

文章编号:1674-2869(2015)04-0032-04

截流式排水系统的优越性分析

周 麟¹,施墨华¹,毛 文^{2*}

1. 武汉工程大学资源与土木工程学院,湖北 武汉 430074;

2. 云南建工集团国内事业部,云南 昆明 650000

摘 要:地球表面的污染日益严重,武汉市排水系统现有的传统的分流制、合流制无法解决初期雨水问题,导致受纳水体被严重污染.以武汉市阳逻经济开发区 A 区为研究对象,采用芝加哥降雨过程线和雨水管理模型 SWMM 建模,模拟该区域降雨、地表产流、地表汇流、管道输送等过程,对比分析传统排水系统与截流式排水系统的总溢流量、污染物总悬浮物累积溢流量等参数.结果表明,从环境效益角度考虑,截流式排水系统优于传统的分流制、合流制排水系统.建议类似 A 区等新建地区,采用截流式分流制排水系统,新建地区外主干道若为合流制,采用截流式合流制排水系统.

关键词:排水系统;截流式;合流制;分流制

中图分类号:TU992

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2015.04.007

0 引 言

城市排水主要是为了排除生活污水、工业废水和雨水.不合理的排水系统对河湖水系有很大程度的影响.早在 19 世纪中期西方国家就开始关注水污染对人们生活的危害,发展现代城市给水排水系统;到了六、七十年代,西方国家经济的突飞猛进也暴露了经济给水资源带来的严重危害.为此,西方国家开始大量铺设排水管道、建设污水处理厂,对工业废水和污水进行了严格的“点源”治理.例如,1979 年东京的污水入网率达到 70%,1987 年前西德污水入网率达到 95%,污水处理率为 86.5%,城市居民人均污水管道长达 4 m^[1].但人们发现“点源”治理有其局限性,它不能解决初期雨水对受纳水体的污染;19 世纪 70 年代至今,西方国家经历了从“点源”治理到“非点源”治理的重大转变.2002 年德国已拥有 38 000 座雨水池,总容积达到 0.4×10⁸ m³,平均每座污水厂拥有近 4 座雨水池^[2].

目前,西方国家致力于暴雨雨水的管理,只有对雨水径流过程的熟知、准确的预测和模拟,才能对其做更好的管理.当前最为著名的程序有 Wallingford Procedure(英国环境部及全国水资源委员会的沃林福特程序)、STORM(美国陆军工程师兵团水文中心的“暴雨”模型)、SWMM(Storm

Water Management Model 雨水管理模型)^[3-6],这些程序能部分或全部实现降雨、地表径流、地表产流及其挟带的污染物质从地面经过输送管道、存储和处理设施,最终到达受纳水体的整个运动、变化的复杂过程.

我国排水系统真正的发展是从改革开放开始,沿海地区经济的飞跃使得人们对城市基础设施的建设、水资源的保护有了强烈的意识.但由于我国人口较多,城市给水排水系统发展较晚,我国现有排水系统大部分还处于“点源”治理阶段,在一些经济不发达的小城镇地区还存在着直泄式排水.就武汉市而言,武汉市老城区及经济发展较为落后地区的排水系统多为合流制,市区则多为分流制.

1 排水系统的现状及存在的问题

1.1 多种排水系统存在

直泄式排水系统早期在国内城市普遍存在,后随着城市的建设,城市排水系统也在日益前进,有些城市改建为截流式合流制.我国《室外排水设计规范》(GB 50016-2006)中规定新建地区宜采用分流制排水系统,而我国大多数城市旧城区的排水系统依然以合流制排水系统为主体,这样国内城市的排水系统为多种排水系统同时存在的混合制.

收稿日期:2015-01-16

基金项目:武汉工程大学研究生教育创新基金(CX2013120)

作者简介:周 麟(1964-),男,重庆人,副教授.研究方向:工程结构分析及灾害控制.*通信作者

1.2 雨污水混接

分流制排水是要求雨污水完全按两套排水系统排出,但在实际中难以实现.国内大部分市政排水管道的建设滞后于小区内排水管道的建设,污水分区、城市污水厂建设滞后于市政污水管道的建设,导致小区生活污水管道接入雨水管道,部分污水不能收集到污水处理厂,只能就近排入附近水体.据报道,某分流制排水系统中经雨水口流入受纳水体的污水量占总污水量的30%~40%^[7].

