
	数字化管理水平	在线监测设备有效率	正常运行且数据有效的在线监测设备占在线监测设备总数的比例
		排水防涝设施普查率	按《城市排水防涝设施普查数据采集与管理技术导则》要求,普查并完成整理的排水防涝设施占所有管网的比例
		排水管网水力模型建设比例	排水管网模型中的管道长度占管道总长度的比例

② 指标权重分析

确定评估体系中各指标的分值,首先需要确定各个指标的权重,本项目采用层次分析法(AHP)对排水防涝设施管理绩效评估体系进行指标权重设计。

层次分析法是一种处理具有复杂因素在内的经济、管理和技术问题的方法,它将复杂问题分解为多个组成因素,并将这些因素按支配关系进一步分解,按目标层、准则层、指标层排列起来,形成一个多目标、多层次的模型,通过两两比较的方式确定层次中诸因素的相对重要性,然后综合评估确定诸因素相对重要性的总顺序。

采用 AHP 的方法来确定排水防涝设施管理绩

效考核指标权重,一般按以下两个步骤进行^[4]:a. 构造绩效指标判断两两比较矩阵;b. 考核指标权重的一致性检验。

为提高计算效率,采用 Expert Choice 软件确定排水防涝设施管理绩效考核指标的权重。Expert Choice 软件是 Expert Choice 公司开发的以 AHP 为基础的决策支持工具,该软件界面简洁,操作简单,只需将指标录入到软件中,并输入相应的判断矩阵,则软件自动进行一致性检验,生成层次单排序和层次总排序,从而得到各指标相对权重。

由 Expert Choice 软件计算得出各指标权重后,又经过人工多次反复商讨,最终确定得到的评估体系各指标权重如表 2 所示。

表 2 排水防涝设施管理绩效评估指标权重值

Tab. 2 Evaluation index weight of drainage and flood control facilities management performance

目标层		准则层		指标层	
指标	权重	指标	权重	指标	权重
设施建设	0.23	基础设施建设	0.23	管网覆盖率	0.05
				雨水管渠达标率	0.05
				雨污分流率	0.05
				雨水调蓄设施覆盖率	0.04
				透水地表面积比例	0.04
设施维护	0.30	养护绩效	0.12	管网平均养护率	0.03
				检查井平均养护率	0.03
				机械疏通率	0.02
				排水管网畅通率	0.02
				管道养护周期	0.02
		巡查绩效	0.09	巡查问题解决率	0.05
				巡查频率	0.04
		泵站运行维护	0.09	泵站可运行率	0.05
防汛应急	0.26	防涝	0.08	积水区(点)工程改造率	0.04
				降雨积水率	0.04
		应急管理	0.10	应急预案演练次数	0.03
				应急预案启动率	0.03
				抢险人员配备率	0.04
		应急响应	0.08	事件处理响应时间	0.04
				抢险事故率	0.04
社会服务及数字化管理	0.21	公众满意度	0.09	公众投诉率	0.05
				媒体负面报道次数	0.04
		数字化管理水平	0.12	在线监测设备有效率	0.04
				排水防涝设施普查率	0.04
				排水管网水力模型建设比例	0.04

③ 指标评分标准

根据表 2 所示的各评估指标的权重,确定排水

防涝设施管理绩效评估指标分值以及评分标准,具体如表 3 所示。

表 3 排水防涝设施管理绩效评估指标分值及评分标准

Tab. 3 Score and scoring criteria of management performance evaluation index of drainage and flood control facilities

