

城市雨水管理

济南市海绵城市建设试点区水量水质监测方案

宫永伟¹, 张新勃¹, 李慧文¹, 李俊奇¹, 王建龙², 杜晓丽², 赵娜³

(1. 北京建筑大学 城市雨水系统与水环境省部共建教育部重点实验室, 北京 100044;

2. 北京未来城市设计高精尖创新中心, 北京 100044; 3. 济南工程职业技术学院 土木工程学院, 山东 济南 250200)

摘要: 监测是评价考核海绵城市建设主要指标的重要手段之一,能为当地海绵城市建设方法的优化提供数据支持,也可为全国海绵城市建设积累基础数据。以济南海绵城市试点区为例,提出针对年径流总量控制率和地表水环境质量两个主要考核指标的具体监测方案。归纳总结了总体监测思路及布点原则,介绍了试点区河道、道路和管道、流域PPP项目和典型工程项目的监测布点方法、时间及频率,并针对海绵城市监测提出了合理化建议,以期为其他城市海绵城市建设效果的监测评估提供参考。

关键词: 海绵城市建设; 评价考核; 监测方案

中图分类号: TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)11-0116-05

Plan for Water Quantity and Quality Monitoring at a Sponge City Pilot Site in Jinan

GONG Yong-wei¹, ZHANG Xin-bo¹, LI Hui-wen¹, LI Jun-qi¹, WANG Jian-long²,
DU Xiao-li², ZHAO Na³

(1. Key Laboratory of Urban Stormwater System and Water Environment <Ministry of Education>, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China; 2. Beijing Advanced Innovation Center of Urban Design for Future Cities, Beijing 100044, China; 3. School of Civil Engineering, Jinan Engineering Vocational Technical College, Jinan 250200, China)

Abstract: Monitoring is an important approach for evaluating major indices of local sponge city constructions as well as providing field data for national wide applications. Taking the sponge city pilot site in Jinan as an example, a program monitoring the volume capture ratio of annual total rainfall and the surface water quality was implemented. This paper summarized ideas and the principles used in selecting monitoring points. This paper also described rivers, roads and drainage pipes in the pilot site, introduced the watershed PPP program and typical engineering projects, and discussed the methods for determining monitoring locations, time, and frequency. Suggestions were offered for the monitoring and the evaluation of sponge city construction.

Key words: sponge city construction; assessment; monitoring program

随着各城市海绵城市建设工作的逐步深入,海绵城市的绩效考核准备工作即将开展,如何对海绵城市建设区进行科学合理的评估是当前海绵城市建设效果考核需要探讨的关键问题。2015年7月10日,住房和城乡建设部发布《海绵城市建设绩效评价与考核办法(试行)》,提出了海绵城市建设效果评估考核的主要指标。对海绵城市建设试点区进行效果监测是评价考核指标的重要基础工作。济南市大明湖兴隆片区是我国第一批海绵城市建设试点区之一,总面积约为 39 km^2 ,该区域地貌多样、下垫面种类丰富,其中,区域地貌涵盖平原、山体、山前坡地三种,下垫面包括建筑与小区、公园绿地、城市道路、河湖水系等。笔者以该区域为例,针对年径流总量控制率和地表水环境质量(包括水质浓度和污染物负荷削减率两个方面)两个主要指标,提出具体考核监测方案,以期对济南市海绵城市建设效果评价与考核工作提供参考。

1 监测目的

通过监测手段积累水质与水量等相关数据,通过对试点区重要点位的监测,便于检验各项海绵功能设施的运行效果,及时发现运行风险及相关问题,并做出相对应的有效更正^[1],在对试点区进行海绵城市建设效果考核及对相关项目运行维护的过程中,有利于不断优化城市海绵功能的建设方法。在服务于济南市海绵城市试点区建设效果考核评估的同时,评判所采取规划设计方案的适用性,评价结果可为海绵城市规划设计方法在济南市及其他条件相似区域进行工程推广和后续科研提供数据支持,可为我国海绵城市建设的进一步推广提供重要参考。