部分地区为了避免建设滞后问题,从规划开始就采用分流制,不过效果仍然不佳.例如,从规划到建设均采用完全分流制的深圳市区排水系统,经调查发现,实际的雨水管道中仍然混有污水,按分流制规划建设的排水系统实际是合流系统^[8].

1.3 初期雨水的污染

由于人们随意堆放垃圾、汽车轮胎磨损及尾气排放、街道及公园绿化喷洒药物等原因,初期雨水会混杂着空气和地表污染物流入雨水管道,导致湖泊水库等受纳水体受到污染.近年来,通过监督管理受纳水体排污口发现,已实施了完全分流制的厂区、工业园等,其排放的雨水水质较差,这是由于初期雨水在降雨径流过程中被地表所污染,现有的排水系统中并未对雨水的排除做特殊处理,导致受纳水体污染.

2 工程概况

武汉市阳逻经济开发区A区位于长江以东,总汇流面积约为60.83 hm²,规划该研究区域采用分流制排水系统.该区域雨水通过管径为DN800 mm~DN1 200 mm的雨水管道收集至官叉湖,通过官叉湖与柴泊湖之间的连通道最终排入柴泊湖内;污水通过管径为DN300 mm~DN400 mm的污水管道排入污水处理厂处理.

3 优化设计方案

排水系统带来的环境问题日益突出,为了解决这一问题,建议采用截流式排水系统.截流式排水系统是在传统的直泄式合流、分流制排水系统的基础上,增设截流管道、预沉池、截流井等构筑物.它可以较好的处理混接污水、初期雨水等情况,提高污水处理厂的污水处理率,与环境友好相处.

3.1 截流式分流制

从日益严重的地表污染来看,环境友好型的截流式分流制排水系统是一种发展趋势,适用于新建地区的排水系统.截流式分流制是在分流制基础

上,每隔一段增设一座截流井,截流井内通过截流管道将雨水管道和污水管道就近连接(雨水管道高程大于污水管道高程).晴天时,截流井将混流至雨水管道的污水截流至污水处理厂;雨天时,截流井将初期雨水就近截流至污水管道,而降雨中期,污染较小的雨水直接排入受纳水体(见图1).

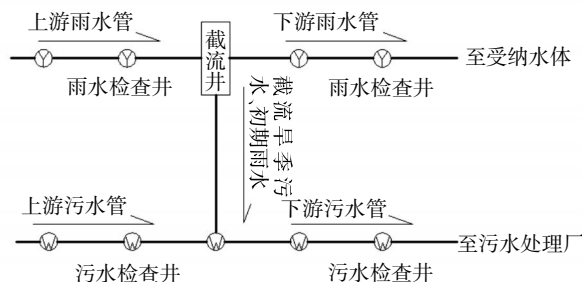


图1 截流式分流制排水系统

Fig.1 Separate drainage system with interception

排水系统的重点是初期雨水截流井的合理设计和建造,它需要保证截流到初期雨水,中期雨水能顺利排入水体,并且截流井中的污水不能溢流至受纳水体.现有截流井的形式有跳跃式截流井、截流槽式截流井、侧堰式截流井、带闸板截流井^[9],它们分别适用于不同截流情况.对于分流制的截流而言,它的截流井是设置在雨水管道上,在降雨初期,雨水流量较小,将这部分雨水直接截流至就近的污水管道;在降雨中后期,雨水流量较大,需保证这部分径流量能顺利流到下游雨水管道.为了满足这样的截流要求,截流式分流制排水系统的截流井建议采用带闸板的跳跃式截流井.

3.2 截流式合流制

截流式合流制是在传统合流制的基础上,增设截流管道、截流井、预沉池等构筑物.旱季时,合流管呈非满流状态,污水从合流管径流至沉泥井,被截流管截流至污水处理厂.雨天时,合流管呈满流状态,管内为雨、污水的混合污水.混合污水的流量比较大,污水处理厂的处理能力有限.因此,合流污水首先收集到预沉池进行预沉处理,浓度较高的混合污水处于预沉池的下部,可以通过截流管截流至污水处理厂;浓度较低的混合污水处于预沉池上部,经截流井的溢流堰溢出.溢出混合污水在排入受纳水体之前需在储蓄池里鉴定,必须满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002),将不符合要求的混合污水输送至污泥浓缩池进行浓缩、加压,并在污泥脱水间脱水,脱水后污泥运往污泥处理厂.

对不符合要求的混合污水进行处理直至达到

排放要求为止.

