

城市降雨径流污染控制与管理模式

Control and Management Modes for Urban Stormwater Runoff Pollution

刘 燕¹ 车 伍² 李俊奇²

(1. 同济大学环境科学与工程学院 上海 200092); (2. 北京建筑工程学院 北京 100044)

摘要 介绍了城市雨水径流最佳管理模式国内外研究现状,以北京城区的研究为基础,探讨适合我国城市降雨径流污染控制与管理模式框架,突出强调技术措施和非技术措施相结合、总量控制和源头控制的技术路线和体系,展望了我国径流污染控制的方向。

关键词 雨水径流 最佳管理模式(BMP) 污染控制

Abstract This study briefly discussed the current status of the Best Management Practices for urban stormwater runoff pollution. Based on the research in Beijing urban area, the framework control and management mode were proposed which emphasized on the combination of the technical and non-technical measures, the concept of quantitative and source control. The prospect of the runoff pollution control in China was provided.

Key words Stormwater Runoff Best Management Practice Pollution Control

1 城市雨水最佳管理模式

最佳管理措施(Best Management Practices - BMP)是实现城市降水径流非点源污染控制的最为重要的技术与管理体系。美国环保局(EPA)将BMP定义为^[1]:利用适当的技术保护自然环境,提高生活标准和生活质量。于20世纪90年代初,美国提出了BMP,并逐渐完善对城市雨水径流污染的全面控制。经过10多年的应用和发展,由于城市“空间限制”和提倡“与自然景观的融合”,目前已发展为第二代BMP,更强调与植物和水体等自然条件结合的生态设计和非工程性的管理方法,BMP的各种措施更加科学和完善。

BMP已在美国、新西兰、德国等发达国家和南非^[1]的城市化地区成功应用。美国不仅提出全国性的雨水管理措施,许多州也提出了适合本州的雨水管理设计指南,如纽约州提出有效的雨水管理模式SMP(Stormwater Mangement Practice),涉及

雨水设计的可持续性,安全可靠,易于维修,市民的参与程度和环境效益方面,并制定了《纽约州雨水管理设计手册》^[2],为雨水工程师提供了雨水技术性措施的具体设计标准和参数,包括景观设计的详细资料和SMP设计实例。

新西兰也不断完善对城市雨水水质水量的控制管制措施。如奥克兰地区1983年发布的研究成果已涉及到河流生态、资源合理利用、湖滨带管理、景观设计和相关法律。80年代后期更详细地研究城市活动对雨水径流水质的影响及相应的控制措施,指出该地区径流中主要为SS、COD、N、P、金属、杀虫剂等污染物。2000年完成了控制雨水径流污染的技术手册,根据现场条件选择分散式技术措施,如湿地、自然水道、土壤渗透、天然植被带的利用等,为雨水径流污染控制提供更完善的参考依据^[3]。

在德国,BMP也广泛应用于城市排水发展计划,于1995~1998年开发了城区降雨径流模型,包括雨水池贮存能力、集中和分散式的渗透系统、塘、

收稿日期:2005-07-03

基金项目:北京市科委专项基金项目:北京城区雨水径流污染控制与管理模式(H010610020112)

作者简介:刘燕(1976-),女,湖北武汉人,博士研究生。

土壤渗滤和雨水利用等多种技术措施和管理决策方法。90年代末,德国已基本实现对城市雨水的污染控制^[4]。

国内对城市径流污染的研究始于70年代,但由于点源污染矛盾突出,非点源的径流污染研究发展较慢。近年来,国内对城市降雨径流污染控制研究已逐步深入展开。在北京,针对水资源缺乏和河湖水系“水华”频繁暴发现象,系统地研究了降雨从源头到汇的排污规律、污染物负荷^[5-7]、提出从源头截污到终端控制、雨水利用等一系列措施,并完成研究报告:《北京城区雨水径流污染控制与管理模式》、《北京城区雨水径流污染控制指南》、《北京城市雨水利用技术体系》和《北京城市雨水利用工程评价与管理模式》(北京建筑工程学院、北京城市节约用水办公室等),部分相关内容已纳入“北京总规修编”。在许多雨水利用和水环境修复工程项目中得到应用。在上海,2004年末,中心城区污水处理量将达到430万m³/d,污水收集处理率达70%以上,但80%以上河道达不到水功能区划水质目标,随污水截留比不断提高,排水系统雨天溢流成为水体污染的主要原因,因此针对黄浦江、苏州河水环境治理,开展了面源污染控制关键技术与工程示范工程建设。降雨径流污染控制在深圳等其它城市也相继展开。

