

# 源头径流控制设施的运行维护及相关问题探讨

王琦<sup>1</sup>, 宫永伟<sup>1</sup>, 张维伟<sup>1</sup>, 李俊奇<sup>1</sup>, 张新勃<sup>2</sup>

(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. 北京市  
可持续城市排水系统构建与风险控制工程中心, 北京 100044)

**摘要:** 源头径流控制系统是海绵城市建设内容的重要组成部分之一, 包含渗、滞、蓄、净、用、排等多种低影响开发设施及其组合, 对实现城市良性水文循环, 提高雨水径流的渗透、调蓄、净化、利用和排放能力, 维持恢复城市的“海绵”功能等的作用不可或缺。目前我国海绵城市建设取得了长足进步, 但设施运行维护规程还不成熟, 缺少相应的运行维护体系。为此对源头径流控制设施维护过程中关于责任分配、维护人员要求、维护要点等问题进行了探讨, 对海绵城市源头径流控制设施的健康长久运行具有重要意义。

**关键词:** 源头径流控制设施; 海绵城市; 运行维护

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)07-0144-05

## Operation and Maintenance of Source Runoff Control Facilities

WANG Qi<sup>1</sup>, GONG Yong-wei<sup>1</sup>, ZHANG Wei-wei<sup>1</sup>, LI Jun-qi<sup>1</sup>, ZHANG Xin-bo<sup>2</sup>

(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 Engineering Research Center of Sustainable Urban Sewage System Construction and Risk Control, Beijing 100044, China)

**Abstract:** The system of source runoff control facilities is an important component of the sponge city constructions. The system includes low impact development techniques such as infiltration, detention, retention, purification, recycle, release, and their combinations. The system is necessary to achieve the sustainable development of urban stormwater system, to increase the capacity of infiltration, retention, purification, recycle, release of stormwater runoff, and to maintain the urban ‘sponge’ functions. Currently, great progresses have been made in the sponge city constructions in China; however, the facilities operation and maintenance procedures are still in need of improvements, such as an operation and maintenance system. This paper discussed key components in the maintenance of source runoff control facilities, and other issues about responsibility allocation, requirements to maintenance personnel, and routine of the maintenance. It may have great significance to long-term operation of source runoff control facilities in the sponge city construction work.

**Key words:** source runoff control facility; sponge city; operation and maintenance

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(41530635); 北京市教育委员会科技计划面上项目(KM201510016005);  
住房和城乡建设部软科学研究项目(2016-R2-016)

通信作者: 宫永伟 E-mail: gongyongwei@bucea.edu.cn

随着习近平总书记讲话及中央城镇化工作会议精神提出,为了节约水资源,保护和改善城市生态健康,促进生态文明建设,我国开始大力推进建设自然积存、自然渗透、自然净化的“海绵城市”,推行低影响开发措施来缓解城市雨水问题<sup>[1]</sup>。将“海绵”融入城市规划建设,源头径流控制设施正逐渐出现在城市建设中。科学合理的运行维护关系着设施运行功能发挥以及海绵城市建设的效果,但目前我国尚未针对源头径流控制设施制定具体可操作的运行管理和维护规程,鉴于此,笔者进行了相关探讨。

## 1 维护要点

源头径流控制设施种类较多,空间布局比较分散,总体数量较大,若疏于维护管理,必然会使得局部或整体难以达到理想效果。与传统灰色雨水设施不同,源头径流控制更加注重以“渗”、“滞”、“蓄”、“净”等生态化、分散型的设施处理雨水,这些设施多与绿地景观相结合,要求设施具有一定的渗透性和储存空间。

