

基于BIM技术的城市内涝防治模拟分析

申鑫¹ 夏创² 秦家扬³ 张艺凡⁴ 王晔^{指导老师}

安徽科技学院 安徽 蚌埠 233000

[摘要]针对现阶段我国城市内涝频发造成不良影响,并对城市排水管线建设和后期运营维护进行研究。为积极响应国家号召“统筹推进城市内涝治理”的政策方针,基于BIM技术模拟城市建设,对即将开展建设的排水系统以及对老旧的排水系统的排水性能进行模拟分析,计算出需要修缮和改进的区域,为设计人员前期建设和维修人员后期维护提供理论依据,以发挥排水系统的最大使用价值,期望对我国高质量海绵城市发展与建设提供帮助和指导意义。

[关键词]城市内涝; BIM; 排水系统; 模拟分析; 运维管理

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.10.1318

引言

国家正处于城市化高峰期,城市化所带来的高密度人口和高强度开发等影响,在加快了国家经济发展的同时,改变当地局部微气候,进而影响降水。近十年,全国31个省、市、区受降雨影响都存在不同程度遭受洪涝灾害的现象,平均每年受灾人数过亿,失踪人数过百,死亡人数过百,直接经济损失高达千亿元,生态城市建设迫在眉睫。

1 城市内涝

1.1 城市内涝概述

城市内涝是在城市区域内遭遇暴雨或短时强降水、不间断降雨天气后超过城市排水和蓄水能力而发生的气象次生灾害。城市内部因降雨量过多超过排水能力或排水系统老化故障致使排水不畅蓄水过量外溢而导致的地面积水,这也是日常所说的城市积水。一旦出现雨水积留无法正常排出的情况,将影响城市交通、居民生活和生产活动等各个方面。调查显示在市区出现不同程度水患时,所受影响最大的便是城市交通方面,具体表现为:当滞留水深度达到5公分时,初步形成水洼,路上行人的鞋库等衣物便会很容易被浸湿;水洼深度到达15公分时,百分之73的人不会选择出行;雨水滞留深度超过30公分时,则电瓶车无法骑行、普通家用汽车易出现抛锚等故障问题;滞留雨水超过80公分时,可谓“水上行舟”,地面交通工具无法使用,城市道路交通彻底陷入瘫痪。滞留雨水倒灌,必然导致地下商场、停车场和地铁等地下工程设施的浸泡,而被积水浸泡后的设施物品产生故障的可能性剧增,不仅影响城市居民的正常生活,造成财产损失,严重的危及人身安全。滞留在城市中的雨水通常会夹杂一些生活垃圾,倘若不及时处理必然发臭招蝇、滋生病菌,这严重的破坏了城市的环境卫生。由此可见,城市内涝的产生将严重影响城市居民的正常生活秩序,阻碍当地政府的建设“海绵城市”,并对城市形象产生负面影响。

1.2 城市内涝成因

通过对近年来的城市内涝起因进行分析,城市内涝产生的主要因素可划分为四类因素:自然因素、规划因素、工程因素、管理因素^[1]。

(1) 自然因素

宏观上,因全球碳排放量过多全球温度逐年上升,进而导致极端降雨事件频发。我国国土横跨纬度较大存在多种气候,降水最大的特征是时间和区域上分布不均衡,使得洪涝和干旱频繁交替发生。微观上,城市化发展程度影响城市区域内微气候。城市所产生的“热岛效应”和“雨岛效应”也进一步影响城市区域内降雨的分布和强度,致使局部暴雨中心逐渐向城市化程度高的市区转移。

(2) 规划因素

由于国家和当地政府部门不科学的计划规范以及城市发展的必要,致使城市地标硬化面积增多,无法自然向土壤中渗透形成地下水,由于土地渗透率的降低,地表水体的流量也随之改变(图1)。地表蒸发的同样也会对地下水的循环系

统产生一定的作用,进而对整个自然界的水的流动产生一定的影响。原本的河道、湖泊等自然蓄水地减少,更加剧了城市化所导致的热岛效应。不合理的规划使市区内地面硬化不均衡,引起局地小气候的变化,以城市为中心的局地大气环流发生改变,从而影响降水。