指标名称	指标分值/分	评分标准
管网覆盖率	5	90%以上,5分;80%~90%,4分;70%~80%,3分;60%~70%,2分;30%~60%,1分;低于30%,0分
雨水管渠达标率	5	90%以上,5分;80%~90%,4分;70%~80%,3分;60%~70%,2分;50%~60%,1分;50%以下,0分
雨污分流率	5	≥80%,5分;70%~80%,4分;60%~70%,3分;50%~60%,2分;40%~50%,1分;40%以下,0分
雨水调蓄设施覆盖率	4	≥100 m ³ /hm ² ,4分;80~100 m ³ /hm ² ,3分;50~80 m ³ /hm ² ,2分;0~50 m ³ /hm ² ,1分;没有建设雨水调蓄设施,0分
透水地表面积比例	4	40%以上,4分;30%~40%,3分;20%~30%,2分;10%~20%,1分;10%以下,0分
管网平均养护率	3	150%以上,3分;100%~150%,2分;80%~100%,1分;80%以下,0分
检查井平均养护率	3	150%以上,3分;100%~150%,2分;80%~100%,1分;80%以下,0分
机械疏通率	2	≥60%,2分;40%~60%,1分;40%以下,0分
排水管网畅通率	2	很畅通无漫溢点,2分;基本畅通,漫溢点数<10个/km ² ,1分;不畅通,漫溢点数≥10个/km ² ,0分
管道养护周期	2	小型排水管道(管径<600 mm)每年清疏不得少于2次;中型排水管道(600 mm≤管径<1 000 mm)每2年不得少于3次;大型排水管道(管径≥1 000 mm)每年不得少于1次。1种管道不符合要求扣1分,扣完为止
巡查问题解决率	5	100%,5分;90%~100%,4分;80%~90%,3分;70%~80%,2分;60%~70%,1分;60%以下,0分
巡查频率	4	旱季时段,1次/4 d;雨季时段,特别重要管段1~2次/d,重要管段1次/d,一般重要管段1次/2 d。1项不符合要求扣1分,扣完为止
泵站可运行率	5	≥98%,5分;90%~98%,4分;80%~90%,3分;70%~80%,2分;60%~70%,1分;60%以下,0分
水泵维护周期	4	轴流泵≤3 000 h,离心泵及混流泵≤5 000 h,潜水泵3 000~15 000 h,螺旋泵≤8 000 h,不经常运行的水泵≤26 280 h;泵站设施、机电设备和管配件外表除锈、防腐蚀处理宜2年一次;泵站设置的起重设备、压力容器、安全阀及易燃、易爆、有毒气体监测装置必须每年检验一次;围墙、道路、泵房等泵站附属设施应保持完好,宜3年整修一次。1项不符合要求扣1分,扣完为止
积水区(点)工程改造率	4	100%,4分;80%~100%,3分;60%~80%,2分;40%~60%,1分;40%以下,0分
降雨积水率	4	无降雨积水,4分;<10处/km ² ,2分;≥10处/km ² ,0分
应急预案演练次数	3	每一种应急预案,每年至少进行一次培训和演习,符合要求得3分,否则得0分
应急预案启动率	3	80%以上,3分;60%~80%,2分;40%~60%,1分;40%以下,0分
抢险人员配备率	4	5人/km ² 以上,4分;3~5人/km ² ,3分;2~3人/km ² ,2分;1~2人/km ² ,1分;没有配备抢险人员,0分
事件处理响应时间	4	2 h以下,4分;2~4 h,2分;4 h以上,0分
抢险事故率	4	100%,4分;80%~100%,3分;60%~80%,2分;40%~60%,1分;40%以下,0分
公众投诉率	5	无投诉,5分,1次/100 km扣1分,扣完为止。感谢表扬的计为扣负值,最高增到5分
媒体负面报道次数	4	因排水管道设施维护不力造成道路积水或污水漫溢,并被媒体曝光的,曝光一次扣2分,扣完为止
在线监测设备有效率	4	≥90%,4分;70%~90%,3分;50%~70%,2分;10%~50%,1分;10%以下,0分
排水防涝设施普查率	4	100%,4分;80%~100%,3分;60%~80%,2分;50%~60%,1分;50%以下,0分
排水管网水力模型建设比例	4	100%,4分;80%~100%,3分;60%~80%,2分;40%~60%,1分;40%以下,0分