透水铺装、透水沥青等路面渗透设施需要定期检查其渗透性并加以维护处理,若透水能力丧失,功能上将无异于不透水路面;渗透塘、渗井、渗渠、人工土壤渗滤等设施若疏于维护管理,其渗透性能将受到影响,导致雨水滞留时间过长,进而发生水质恶化、滋生细菌蚊虫等问题,甚至污染地下水;雨水罐、调节塘、调节池等设施需要通过整体清淤、空间预留等方式保证汛期有足够的调蓄空间,发挥雨季的调蓄功能;绿色屋顶、下沉式绿地、生物滞留设施、湿塘、雨水湿地、植草沟、植被缓冲带等,除了需要对植物进行常规养护之外,还要注意极端天气后设施损坏程度检测及修复。

## 2 维护内容

源头径流控制设施的运行维护内容主要包括设施检测、汛期维护、常规维护、冬季保护、应急处理五个方面。

### 2.1 设施检测

设施投入运行前期,可能发生因设计与施工之间的不协调而导致在大降雨事件(降雨量超过当地设计降雨量)中缺乏良好的适应性,发生不必要的损坏,所以针对这个阶段的设施,大降雨事件后应检查其运行状况,包括:

① 渗透类、调节类技术设施的积水情况。若设施积水超过设计排空时间时,应针对不同设施的

特点采取相应的技术措施,利用负压抽吸修复透水铺装渗透性;通过深翻耕的方式改善下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘土壤渗透性;通过设施内部清淤改善调节池、调节塘土壤渗透性等。

② 储存类技术设施的堵塞漏损情况。若设施发生雨水渗漏或堵塞时,通过疏通修补的方式对雨水罐、蓄水池等设施进行修复。

③ 净化、转输类技术设施的运行通畅性。若设施发生雨水堵塞、断路时,通过设施内部清淤的方式对人工土壤渗滤设施、绿色屋顶、植被缓冲带、植草沟等进行疏通。

运行稳定后,每年根据设施情况确定各类技术设施大降雨事件时运行状况的检测次数,特别是净化类技术设施的出水水质监测,一般每年1~2次,以保证设施长期运行的稳定性<sup>[2]</sup>。

### 2.2 汛期维护

为提高海绵城市建设效果,缓解城市内涝与水环境质量,汛期前,必须保证各类技术设施的结构完整性和主要功能效果。主要技术措施有:

① 渗透类技术设施堵塞情况检测修复。通过随机抽取取水区域洒水作业,观察渗透情况,判断透水铺装渗透能力的持续性;设施内部和周边的雨水口、溢流口通畅性检测及清淤维护,保证下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘运行的稳定性。

② 储存类技术设施的通畅性、漏损检测修复。类似于雨水罐、蓄水池等设施的检测维护。

③ 调节类技术设施主体结构清淤及构造检修。调节塘、调节池主体结构清淤维护,堤坝及连接管线检修疏通等。

④ 净化类技术设施出水水质效果检测。

⑤ 转输类设施通畅性及其与其他设施连通性的检测。

若汛期时间较长,降雨频繁,应适当增加维护作业人员检测维护设施频率,及时发现设施运行问题并予以解决,保证汛期设施功能效果正常发挥。

### 2.3 常规维护

及时对设施发生的问题进行反馈,增加设施的使用年限。各类技术设施的常规维护主要是设施的整体性维护,包括设施内外周期性的垃圾清理、淤泥清除以及人为性破坏的预防。

涉及植被生长的设施,需对植被进行相应维护,主要内容有:①根据气候变化、植被生长情况进行综

合评价以拟定浇灌周期;②进行植被修剪,清除枯死植被以满足景观要求;③若植被出现较高的死亡率,及时进行原因分析并采取相应措施,必要时进行植被更替;④每年对设施内植物生长状况进行至少2次评估,及时去除入侵物种;⑤定期清除设施内杂草,保持植被生长密度;⑥定期进行土壤检测,保证适宜的土壤环境。

