

武汉临湖建成区渍水成因及对策:以南湖地区为例

康丹¹, 康宽²

(1. 武汉市政工程设计研究院有限责任公司 海绵城市研究所, 湖北 武汉 430023; 2. 武汉市规划设计有限公司, 湖北 武汉 430014)

摘要: 武汉一直饱受城市内涝困扰,并影响城市形象和发展,尤其是临湖区。在分析武汉市自然条件、排水和内涝现状的基础上,以南湖地区为例,从排水体制、调蓄管控、排水标准和能力、城市建设模式等4个方面总结了武汉临湖建成区的渍水原因,并提出了推进源头径流控制减排、补齐排水系统短板建设、优化局部排涝方案、优化水系调蓄管理调度等若干对策建议。

关键词: 城市内涝; 渍水原因; 暴雨; 临湖建成区; 武汉市

中图分类号: TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)03-0135-04

Causes and Countermeasures of Waterlogging in Urban Built-up Lake Area of Wuhan: a Case Study of Nanhu Area

KANG Dan¹, KANG Kuan²

(1. *Sponge City Research Division, Wuhan Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Wuhan 430023, China*; 2. *Wuhan City Planning & Design Co. Ltd., Wuhan 430014, China*)

Abstract: Wuhan has been plagued by waterlogging in the city zones which adversely affects image and development of the city, especially in the lake area. Based on the analysis of current situation of hydrology, drainage system and waterlogging in Wuhan, taking Nanhu area as an example, the cause of waterlogging in urban built-up lake area of Wuhan was analyzed from four aspects which included drainage system, rainwater storage management and control, standard and capacity of drainage, and urban constructive pattern. And countermeasures were put forward, such as promoting source runoff management and peak flow emission reduction on site, addressing deficiencies of the current drainage system, optimizing the drainage system layout, optimizing the drainage management and controlling of rainwater storage, and so on.

Key words: urban waterlogging; cause of waterlogging; rainstorm; urban built-up lake area; Wuhan City

武汉是我国中部地区唯一的特大城市,市域面积为 8 569 km²,截至 2016 年底,全市常住人口为 1 067 万人,建成区面积为 553 km²。武汉也是一座水城,滨江滨湖特色突出,长江、汉江穿城而过,拥有湖泊 166 个、明渠百余条,水域面积约占全市国土面积的 1/4。武汉拥有如此丰富的水系,却频受城市内涝之苦,尤其是临湖建成区。

1 武汉市自然条件及城市排水现状

1.1 自然条件及特征

武汉由长江和汉江分隔为汉口、汉阳、武昌三镇,总体地势平坦,建成区地面标高大部分在 20.0~24.0 m(黄海高程,下同)之间,大多低于外江常年洪水位(23.9 m)。

武汉市降雨充沛且年内分布不均,暴雨强度大。

据统计,武汉市多年平均降水量为 1 257 mm,降雨主要集中在 4 月—8 月,约占全年的 65.8%;日降雨量在 50 mm 以上的天数占比约为 3.3%,但是降雨量占比却达到了 20.5%;暴雨多集中在 6 月和 7 月(如图 1 所示)。除此之外,武汉市短时降雨强度大,最大 1 h 和 2 h 降雨量分别可达 102.1 和 143.0 mm。武汉市汛期易出现多日连续强降雨,如 2016 年 6 月 30 日—7 月 6 日武汉市遭遇的特大暴雨(见图 2),常常造成严重的城市内涝。

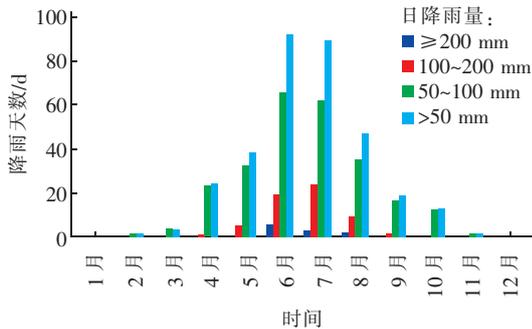


图 1 武汉市多年月降雨频次分布(日降雨量 > 50 mm, 1980 年—2012 年)

Fig. 1 Monthly rainfall frequency diagram of Wuhan from 1980 to 2012 (above 50 mm)