2 BMP 应用于北京城区降雨径流污染控制

2.1 北京城区降雨径流污染控制与管理模式

根据发达国家的经验,对城市雨水径流污染控制必须采用系统的综合性措施才能达到预期目的。针对北京城区雨水径流污染状况和对污染物从源头—扩散途径—终端控制的系列研究中,提出北京城区雨水径流污染控制管理模型框架,强调技术措施和非技术措施的集成体系,突出总量控制和源头控制的思想。

北京城区BMP具体的工程措施和非工程措施列于表1,不同分类的雨水径流污染物控制措施相互交叉,只有通过各方面的有机结合,并辅以相应的法规、政策、管理、教育等一系列非工程技术性措施,形成社会综合治理工程,才能取得预期效果。

表1 城市雨水径流最佳管理方案

| BMP 体系 | | |
|------------------|--|---|
| 工程(技术)方法 | | 非工程(技术)方法 |
| 建筑屋面的设计与改造 | 屋面材料的选择 屋面改造与屋顶绿化 | 相关法规制定与实施 志愿者清理与监督 |
| 源头截污技术 | 初期雨水分流技术 植被截污 雨落管截污滤网 雨水截污井 路面雨水截污挂篮 | 土地使用规划管理 材料使用限制 地面垃圾和卫生管理 废物回收 控制废物倾倒 |
| 土壤渗透 | 渗透井、渗透池 渗透管、渗透沟、 透水地面、低势绿地、 | 控制管道非法连接 雨水口的维护管理 对工程方法的检测管理 |
| 净化技术 | 雨水沉淀池与滞留池 雨水湿地 过滤 | 公众教育等 |
| 合流制溢流污染控制与排水系统改善 | | |

2.2 最佳管理措施的选择与组合

BMP的应用以研究降雨径流污染物种类和迁移转化过程为基础,将多种措施组合优化。对工程措施的选择,主要考虑雨水处理设施的适用条件,对污染物的去除能力,和对水量的控制能力。如绿色屋顶、初期雨水分流控制、雨水截污挂篮的应用受限制因素影响很小,但其它污染控制技术措施的选用还应考虑地形坡度、面积、造价、环境影响等因素。如渗渠、渗坑等不适用于坡度较大的地形;滞留池、沉淀池、过滤措施需要一定的土地面积;植物的种植需要以利生长的土壤条件;适宜于湿地系统的地理条件(如高的地下水位、差的透水性土壤)便不适宜于渗滤系统等。通过北京城区降雨径流污染物控制研究,部分雨水技术对污染物去除效果列于表2。

表2 雨水技术措施污染物去除能力 / %

| | SS | COD | TN | TP |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 屋面材料的选择 | 60~80 | 60~80 | - | - |
| 屋面改造与屋顶绿化 | - | 50 | - | - |
| 初期雨水分流技术 | >60 | >60 | >30 | >30 |
| 雨水截污井 | 60~97 | 10~56 | - | - |
| 路面雨水截污挂篮 | 1~17 | 2~21 | 2~11 | 1~9 |
| 渗透设施 | 60% | - | - | - |
| 雨水沉淀池 | 3~85 | 5~70 | 30~60 | 20~50 |
| 雨水滞留池 | 41~93 | 20~50 | 10~40 | 10~40 |
| 雨水湿地 | 50~90 | 30~70 | 30~60 | 30~80 |
| 混凝过滤 | 65 | 90 | - | - |

许多雨水污染控制技术措施除了在适合的条件下提供水质、水量方面控制等特定功能外,对生态系统也产生影响。例如塘和人工湿地对生

物多样性的保护和区域小气候的改善等均有作用,但管理不好会产生蚊蝇,因此,要结合当地的地理、气候等情况,尽量选择与景观生态设计相结合的雨水设施。同时,也应考虑雨水构筑物便于维护,如国外在道路雨水口设置截留较大杂物的金属挂篮和能去除更细小悬浮物的专用编织袋,由于国外路面径流污染物低,堵塞的机率小,维护周期长,而在北京,同样用孔径 90 μ m,透水能力强的土工布试验,按中等降雨强度算,一场降雨平均截污量为 0.5g,大约 5 场雨后土工布基本堵塞,因此尽管截污作用明显,但需要及时清洗或更换。