除上述维护项目外,透水铺装每年需要至少1~2次的表面清理,以减轻泥沙堵塞,保证设施的孔隙度;每年需要进行1次透水路表面损坏情况检测,当发生透水区域表面凹陷、面层破损时,及时进行修补或更换,以免雨水下渗影响路基;路基设计为不透水情况的,每年选取至少2场降雨事件对路基进行防渗评价检测,当发生路基损坏的,应及时对设施进行渗透层修复;对渣土车、施工车等易产生细小颗粒物的车辆进行限制等<sup>[3]</sup>。渗透塘每年需要进行至少2次设备状况检查,及时发现设施的不均匀沉降、池壁开裂或腐蚀、泄漏、泥沙淤积等状况。雨水罐每年进行1~2次蚊虫检测,若表层遮盖物不能阻止蚊虫,可在雨水收集系统表面适量添加植物油使幼虫浮在表面或使用除蚊虫颗粒剂阻止蚊虫滋生<sup>[4]</sup>。蓄水池需要定期对入口管和溢流管的密闭性进行检测和进出水水质监测。雨水湿地每年至少进行1次底泥累积检测,当底泥积累到80 mm时,需移除积累在暗沟附近和通道内部的底泥;当某区域被侵蚀时,需填补和压实,使其能够与湿地底部持平。绿色屋顶每年需要进行至少2次防水层渗漏检测等。

#### 2.4 冬季保护

我国北方冬季温度较低,对设施的运行维护造成了极大的困扰,当路面系统积雪发生消解时,融雪水中大颗粒物进入透水铺装表面,低温条件下发生冻结,导致孔隙堵塞,且只有当路面系统的积雪难以溶解时才可以适当使用融雪剂,使用了融雪剂的积雪应远离透水区域,以免污染物下渗污染地下水;若冬季出现严寒恶劣天气,为保证植被存活,应及时增加相应保暖防护措施;储存类设施如雨水罐、蓄水池等应保证内部排空,以免冻裂等<sup>[5]</sup>。

#### 2.5 应急处理

制定各类应急处理制度,建立相关处理部门机构,发生突发事件及时作出回应并予以处理。

总体上,源头径流控制设施的运行维护需要注意以下方面:①应建立相应的管理制度;②雨水入

渗、收集、输送、储存、处理与回用系统应及时清扫、清淤,确保设施安全运行;③源头径流控制设施应设有防止误接、误用、误饮的标识;④严禁向雨水收集口排放污染物;⑤所有种植植物的运行维护工作应满足景观要求;⑥加强源头径流控制设施数据库的建立与信息技术的应用,通过数字化信息技术手段,进行科学规划、设计,并为源头径流控制系统的建设与运行提供科学支撑。

### 3 运行维护需要特别注意的几个问题

#### 3.1 责任落实及人员管理

做好设施运行维护工作,预防损坏并减少不必要的损失,保证基础设施在降雨事件中充分发挥作用,降低大降雨事件对社会财产的破坏,是相关运行维护单位以及管理部门的职责。对于我国海绵城市建设中已建设施常出现的由于缺乏相应维护责任人、维护人员意识淡薄、技术措施模糊、无法形成连续稳定的维护系统等而导致设施出现不必要损坏的问题应予以避免。应针对各类设施的具体情况,明确设施运行维护的责任主体,落实运行维护单位,建立健全运行维护制度,完善人员的管理和培训,并加强宣传教育,实现海绵城市设施长久运行的最终目标。

公共基础设施由城市道路、排水、城乡建设、园林等相关部门按照职责分工负责运行维护;其他性质的(含PPP建设模式的)基础设施,应由该设施的所有单位或其委托方负责运行维护,若无明确责任主体,遵循“谁建设,谁管理”的原则。

各类设施的运行维护单位应明确其具体职责,配专门人员对设施进行日常运行维护和管理,并对人员进行培训,使人员上岗前掌握设施运行维护内容、方法和频次,并根据运行维护需要合理安排人员数量、维护时间。建立相应运行维护人员管理制度,制定维护人员及设施档案记录。设立运行维护监管部门,建立合理的奖罚机制,保证设施运行维护工作正常进行。