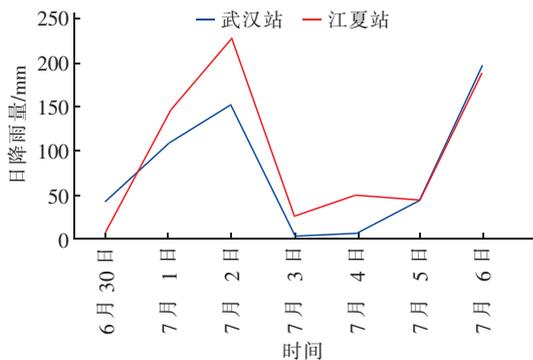


图 2 2016 年 6 月 30 日—7 月 6 日武汉市降雨过程

Fig. 2 Daily rainfall graph of Wuhan from June 30 to July 6, 2016

1.2 排涝现状

长江洪水多发生在 5 月—9 月,与武汉市内涝同期,汛期平均水位普遍高于建成区地面高程,每到汛期,武汉市城区降雨需要依靠泵站抽排,防涝压力大。根据排江泵站的不同,中心城区(1 526 km²)共划分为 21 个系统,2016 年底武汉市排江泵站总抽排能力为 953.4 m³/s。武汉市约 2/3 的区域为湖泊汇水区,主要分布在武昌和汉阳,雨水先通过湖泊调蓄,超过湖泊调蓄能力的雨水和蓄后雨水再向外江

排放。

1.3 建成区渍水情况

近年来,武汉市暴雨频发,内涝也频繁发生,自 2010 年以来,几乎每年都会发生特大暴雨,并导致不同程度的渍水,具体见表 1。

表 1 武汉市暴雨及渍水情况(2010 年以后)

Tab. 1 Rainstorm and waterlogging situation of Wuhan City (after 2010)

降雨时间	降雨量/mm	暴雨重现期/年	建成区渍水点数量
2011 年 6 月 18 日	196.8	> 10	82
2012 年 7 月 13 日	155.2	5	25
2013 年 7 月 7 日	258.5	> 20	50
2015 年 7 月 23 日	197	> 10	61
2016 年 6 月 30 日—7 月 6 日	581.5	周降雨量历史最大	162

对武汉市建成区近年渍水情况的分析发现,武昌、汉阳临湖区渍水现象频发,渍水程度甚至比非临湖区更严重。2016 年 6 月 30 日—7 月 6 日特大暴雨期间,根据武汉市交通部门的报道,武汉市全城渍水点达到 162 处,其中位于湖泊汇水区内的渍水点约为 100 处,武昌南湖地区尤其严重。南湖为武汉市第二大城中湖,水域面积为 7.67 km²,周边分布了华中农业大学、中南政法大学、中南民族大学等高校和大量小区,常住人口超过 40 万人,是武汉市重要的居住和教育用地。每年汛期,南湖周边的南湖雅园等小区都难逃渍水之困,2016 年 6 月 30 日—7 月 6 日,南湖周边部分小区断水断电,在渍水中浸泡多日,受到全国关注。

2 临湖建成区渍水原因分析

武汉临湖建成区具有滨湖的优势,雨水就近入湖调蓄,具有更好的雨水排放优势,却反而更容易渍水,从排水系统自身进行技术原因分析,渍水原因主要包括以下 4 个方面:

① 现有排水体制存在缺陷

武汉市早期排水系统大多为合流制,自 20 世纪 90 年代开始在新建区实施分流制,原有合流制地区实施截污,并逐步实施雨污分流。目前全市现状合流区面积约为 150 km²,规划保留的合流区面积仅为 50.71 km²(数据来源:武汉市污水收集与处理专项规划),但是据调查,按照分流制建设和改造的地区大多存在不同程度的雨污混流现象,为避免污水通过雨水管道排入水体,在雨水系统入湖排口处实

施截污管道和节制闸,旱季污水截流入污水厂处理,雨季节制闸开启,污水随雨水一起排入受纳水体。

为减少污水溢流入湖,水务管理部门尽最大可能延迟和减少开闸时间,然而一旦节制闸开启不及时,又会导致上游水位顶托,临湖地区地势低且平坦,容易形成区域性渍水。武汉市湖泊主要雨水闸口有 27 处,约 60% 在汛期出现过由于污染而导致的开闸矛盾,其中汉口地区由于受截流式合流排水体系的限制,7 个湖泊已经不再具备日常调蓄功能,而调蓄性湖泊则受现有排水体制的限制,陷入雨季管理的两难困境,开闸会造成湖泊水质污染,不开闸则会导致上游渍水。武昌东沙湖地区^[1]和南湖汇水区均为按照分流制建设和截流制运行的典型代表区域,入湖排口节制闸上游的汇水区常因此渍水。