武汉市老城区的排水系统多为合流制, 为了

平衡环境保护和经济成本两方面, 建议采用截流式合流制的排水系统(见图 2).

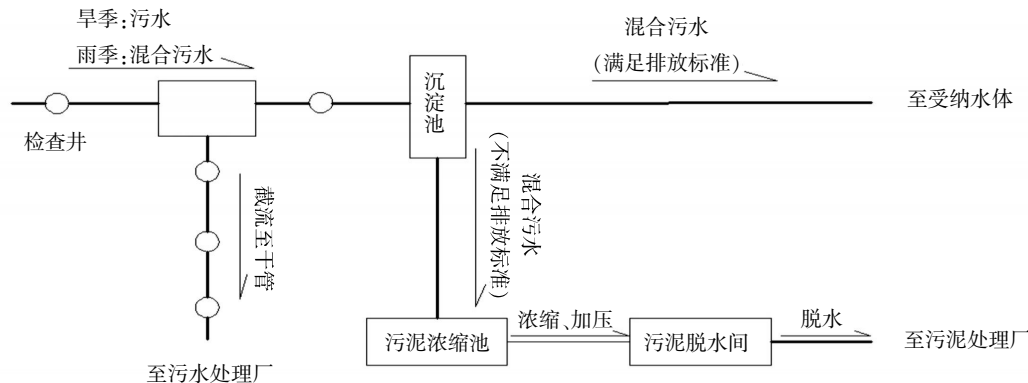


图 2 截流式合流制排水系统

Fig.2 Intercepted combination drainage system

4 环境效益分析

传统的合流制排水系统直接将收集到的混合污水排入受纳水体, 相对于这种排水系统, 截流式合流制排水系统的对环境的保护能力是毋庸置疑的. 本文仅对传统的分流制排水系统和截流式分流制排水系统从环境效益角度对比, 采用芝加哥降雨过程线, 通过雨水管理模型 SWMM 建模, 分析两种排水系统的总溢流量和污染物 TSS 累积溢流量. 结果见图 3、图 4.

由图 3、图 4 可知, 在一次降雨事件中, 随着降雨时间的变化, 排水系统的总溢流量和污染物 TSS 累积溢流量趋向于平衡; 且传统分流制排水系统的总溢流量和污染物 TSS 累积溢流量约为截流式分流制排水系统累积溢流污染物的 2 倍. 由此可知, 从排水系统总溢流量和污染物 TSS 累积溢流量考虑, 截流式分流制排水系统明显优于传统分流制排水系统.

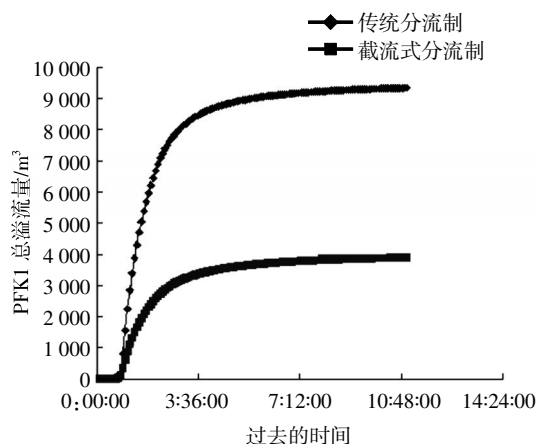


图 3 两种排水系统总溢流量随时间的变化过程

Fig.3 The changing process of total flow capacity over time in the two kinds of drainage system

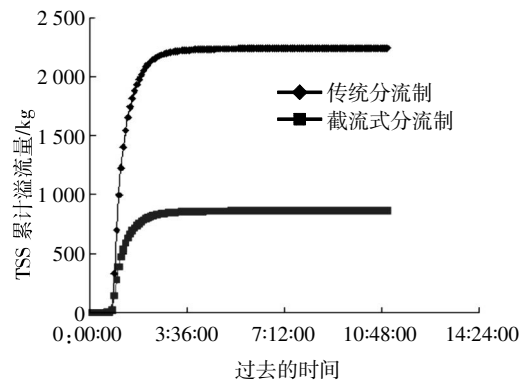


图 4 两种排水系统污染物 TSS 累积溢流量随时间的变化过程

Fig.4 The changing process of TSS contaminant cumulative flow capacity over time in two kinds of drainage system

5 结 语

上述研究表明, 从环境等因素考虑, 截流式排水系统优于传统的合流制、分流制排水系统. 类似武汉市阳逻经济开发区 A 区等新建地区, 建议采用截流式分流制排水系统, 使得园区建设的步伐与水资源保护协调前进; 园区外主干道现为合流制, 建议沿柴泊湖一侧铺设截流管道, 与合流管道交叉, 在交叉处设置截流井, 将旱季污水和初期雨水截流至污水处理厂.