2 总体思路

对济南市海绵城市建设试点区的监测情况进行分类,主要包括试点区整体、流域 PPP(政府和社会资本合作)项目以及典型工程项目的雨水客水及其污染物汇入和外排情况。在海绵城市设施、道路、排水管网、接纳水体等要素以及汇水区边界选取关键监测点位,安装雨量计、流量计、液位计、流速仪等设备,采集径流水样,对雨量、流量、水位、SS 等指标进行同步监测,根据考核的监测需求确定监测频率。评价海绵城市建设效果应结合监测和模拟两种手段。利用典型点位的雨量、流量、水质等监测数据,对试点区雨水系统模型的相关参数进行率定和验证。使用多年降雨数据,用调试好参数的模型对试

点区整体、流域 PPP 项目以及典型工程项目进行水量和水质模拟,根据模拟结果可计算出试点区整体及内部研究区域的总出流量与总入流量的差值即总的径流外排量,再结合水质数据进一步得出面源污染负荷及总污染物负荷外排量,据此对年径流总量控制率和地表水环境质量等指标进行评价考核,对研究区域的海绵功能建设进行效果评价。

由于监测工作会消耗大量的人力物力,具有较高的监测成本和实施的不确定性,因此在制定试点区监测方案时,应充分考虑以下几个原则:

① 根据规划、市政、建筑、园林、水利、水文、防汛等管理部门的实际需求,对当地的水系统进行全面调研,以确保监测点位布设的合理性;

② 在选择监测点位时,应尽可能利用既有的监测设备,避免监测工作的重复及设备的浪费;

③ 为了便于对监测设备的监管及维护,同一区域内不同类型的监测设备应尽量靠近,且所选位置应便于设备的安装及维护。

3 监测方案

为满足对济南市海绵城市试点区的考核要求以及不断优化并推广海绵功能设施的建设方法,将试点区考核的监测方案分为三部分:试点区整体监测、流域 PPP 项目监测、典型工程监测。其中,对试点区进行监测主要是为了积极配合住建部对济南市海绵城市试点区整体的考核工作;对流域 PPP 项目的监测主要是服务于济南市对试点区内 PPP 项目的考核评估;对典型工程项目的监测则是为分析研究海绵功能设施建设方法的改进提供科学有效的数据基础。三方面的监测工作同时也为全国海绵城市的建设积累相关数据,为其建设方法的优化及推广提供重要的数据支持。

3.1 试点区监测布点

济南试点区监测主要是根据降雨径流在试点区边界的汇入、流出情况进行水量和水质的监测布点,如图 1 所示。根据现场调研情况,径流主要以三种途径流经试点区边界,即河道、道路和管道。因此,在试点区边界分别对这三种径流传输通道进行水量和水质监测。根据试点区河道、道路、管道的流量监测数据,计算得出三种排水通道在试点区边界的总出流量与总入流量的差值,即为试点区总径流外排量。再结合水质数据进一步得出试点区总污染物负荷外排量,从而对年径流总量控制率和地表水环境

质量等指标进行考评。



图1 试点区监测点布设示意

Fig.1 Layout of monitoring points in sponge city experiment site

3.1.1 降雨监测

降雨数据是海绵城市建设效果评估考核工作的重要基础数据。试点区水量、水质监测数据需要与对应的降雨数据相结合才能对试点区年径流总量控制率、地表水环境质量等重要指标进行考评。在布设降雨监测点位之前,首先应对布设场地进行全面的现场踏勘,收集场地自然地理、风强度级别、交通等资料。布设监测点位应注意以下问题:①避开强风区,减小风对降雨观测的影响;②选择较为平坦的布点场地,尽量避开遮挡物;③设置场地保护范围,经常清理,保持场地平坦整洁;④保证雨量计定点的牢固,避免雨量计因外力而倒塌,影响降雨监测^[2]。