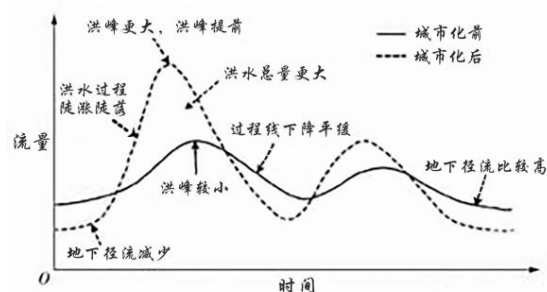


图1 城市化前后地表水径流变化

(3) 工程因素

随着极端降雨频繁,早期修建的排水管网工程出现排水导流困难的情况,如果对齐进行修缮首先资金链有限,政府无法将所有资金集中于某一区域进行整体维修。其次,城市排水管线布置一般位于城市道路左右,大面积管线修缮将会导致城市交通阻塞,对城居民出行造成很大影响。再者,城市管道系统分为排水系统和排涝系统,二者基本上是独立进行设计和施工,很少进行衔接,在设计河道排水口时一般只考虑常规水位线,河道不满溢的情况,一旦暴雨袭来河水上涨淹没排水口,原本依托重力流动的管道将会被河水阻塞出现倒灌、顶托的现象。

(4) 管理因素

城市各部之间协调并非畅通,需逐步审批,对于排水系统的设计、施工、管理、运维都需要多方面介入,一旦沟通出现问题影响的不仅是管线建设,更对所建设管线的排水性能产生巨大影响。地下管网建设无法做到精确排查管网错接、断接、漏接等现象,已埋设的管线不可能进行挖掘勘察,对于管线系统管理造成巨大阻碍,只有出现暴雨及短时间强降雨等城市显现大规模内涝灾害时才可能觉察到管线管理问题,此时人民生命财产遭受损失,亡羊补牢,为时晚矣。

2 BIM技术运用简述

BIM (Building Information Model) 的核心是通过构建虚拟的建筑工程三维模型,利用数字化技术,为这个模型提供完整的、与实际情况一致的建筑工程信息库^[2]。在此基础,将整个城市的建设信息输入到数据库中,既包括了地面工程,也包括了地下管线等。在此基础上,通过构建一个完整的城市建筑项目的三维模型,使城市建设项目的信息化水平得到了极大的提升,为参与项目的各方提供了一个信息共享与共享的平台。

将虚拟构建的模型信息导入降雨排水计算软件中，例如SWMM5.0 (Storm Water Management Model)可直接对城市各处排水系统进行运算得出相应数据，根据数据而为准备建设、正在施工及已建成的排水系统提供数据支持。由于城市化建筑信息模型是以其中各个相关项目数据为基础，经过数字信息仿真具有现实城市的真实信息。基于BIM技术构建了从现实到虚拟，再从虚拟反馈现实的框架结构（图2）。BIM不仅仅是将数字信息整合起来，更是将其运用到数字化的设计、建造和管理中。

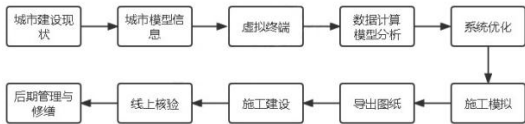


图2 城市内涝防治模拟分析框架

BIM是一种管理层次上的多维（三维空间，四维时间，五维成本，N维）的综合建模技术，它包含了项目的各个方面（政府主管部门，业主，设计，施工，监理，造价，运营管理，项目用户等）。城市化建设类似于一个没有尽头且无限大的单个项目，只要城市中有人便会一直延续下去。基于BIM的贯穿项目全生命周期的特殊性质可始终伴随城市建设全过程，充分发挥其在城市建设中提高工作效率和质量以及减少错误和风险的作用。

3 BIM在城市内涝防治中的应用

BIM技术的应用，保证了信息的完整性、关联性、信息的连贯性，同时在虚拟平台中构建的模型直接体现了可视化、协调性和模拟性，通过对模型数据和城市降雨数据的演算，做到建设项目的优化性和可出图性。如此，基于BIM技术便可对城市发展中可能产生内涝的因素进行分析干预，并对未出现将来可能出现的情形进行模拟，覆盖城市内涝防治全方面。