3 某区域排水防涝设施管理绩效评估

利用构建的指标体系对某市一排水区域的排水防涝设施管理绩效进行评估,并在评估之前对当地

排水管理部门进行了调研,得到以下相关数据。

① 该区域面积约 6.91 km²,其中雨污分流区域面积约 5.52 km²。区域内可渗透地面面积约

3.45 km²,区域内无雨水调蓄设施,区域管网设计重现期为2年一遇。

② 全年养护管道85.74 km、养护检查井5 156座、管道疏通工作有一半由机械疏通完成、全部泵站机组都能正常运行。

③ 现场巡查人员按计划进行巡查工作,并对巡查时发现的问题均能及时解决。

④ 区域内共有15个漫溢点,8个积水点(目前已改造4个)。

⑤ 每年进行2次应急预案演练,并对发生的应急事件成功启动应急预案;区域内配备抢险人员27名,事件处理响应时间为0.5 h;对发生的排水事

故均成功采取了抢险措施。

⑥ 在区域内进行了排水防涝设施普查、构建了该区域模型,模型涵盖排水管道104.56 km、检查井6 066座,并在管网关键节点布设在线监测设备。

⑦ 近年来从未发生公众投诉事件及媒体负面报道。

依据上述调研数据并结合构建的评估体系,得到评估结果如表4所示。

由评估结果可以看出,该区域在社会服务及数字化管理方面的建设较好,而在设施建设、设施维护等方面得分相对较低,在以后管理工作中需重点在这些方面加以完善。

表4 某市排水防涝设施管理绩效评估结果

Tab.4 Evaluation results of drainage and flood control facilities management performance in a city

目标层得分		准则层得分		指标层得分		
指标	得分/分	指标	得分/分	指标	计算过程/说明	得分/分
设施建设	15	基础设施建设	15	管网覆盖率	该区域实现了管网全覆盖	5
				雨水管渠达标率	经模拟,满足2年一遇的雨水管网占比54%	1
				雨污分流率	$5.52/6.91 = 80\%$	5
				雨水调蓄设施覆盖率	无调蓄设施,覆盖率为0	0
				透水地表面积比例	$3.45/6.91 = 50\%$	4
设施维护	24	养护绩效	6	管网平均养护率	$85.74/104.56 = 82\%$	1
				检查井平均养护率	$5\ 156/6\ 066 = 85\%$	1
				机械疏通率	50%	1
				排水管网畅通率	$15/6.91 = 2.17$ 个/km ²	1
				管道养护周期	符合最高评分标准	2
		巡查绩效	9	巡查问题解决率	100%	5
				巡查频率	符合最高评分标准	4
		泵站运行维护	9	泵站可运行率	100%	5
				水泵维护周期	符合最高评分标准	4
防汛应急	20	防涝	3	积水区(点)工程改造率	$4/8 = 50\%$	1
				降雨积水率	$8/6.91 = 1.16$ 处/km ²	2
		应急管理	9	应急预案演练次数	2次/a	3
				应急预案启动率	100%	3
				抢险人员配备率	$27/6.91 = 4$ 人/km ²	3
		应急响应	8	事件处理响应时间	0.5 h	4
				抢险事故率	100%	4
社会服务及数字化管理	21	公众满意度	9	公众投诉率	0	5
				媒体负面报道次数	0	4
		数字化管理水平	12	在线监测设备有效率	100%	4
				排水防涝设施普查率	100%	4
				排水管网水力模型建设比例	100%	4

4 结语

在分析国内相关标准、考核办法的基础上,构建了城市排水防涝设施管理绩效评估体系,提出了评估指标的计算方法、评分标准,并利用评估体系对某

排水区域的排水防涝设施管理绩效进行了评估,从而找出管理工作中的不足之处。该体系充分考虑了社会服务及数字化管理方面的影响,包括公众投诉率、在线监测设备有效率、排水防涝设施普查

率、排水管网模型建设等指标,体系更为完善,基于该体系的评估结果能更全面地反映城市排水防涝设施管理水平。该体系可为其他省市的排水防涝设施管理绩效评估提供一定的参考。