不同区域对应的同一场雨,其降雨量、降雨历时、降雨峰值等不尽相同,因此不同区域应采用局地的雨量数据,以使评价结果能够较为准确、全面地反映监测区域的情况。鉴于济南市水文局已在全市布设了较多的雨量站,目前在试点区内布设的雨量站共有9个,分别位于泉城公园、千佛山北、济南大学东、金鸡岭、龟山、道桥处、山大南校、兴隆、分水岭,其雨量监测结果可直接作为后续考核评估工作的数据基础,因此试点区的雨量监测不再新设站点。

3.1.2 河道监测

河道监测布点的确定主要是根据试点区内主要流域,包括玉绣河流域、历阳河流域、兴济河流域、十六里河流域在试点区边界的汇入与流出情况来定。根据主要河道在试点区边界的总出流量与总入流量的差值计算得出试点区内各个流域的径流外排体

积。同时选取典型断面进行水质的监测,确定试点区内部流域的面源污染负荷及总的污染物负荷外排量。因此,在河道上游试点区边界处确定监测点的位置,用来监测河道上游客水流入的水量,同时反映该河道流域污染物浓度的初始背景值。同时在下游试点区边界处设置监测点,确定降雨过后河道末端出水总量和污染物浓度值。为避免重复工作及相關费用和人力资源的浪费,在布设监测点时,其位置尽量与水文局布设的站点一致,如水文局在布设的监测点处已设有监测站点,则直接使用水文局的监测成果,不再增设监测设备。

试点区河道监测点布设在历阳河与试点区北边界交叉点、扳倒井与试点区东边界交叉点、山大东墙与试点区东边界交叉点、兴隆水库上游与试点区东边界交叉点、十六里河与试点区西边界交叉点、兴济河干流与试点区西边界交叉点、玉绣河与试点区北边界交叉点等。其中兴隆水库上游监测点位不具备监测条件,监测点移至兴隆桥。利用试点区雨水系统模拟结果,按比例扣除该点位所在流域的产流量,之后再用该点位监测得出的入流量减去模型模拟所得的产流量,即可估算出该点位原先对应试点区边界处的客水汇入量。各监测点位分别安放流量计,同时人工或自动采样,进行水质的同步监测。

3.1.3 道路监测

由于济南市试点区道路纵坡较大,加之道路雨水系统有较大的汇水路面,在发生降雨特别是大暴雨时,在路面易形成流量较大的径流,因此道路行洪是济南市海绵城市建设需要解决的重要问题之一,对其控制效果的监测评估非常重要。道路监测点的布设原则与河道监测点类似。其监测目的是根据道路在试点区边界的总出流量与总入流量的差值计算得出试点区内各条道路的径流外排体积,选取典型断面进行水质的同步监测,结合模型模拟确定试点区道路的总污染物负荷外排量。在道路试点区边界处根据降雨径流的入口和出口确定监测点的位置。一般道路采样点布设在路边雨水口等径流量较大的地方,便于监测、采样。除试点区边界位置,在易发生积水的道路上增设水位计,用于考核评价积水解决措施的建设效果。

用于监测试点区道路出入边界的流量监测点主要布设在玉函路汇入经十路口南、舜耕路汇入经十路口南、千佛山路汇入经十路口南、旅游路与试点区

东边界、二环南路与试点区东边界、二环南路与试点区西边界、英雄山路汇入经十路口南。易涝路段水位监测点主要布设在济大路西段和经十一路济南电视台北门,用于评估试点区内道路积水和洪水问题。

3.1.4 管道监测

济南海绵城市试点区地势南高北低,管道下游外排口基本位于试点区北边界。根据现场实际踏勘情况,在试点区北部边界布置监测点位,进行水量和水质的同步监测。一般管道采样点布设在试点区边界的检查井下方。根据监测数据,计算管道在试点区边界的总出流量与总入流量,结合典型监测点位的污染物浓度值可进一步得出试点区的管道排污量。