#### 3.2 设计、施工、运行维护之间的相互协调

目前我国的海绵城市建设在设计、施工建设和运行维护这三个阶段对运行维护的衔接和协调不足,需要加强。

设计人员需将设计区域内的设施结构及相应设施的设计图纸表达清楚,还需要注重施工和建设要求,加强设施运行维护的表述内容、专篇或使用说

明,使其设计意图贯彻到运行维护阶段。

施工建设阶段是将设计成果内容通过施工建设表达出来,按照图纸要求建设出相应的结构设施。这个阶段的施工人员常会缺少对设施功能的理解,对于设施的功能性要求是否满足缺少相应的验证及调试过程。工程建设完成后缺少内容和程序的文件化规定及相关运行过程的培训,没有标准化的要求,导致工程交付状况五花八门,质量状况参差不齐。

运行维护阶段是保证设施长期稳定发挥功能的重要阶段,通过维护部门之间相互配合、合理健全的维护体系保证设施正常运行。一套健全的体系需要标准化的管理程序和要求,人员要求、运行技术应用、系统维护、各相关方的职责等都有待在这个阶段落实,这些措施的落实程度决定了设施的运行维护水平。

目前我国缺少对这三个阶段统一的规定体系,导致各阶段单位关心的重点目标不同,没有相互协调衔接,为设施后期稳定运行留下隐患。

### 3.3 技术体系的完善

源头径流控制设施的种类较多,空间分布比较分散,总体数量较大,在设施的前期建设、功能发挥上存在差异,而且目前我国海绵城市建设依然处于起步阶段,尚未有一套完善的源头径流控制设施的运行维护体系标准,缺乏相应的维护主体及资金来源,影响设施运行效果。

### 3.4 管理体系的完善

源头径流控制设施的运行维护是一项系统工程,涉及到运行管理、设备管理和人员管理等。运营管理主要是相关设施的启用控制、操作规范、目标考核、组织措施等方面,是各类技术设施提高作用效率、降低投入成本的关键;设备管理主要是设施的检修规范、检修计划、状态检测、工具管理、备件管理等,是设施运行维护的主要工作;人员管理主要涉及工作分配,工作能力、工作积极性、工作饱和度等综合评价,以及技能培训等,重点是如何提高工作效率,保证维护人员合理分工。

我国在源头径流控制设施的管理方面还比较粗放,运行管理计划性不强,缺少规范,或是参考灰色基础设施的一些管理措施,运营方和维护人员指令不协调。设备管理预见性差,不论是设施状态判断、维护计划的制定,还是相关检测设施配件,都缺乏科学性和前瞻性。人员管理方面更是简单的分工协

作,能力参差不齐、积极性不高、责任心不强、后续培养不够,这些会导致各类技术设施故障较多、处理故障时间较长等,从而影响到设施的运行效率。

## 4 风险管理

建立设施运行维护的风险管理预防工作机制,主要包括:①雨水利用系统输水管道严禁与生活饮用水管道连接;②地下水位高及径流污染严重的地区应采取有效措施防止下渗雨水污染地下水;③严禁向雨水收集口和源头径流控制设施内倾倒垃圾、生活污水和工业废水,严禁将城市污水管网接入源头径流控制设施;④城市雨洪行泄通道及易发生内涝的道路、下沉式立交桥等区域,以及城市绿地中湿塘、雨水湿地等大型源头径流控制设施应设置警示标识和报警系统,配备应急设施及专职管理人员,保证暴雨期间人员的安全撤离,避免安全事故的发生;⑤陡坡坍塌、滑坡灾害易发的危险场所,对居住环境以及自然环境造成危害的场所,以及其他有安全隐患的场所不应建设源头径流控制设施;⑥严重污染源地区(地面易累积污染物的化工厂、制药厂、金属冶炼加工厂、传染病医院、油气库、加油加气站等)、水源保护地等特殊区域,如需开展源头径流控制设施建设的,应开展环境影响评价,避免对地下水和水源地造成污染;⑦绿色屋顶建设防止屋面漏水,避免降雨过程中基质中的有机物析出而导致二次污染;⑧生物滞留设施、渗井、渗管/渠、渗透塘等渗透设施的建设需避免引起地面或周边建筑物、构筑物坍塌,或导致地下室漏水等;⑨避免下沉式绿地、植草沟或植被缓冲带中污染物的累积;⑩保证渗透铺装铺设不引起路基的破坏。