在实际雨水径流污染控制过程中,控制措施要考虑到实际情况下各种措施组合,例如屋面雨水流经绿色屋顶,再经过初期弃流已控制了主要污染物负荷的 80%,路面雨水经雨水口截污挂篮控制了一部分污染量,再将地表径流根据实际条件采取其他工程措施的组合,就能控制雨水径流污染负荷的一半以上。

在进行工程性措施不同组合方式的同时,需要强调指出非工程措施的配套使用。北京作为首都,又面临奥运之前水环境整治的重任,点源污染控制的基本实现对城区非点源(雨水径流)污染控制的相关法规的制定、严格管理力度、倡导公众参与和加强媒体宣传等也提出更高要求。如严格管理城市垃圾的措施是对路面径流污染物控制的有效补充。通过北京城区污染物负荷量估算得出雨季结束到来年第一场雨雨水口中积存的垃圾,如果在雨季前能有效清掏,就大大减少雨水口垃圾随径流产生的污染物负荷的 60%。根据清扫效率与道路污染物颗粒粒径关系分析^[2],加强例行的马路清洁工作可以减少路面径流污染负荷的 30%。

3 讨论

纵观国内外城市径流污染控制与管理的研究和应用状况,我国城市在径流污染控制与管理领域还任重道远。今后应加强以下方面的研究,缩小与国外的差距,在北京、上海等水污染控制水平较高的城市加快制定适合我国城市径流污染控制的 BMP 体系及其有效实施,使我国城市水环境治理再上一个台阶。

3.1 水环境污染治理应标本兼治

治理雨水污染,不仅要重视处理工艺,更应控制各类污染源。我国对待城市雨水的问题还停留在“雨污分流”的老观念,北京城区径流污染控制研究表明,初期分流装置的应用可控制屋面径流 COD 负荷的 80%,路面径流污染负荷达 60%以上,最佳模式中应提出从终端治理向源头治理转变的措施。

3.2 建立我国雨水径流污染数据库

我国雨水径流污染控制方面的研究起步较晚,应及早针对我国降雨类型、地理条件以及雨水污染等方面的情况建立适合我国国情的数据库,以全方位的径流污染研究工作为基础,开发源头的污染控制——汇的迁移机理与规律——污染物的终端生态控制的系列研究集成调控模型,为 BMP 的制定打下基础。

3.3 结合我国国情,充分重视非工程方法

我国是发展中国家,在目前资金比较困难的情况下,必须及早转变观念,重视非点源污染的管理,鼓励群众积极参与,将非工程方法纳入控制径流污染措施中。

参 考 文 献

1. M. J. Braune and A. Wood Best Management Practices Applied to Urban Runoff Quantity and Quality Control[J]. Wat. Sci. Tech., 1999, 39(12): 117 ~ 121.
2. State Stormwater Management Deign Manual George E. Pataki, Governor Erin M. Grotty, Comission 2001 by Centrer for Watershed Protction 8391 Main Street Ellicott City, MD 21043.
3. 车伍,刘燕,李俊奇. 国内外城市雨水水质及污染控制[J]. 给水排水, 2003, 29(10): 38 ~ 42.
4. H. Sieker, M. Klein. Best Management Practices for Stormwater - Runoff with Alternative Methods in a Large Urban Catchment in Berlin, Germant[J]. Wat. Sci. Tech, 1998, 38(10): 91 ~ 97.
5. W. Che, Y. Liu, J. Q. Li. Flush Model of Runoff on Urban Non - Point Source Pollutants and Analysis. Water and Environmental Management Series, Water in China. Edited by P. A. Wilderer, J. Zhu and N. Schwarzenbeck. IWA Publishing, 2003: 143 ~ 150.
6. 车伍,刘燕,李俊奇,等. 城市雨水径流面污染负荷的计算模型[J]. 中国给水排水, 2004, 20(7): 56 ~ 58.
7. 车伍,刘翠云. 雨水干管污染物输送规律的初步研究[J]. 给水排水, 2004, 30(8): 30 ~ 35.