3.1 BIM在自然因素中的应用



图3 地上建设与地下管网模型信息

由于BIM具有可视化、协调性、模拟性，可谓所见即所得。城市建筑、道路、园林、河流湖泊、排水管网等进行信息模拟建设（图3），则实现了同时将某地信息区域化和整体化分析的可能，即可单独分析单个城市项目建设对此地排水的影响，又可分析考虑整个城市微气候给城市各处所带来的不同程度影响排水的情况。当基础模型建设完成后，通过对透水地表和不透水地表系数、管道系数的输入，结合当地城市的气象部门历年来统计的降雨量适当提升降雨数据，深入研究在城市在不同程度降雨时，城市排水管网何时何地达到峰值及超出峰值致使排水系统进入瘫痪状态、出现城市内涝可能造成的房屋倒塌地面下陷等危害程度进行精确的模拟计算。模拟分析得出的数据对还未到来的百年一遇，千年一遇的大规模强降雨的提前防范起到参考价值，确保排水系统在关键时刻可以经受考验，降低灾害到来时对城市居民的影响。

3.2 BIM在城市规划和工程因素中的应用

BIM技术的使用可为项目设计、施工提供优化分析，确保在符合政府规划条件的基础上，尽最大可能避免建设后所造成的不良影响。在城市湿地改善、河流改道、湖泊优化等一大规模项目建设时，通过可行性论证、数据化模拟后，演算得到的数据可显示，

避免不合理规划所造成的积水内涝对居民的影响。对于城市化发展规划造成城市地面硬化不均衡，可对必要地点进行修缮，使之成为透水地面，减小出现城市内涝的可能性。在排查一系列潜在问题之后，BIM可将整个项目进行细化分批出图，使施工方提高效率减少错误。

3.3 BIM在城市管理因素中的应用

基于BIM技术的运维管理系统可实施实时监测维护管理、洪灾预警应急管理、排水运作模拟管理和排涝数据管理等信息实时共享。在城市排水系统建设时期，施工方可在客户端反馈数据信息由政府施工监管部门线上监管；建成后，由于建设数据上传至系统终端，在城市排水管理中可多部门协同进行；在城市降水时可依据实时数据发出反馈警示使所在排水故障区域的市民可紧急避险，反之，在居民遭遇了内涝也可通过客户端进行定位报警，以上均可降低因信息不通畅造成居民生命财产损失的可能。真正做到政府部门、建设单位、城市居民三方协调共生（图4），打造高质量现代化城市。

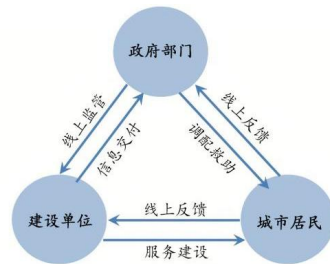


图4 城市管理中三方的关系结构图

结语

基于BIM技术，对城市内涝防不仅在城市排水系统建设时期提供数据模拟帮助和可行性数据分析，也在建成后城市排水系统的管理与后期修缮维护提供依据，更在城市化建设的“无尽大道”上起到辅助推进作用。面对不同的城市也可结合自身城市特点构建一套专属于自身的合理城市排水防涝体系，做到积极完善现代化城市发展，推动我国城市建设新理念。

参考文献

[1]周宏,刘俊,高成,欧淑芳.我国城市内涝防治现状及问题分析.灾害学[J],2018,33(3):147-151.
 [2]刘占省,赵雪峰,周君,芦东.BIM技术概论[M].北京:中国建筑工业出版社,2016.
 [3]蒋仕益,贡达.BIM技术在海绵城市建设中的应用探索[J].智能建筑与智慧城市,2019(10):101-102+107
 [4]GIS空间分析在城市排水防涝规划中的应用 梁霄;俞露;-《城乡治理与规划改革——2014中国城市规划年会论文集(01城市安全与防灾规划)》-2014-09-13

作者简介:

申鑫(1999.09--)男,安徽六安人,本科在读,主要研究方向:建筑学方面。

夏创(1998.05-)男,安徽安庆,本科在读,主要研究方向:建筑设计方面。

秦家扬(1998.10-)男,安徽蒙城人,本科在读,主要研究方向:建筑学方面。

张艺凡(1999.04-)女,安徽黄山人,本科在读,主要研究方向:建筑学方面。