参考文献:

- [1] 林勤. 城市排水防涝设施普查思路及方法分析[J]. 城市勘测, 2015(1): 123-125, 129.
LIN Qin. Census ideas and method analysis of urban drainage and preventing waterlog facilities [J]. Urban Geotechnical Investigation & Surveying, 2015(1): 123-125, 129 (in Chinese).
- [2] 张丽虹. 大数据背景下城市排水防涝设施动态管理系统设计[J]. 现代商贸工业, 2018, 39(16): 174-176.
ZHANG Lihong. Design of dynamic management system for urban drainage and flood control facilities under the background of big data [J]. Modern Business Trade Industry, 2018, 39(16): 174-176 (in Chinese).
- [3] 彭彤, 盛政, 赵冬泉, 等. 基于GIS的城市排水防涝设施普查信息平台开发与应用[J]. 给水排水, 2016, 42(4): 132-136.
PENG Tong, SHENG Zheng, ZHAO Dongquan, et al. Development and application of general information survey platform for urban drainage and flood control facilities based on GIS [J]. Water & Wastewater Engineering, 2016, 42(4): 132-136 (in Chinese).
- [4] 王国勇, 宋小软, 曾新宇, 等. 基于层次分析和模糊综合评判的排水设施安全风险评估[J]. 北方工业大学学报, 2015, 27(1): 89-93.
WANG Guoyong, SONG Xiaoruan, ZENG Xinyu, et al. Risk evaluation of drainage facilities based on analytic hierarchy process and fuzzy comprehensive evaluation [J]. Journal of North China University of Technology, 2015, 27(1): 89-93 (in Chinese).

作者简介:赵美玲(1989-),女,天津人,硕士,高级工程师,主要从事排水模型及在线监测等相关研究工作。

E-mail:675376135@qq.com

收稿日期:2019-08-09

修回日期:2019-09-03

(编辑:丁彩娟)

(上接第30页)

- [2] GAROFALO G, GIORDANO A, PIRO P, et al. A distributed real-time approach for mitigating CSO and flooding in urban drainage systems [J]. Journal of Network and Computer Applications, 2017, 78: 30-42.
- [3] BERGGREN K, OLOFSSON M, VIKLANDER M, et al. Hydraulic impacts on urban drainage systems due to changes in rainfall caused by climatic change [J]. Journal of Hydrologic Engineering, 2015, 17(1): 92-98.
- [4] SCHILLING W, ANDERSSON B, NYBERG U, et al. Real time control of wastewater systems [J]. Journal of Hydraulic Research, 1996, 34(6): 785-797.
- [5] 刘智晓, 刘龙志, 王浩正, 等. 流域治理视角下合流制雨季超量混合污水治理策略[J]. 中国给水排水, 2020, 36(8): 20-29.
LIU Zhixiao, LIU Longzhi, WANG Haozheng, et al. Watershed management and control strategies for urban combined sewer overflows during peak wet weather flow conditions [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(8): 20-29 (in Chinese).
- [6] 王浩正, 刘智晓, 刘龙志, 等. 流域治理视角下构建弹性城市排水系统实时控制策略[J]. 中国给水排水, 2020, 36(14): 66-75.
WANG Haozheng, LIU Zhixiao, LIU Longzhi, et al. Real time control solutions for urban drainage system under watershed treatment [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(14): 66-75 (in Chinese).
- [7] VEZZARO L, CHRISTENSEN M L, THIRSING C, et al. Water quality-based real time control of integrated urban drainage systems: a preliminary study from Copenhagen, Denmark [J]. Procedia Engineering, 2014, 70: 1707-1716.

作者简介:刘龙志(1981-),男,湖南衡阳人,硕士,教授级高级工程师,从事污水处理、海绵城市、水环境治理工作。

E-mail:hbyllz@126.com

收稿日期:2020-09-09

修回日期:2020-09-21

(编辑:丁彩娟)