② 湖泊外排出江标准偏低

武汉市大部分湖泊出江排放通道和泵站设计采用农排标准,多为 10 ~ 20 年一遇的农排标准,且允许多日排完,防涝要求低,不能满足临湖地区进行城市建设后的排涝需求。

另外,现有出江港渠通道受淤积和阻水构筑物影响,实际排放能力远低于设计标准。以南湖出江排水港渠为例,现状淤积深度普遍在 0.6 ~ 1.0 m 之间,各渠道沿线陆续形成了多处违章和临时建设的阻水卡口,系统抽排能力不足设计的 75%,2016 年 6 月 30 日—7 月 6 日暴雨后,24 h 抽排南湖湖泊水位下降不足 0.1 m,导致周边低洼地区渍水迟迟不能消退。

③ 湖泊调蓄容量难以充分发挥

按照全市排水防涝规划,为节约工程投资,湖泊汇水区雨水优先利用湖泊调蓄,超标后的雨水再通过出江通道外排,如果不发挥湖泊调蓄功能,单纯依靠外排通道,并不能满足设计暴雨排放要求,充分发挥湖泊调蓄容量是确保地区排涝安全的重要保障。

南湖汇水区中,设计排涝标准为 50 年一遇一日降雨(303 mm)一日排完,南湖水域面积占比超过了 19%,南湖设计调蓄容量约为 $750 \times 10^4 \text{ m}^3$,根据设计,日降雨量不超过 30 年一遇(274 mm)时可全部入湖调蓄,超标降雨发生时南湖调蓄雨水通过港渠排放,最后由泵站抽排出江。2016 年 6 月 30 日—7 月 6 日暴雨期间,南湖水位一直保持在调蓄最高水位以上,最高时比调蓄最高水位超出 1.59 m,湖泊调蓄容量未能发挥,同时湖泊水位持续上涨,顶托上

游导致渍水。

湖泊调蓄容量难以充分发挥的原因多样,一是受养殖和景观制约,湖泊水位难以下降;二是由于湖泊出江排口微污染影响长江水源地水质,为保证供水安全,湖泊调蓄雨水不能外排;三是发生类似 2016 年 6 月 30 日—7 月 6 日期间的特大连续降雨,首场降雨后湖泊排空时间不够,湖泊调蓄容量难以腾空。

④ 粗放建设模式破坏地区原有防涝能力

粗放建设对地区防涝能力的破坏主要体现在三个方面,一是导致地区硬化比例增加,径流系数变高,产流时间变短,峰值流量增大,内涝风险变高;二是城市开发占用原有通道和低洼区,导致地面径流排放路径被改变,尤其是超标雨水排放通道被截断或填埋,低洼地的地面调蓄容量丧失,且未在城市设计和建设中进行考虑和补偿,地块雨水全部依赖管道收集排入湖泊,但是管渠过流能力仅能达到暴雨强度 1 ~ 3 年一遇的标准^[2],一旦发生超标降雨,就会发生城市内涝。

3 临湖地区渍水防治对策

3.1 防治思路

在分析武汉市临湖区内涝问题及其成因的基础上,基于海绵城市理念,提出四级内涝防治体系构架思路(如图 3 所示),以系统解决临湖建成区的内涝问题。

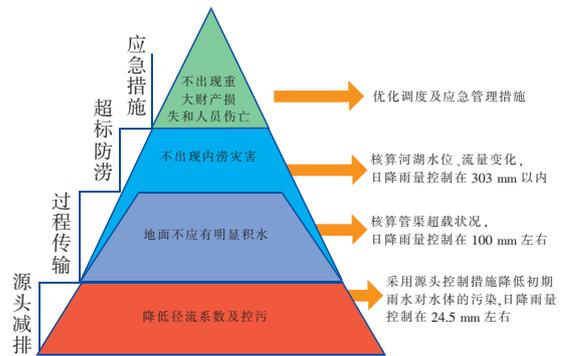


图 3 基于海绵城市理念的四级内涝防治体系

Fig. 3 Schematic diagram of four level waterlogging prevention and control system based on concept of sponge city