## 5 结论

源头径流控制设施的运行维护是一项必要而长期的工作。不同区域的设施维护制度建设应考虑到城市的气候特点、区域位置、土壤渗透性能等因素,因地制宜,明确区域解决的主要问题,合理地制定维护制度体系。健全的运行维护技术体系是设施完全发挥作用效果的基本保障,在发展设施基础建设的同时,加强运行维护管理制度建设。落实设施运行主体责任单位,将设施的运行维护融入到整体的设计、施工、运行各个环节,提高维护作业单位及管理人員的技术水平,加强公众参与,不断实践完善,才能保证源头径流设施维护管理工作质量不断提升和实现持续发展。

### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2014.
- [2] US EPA. Stormwater Management Handbook Implementing Green Infrastructure in Northern Kentucky Communities[M]. Washington, D. C.:US EPA, 2009.
- [3] Bureau of Environmental Services. Portland Stormwater Management Manual[M]. Washington, D. C.:US EPA, 2004.
- [4] Sameer D, Christine Z. Low Impact Development Stormwater Management Planning and Design Guide Version 1.0[M]. Toronto, Canada: Credit Valley Conservation, 2010.
- [5] Greater Vancouver Regional District. Stormwater Source Control Design Guidelines 2005[M]. Vancouver, Canada: Greater Vancouver Sewerage & Drainage District, 2005.



作者简介:王琦(1992-),男,山西长治人,硕士研究生,研究方向为城市雨洪控制与利用。

E-mail:505530675@qq.com

收稿日期:2016-07-05

### · 信息 ·

## 大学风采:西子湖畔“浙江省第一届泵与泵站知识竞赛”成功举办

2016年12月23日,由浙江省城市水业协会主办,浙江工业大学和《中国给水排水》杂志社联合承办的“浙江省第一届泵与泵站知识竞赛”正式开赛。比赛举办地点在浙江工业大学,格兰富水泵(上海)有限公司为本次活动提供了部分资金支持。浙江省内设有给水排水专业的5所高校(包括浙江工商大学、浙江科技学院、浙江水利水电学院、台州学院和浙江工业大学)均派出队伍参赛,另外还邀请了广州大学和广东工业大学代表队参赛。

本次比赛分为预赛和决赛两个环节,进入决赛的队伍通过必答题、综述题和抢答题环节决出最终名次。经过几轮激烈的角逐,广东工业大学代表队获得一等奖,浙江工业大学和广州大学代表队获得二等奖。值得一提的是,本次比赛的题目设计均由已完成《泵与泵站》课程学习的大四学生负责,而参赛队伍则为刚刚学完《泵与泵站》课程的大三学生。高年级学生通过准备赛题,能够自觉地持续学习;低年级学生通过竞赛强化了对相关知识的掌握和理解。此外,本次比赛对获奖队伍的指导教师进行了奖励;为了增加活动的趣味性,比赛中还设置了互动和游戏环节。

据悉,本次省级竞赛活动是由最初的浙江工业大学《泵与泵站》课内课程竞赛逐步发展而来的,竞赛立足于为学生创造课外学习和交流的平台。各参赛学校的带队教师一致认为,通过此次活动,巩固了《泵与泵站》课程中所学的理论知识并展示了教学成果,促进了同学们思维能力的发展和提高,培养了同学们的探索精神和创造才能,还加强了省际、省内各高校间教师和学生的交流,体现了综合性大学和职业学院各自的教学和培养特色,充分展示了当代大学生的风采,也是将大学课程教学与大学生课外创新竞赛有效对接的积极探索与尝试。

(浙江工业大学 供稿)