3.2 流域PPP项目监测布点

济南市兴济河流域和玉绣河流域的海绵功能改造采用流域内工程整体打包的 PPP 模式。对两个流域 PPP 项目进行监测布点主要是用于济南市对该项目的海绵功能建设效果进行考核评估。

流域监测布点的位置主要选在河道与试点区边界的交汇处以及流域内部较大支流汇入点处。其中,兴济河流域的监测点位布设在其流域试点区边界处和较大支流汇入点处,玉绣河流域的监测点位布设在其流域试点区边界处和该流域典型管道排河口处。部分监测点位在试点区整体监测布点时已考虑,为避免重叠,这里不重复安放监测设备。利用流域试点区边界监测点的监测数据,计算得出流域的总径流外排量和总污染物负荷外排量,以便于济南市对流域 PPP 项目的年径流总量控制率和地表水环境质量这两个指标做进一步考核。若项目整体未达标,可通过流域内部较大汇入点的监测数据分别对流域各个集水区进行问题排查。

3.3 典型工程监测布点

对济南海绵城市建设的典型工程进行监测,其目的主要是评价具体工程的海绵功能建设效果。监测数据可为海绵城市建设的相关研究提供一定的依据,有利于进一步推广海绵设施的建设方法。

评价考核的典型工程类型主要分为建筑与小区、城市道路、园林绿地和水系统。分别选取兴隆小区、旅游路西段和二环南路的典型路段、千佛山和历阳湖作为四类典型工程考核评价对象,对其进行监测布点。其中,兴隆小区监测点位布设在小区总外

排口处;旅游路西段监测点位布设在道路上、下游两端排水口处;二环南路典型路段选择其道路总外排口、中央绿化带外排口以及高架桥下雨水桶作为监测点位;千佛山绿地系统监测点位设在各汇水分区总外排口处;历阳湖则在其下游排水渠道布设监测点位。各个典型项目进行水量、水质的同步监测。

济南市海绵城市试点区监测设备的布设情况如表 1 所示。

表 1 济南市海绵城市试点区监测设备布设情况

Tab. 1 Layout of monitoring device in sponge city pilot site of Jinan City

设备类型	设备数量/套	备注
河道流量计	6	监测流量的同时,选择典型断面加以人工或自动采样,进行水质的同步监测
道路流量计	12	监测流量的同时,选择典型断面加以人工或自动采样,进行水质的同步监测
道路水位计	2	监测路面水位
雨水桶水位计	6	监测雨水桶内水位
管道流量计	21	监测流量的同时,选择典型断面加以人工或自动采样,进行水质的同步监测

3.4 监测时间及频率

水位、流速、流量的监测均为在线运行设备,2017 年均对试点区边界、兴济河流域、玉绣河流域进行全程监测。典型断面或工程的水质监测需要监测降雨次数不少于 6 次,尽量涵盖大(暴)、中、小三种雨型。采样频率按监测点出现径流后,采用 0、5、10、20、30、60、90、120 min 的时间间隔。如果日降雨历时较长,则根据实际情况,产流后的 0.5 h 内取样不低于 2 次,前 1 h 不低于 4 次,之后的采样间隔适当增大,累计采样不低于 8 次。

根据上述监测方案,对济南海绵城市主要考核指标:年径流总量控制率和地表水环境质量进行评价考核,方法参考《海绵城市建设主要目标的验收考核办法探讨》中的“监测与模拟联合法”^[3]。

4 总结与建议

济南市海绵城市试点区的监测是考核其海绵城市建设效果的重要基础工作。监测方案制定的科学性和合理性直接影响到海绵城市建设区域考核结果的准确性。济南市根据试点区现场实际情况,通过对试点区边界、流域 PPP 项目以及典型工程的水量

(下转第 127 页)