第一级是源头控制系统,通过源头海绵城市建设和改造,实现中小降雨下的径流源头控制和雨污分流,达到减排控污的效果;第二级是过程传输系统,通过常规骨干体系的标准提升和管网完善,确保大雨和暴雨通过管道顺畅排放,不产生地面积水;第

三级是超标排涝调蓄系统,疏通港渠等地面排涝通道,优化地面竖向,确保超标暴雨形成的地面径流可有序排放或进入超标调蓄湖泊和设施进行削峰控制,不出现内涝灾害;第四级是应急调度系统,通过应急抽排和水系调度等措施,确保超标暴雨下不出现重大财产损失和人员伤亡。

3.2 南湖地区防治对策

以南湖地区为例,根据四级内涝防治思路,结合渍水现状和成因分析,从4个方面提出了临湖地区内涝防治对策:

① 重视径流控制,推广源头海绵城市建设,实现雨水净化和削峰减排。制定南湖汇水区的海绵城市建设方案,因地制宜地开展源头海绵城市建设,包括通过规划管控同步落实新改建地块的海绵城市建设要求,结合雨污分流改造、现状破旧城市管道更换、城市更新改造等同步实施现状小区和道路等的海绵城市改造;将现状停车场、公园绿地和广场等公共空间改造为多功能雨水滞留和调蓄设施,削减雨水径流量和面源污染排放量,实现雨水源头减排和净化,缓解下游湖泊调蓄和泵站提升出江排放压力。

② 补齐短板建设,新增扩建骨干出江通道,提升系统排涝能力。首先是尽快疏通、扩挖3条现状排江港渠,即南湖连通渠、巡司河和青菱河,与现状出江提升泵站——汤逊湖泵站的提升能力相匹配,发挥现状设施功效;其次是新建第二出江通道和提升泵站,确保系统排涝能力达到50年一遇的规划标准,并缩短南湖汇水区雨水出江的路径和时间;再次是完善南湖汇水区的雨水收集骨干系统建设,对未建和不达标主次管道进行新建和改造,确保汇区内雨水顺畅排入南湖进行调蓄。

③ 促进渍水改造,优化局部区域排水方案,解决顽固渍水问题。针对渍水风险高的局部小区和道路,一一开展渍水方案设计和工程改造,根据渍水原因和实施条件选择场地竖向优化、削峰调蓄设施建设、区域排水系统改造等工程。

④ 优化管理调度,打造渍水预警信息平台,优化湖泊调蓄利用。协调好武汉市湖泊调蓄与养殖、景观功能之间的矛盾,提前控制南湖水位,充分发挥南湖调蓄功能;利用数字模型模拟和智能管控,进行汤逊湖水系内湖泊调蓄调度,利用下游黄家湖等湖泊对南湖雨水进行错峰调蓄;利用互联网物联网技术,进一步统筹武汉市现有信息管理平台,提高武汉市

内涝预警和应急调度管理水平。

4 其他建议

通过分析南湖地区的渍水原因和排水特点,发现武汉临湖汇水区的水安全和水环境问题互相交织,要解决内涝问题,需同步启动水环境治理和恢复工作,因此,针对以上内涝治理方案,提出如下建议:

① 对存在黑臭的港渠,在疏浚的同时应进行截污、排口生态治理、水生态修复等工作。

② 源头海绵城市建设应同步解决雨污混流问题,实现地区雨污分流,避免污水排入雨水管渠和城市湖泊,从源头消除溢流污染,从而避免溢流污染控制导致的顶托渍水。

③ 加强非工程管理,地势平坦的临湖地区,管道排放坡度较缓,管道容易淤积,应加强管道疏通,在恢复排水管网过流能力的同时,缓解乃至避免管道淤积导致的水环境污染;另外,应加强地面清扫管理,避免垃圾排入水体和雨水口等。

参考文献:

- [1] 陈雄志,康丹. 武汉市东沙湖地区合流制溢流污染控制方法探讨[J]. 中国给水排水,2010,26(18):55-58.
- [2] 康丹. 城市排水防涝系统规划设计中存在问题及对策探讨[J]. 中国给水排水,2014,30(20):51-53.



作者简介:康丹(1980-),女,湖南新化人,硕士,高级工程师,国家注册公用设备工程师(给水排水),现主要从事海绵城市、城市水系、水环境治理和城市排水相关的研究和规划设计工作。获建设部城乡优秀规划设计奖4项、省市规划设计和工程咨询奖10余项,发表论文18篇。

E-mail:840072113@qq.com

收稿日期:2017-07-15