致 谢

感谢武汉工程大学交通研究中心及课题组的老师、同学们给予的支持和帮助! 感谢武汉市阳逻经济开发区对本研究提供的相关资料!

参考文献:

- [1] 王文远, 王超. 国外城市排水系统的发展与启示[J]. 中

- 国给水排水,1998,14(2):45-47.
- WANG Wen-yuan, WANG Chao. The development of foreign urban drainage system and enlightenment [J]. China Water & Wastewater, 1998, 14 (2): 45-47. (in Chinese)
- [2] 唐建国,曹飞,全洪福,等.德国排水管道状况介绍[J].给水排水,2003,29(2):137-139.
- TANG Jian-guo, CAO Fei, QUAN Hong-fu, et al. Brief on german sewage system[J]. Water & Wastewater Engineering, 2003, 29(2): 137-139. (in Chinese)
- [3] KATHERINE L Meierdierck, JAME A Smith, MARY Lynn Baech, et al. Analyses of urban drainage network structure and its impact on hydrologic response [J]. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA), 2010, 46(5): 932-943.
- [4] CHANG Chi-hua, WEN Ching-gung, LEE Chih-sheng. Use of intercepted runoff depth for stormwater runoff management in industrial parks in Taiwan [J]. Water Resource Management, 2008, 22(11): 1609-1623.
- [5] ERIC W Peterson, CAROL M Wicks. Assessing the importance of conduit geometry and physical parameters in karst systems using the storm water management model (SWMM) [J]. Journal of Hydrology, 2006, 329 (1): 294-305.
- [6] 丛翔宇,倪广恒,惠士博,等.基于SWMM模型的北京市典型城区暴雨洪水模拟分析 [J]. 水利水电技术, 2006, 37 (4): 64-67. CONG Xiang-yu, NI Guang-heng, HUI Shi-bo, et al. Simulative analysis on storm flood in typical urban region of Beijing based on SWMM [J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2006, 37(4): 64-67. (in Chinese)
- [7] 潘国庆,车伍.国内外城镇排水系统的探讨[J].给水排水,2007,33:323-327.
- PAN Guo-qing, CHE Wu. Discussion on town drainage system at home and abroad [J]. Water & Wastewater Engineering, 2007, 33: 323-327. (in Chinese)
- [8] 丰桂红,刘世文,胡永龙.深圳市实施排水系统分流制的探讨[J].中国给水排水,2002,18(10):24-26.
- FENG Gui-hong, LIU Shi-wen, HU Yong-long. Shenzhen implementation of drainage system shunt system discussed in this paper [J]. China Water & Wastewater, 2002, 18(10): 24-26. (in Chinese)
- [9] 祁建华.截流式合流制排水系统改造的实践和探讨 [D]. 浙江,浙江大学,2013.
- QI Jian-hua. Practice and discussion on intercepting combined drainage system [D]. Hangzhou: Zhejiang University 2013. (in Chinese)

Analysis on superiority of intercepting drainage system

ZHOU Lin¹, SHI Mohua¹, MAO Wen²

1. School of Resource and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China;

2. Yunnan Construction General Domestic Business, Kunming 650000, China

Abstract: With the increasingly serious pollution of the earth's surface, the existing drainage system in Wuhan is confronted with a problem of initial rainwater, which cannot be solved by traditional combined and separated drainage system; as a result, the receiving waters are severely polluted. Taking A zone of Wuhan Yangluo economic development zone as the research object, we built a model simulating the process of rainfall process, yield runoff of rainfall, flow concentration of surface runoff and the transport process by adopting the Chicago rainfall scenarios and Storm Water Management Model; then, we compared and analyzed the parameters, such as the total flow rate, the total suspended solids accumulation flow capacity of pollutants, between traditional drainage and intercepting drainage system. The results show that the intercepting drainage system is superior to the traditional combined and separated drainage system considering the environmental benefits. Therefore, we suggest that the new construction area similar to A zone should adopt intercepting separated drainage system, and use intercepting combined drainage system if the main road with a combined drainage system is not included in the areas of new construction.

Keywords: drainage system; intercepting system; combined system; separated system

本文编辑:龚晓宁