

海绵城市建设中本底条件对工程产出目标的影响

姚勤波 任广欣 魏建勳

中国建筑第八工程局有限公司东北分公司

摘要: 不同区域、不同子项的海绵城市建设项目,其土壤渗透性、地下水位、下垫面条件及竖向高程等水文条件差异性较大,各自具有独特的建设本底条件。本文结合既有海绵城市建设本底环境存在的问题,提出合理化改进意见,制定科学的海绵建设方案,实现工程产出目标。

关键词: 海绵城市;本底条件;排水分区

引言

项目本底条件分析与研究为海绵城市建设前期重要的工作内容,准确的试验、检测、测量数据是系统方案构建和目标可达性分析的重要依据。随着详细勘察、系统方案和子项方案设计工作的阶段进行,补充、完善和修正设计本底参数,对海绵建设方案的设计参数进行系统的动态调整,实现海绵建设技术选择和设施规模的合理性、项目建设投入经济性。

海绵建设常用技术包括透水铺装、下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘、渗井、蓄水池、雨水罐、调节池、植草沟^[1]。上述各技术措施的应用效果受土壤渗透性、地下水位、场地竖向条件及下垫面、大小排水分区划分等建设本底条件影响,易导致子项产出目标不达标,对片区系统目标带来较大影响。前期勘察设计阶段的本底数据调研和校核,对于海绵城市建设具有重大的指导意义。

一、土壤渗透性

海绵改造工程多在既有市政工程进行修建,海绵设施建设区域土壤多为客土,其岩土性质差异。海绵设施自上而下分别为蓄水层、覆盖层、种植土壤层、疏水层、原地层,其种植土层需满足水生植物生长。

不同区域特性的渗透系数土壤,需根据建设环境选择土壤类型与分布。土壤的初始入渗率、稳渗率、平均渗透率和渗透总量等各参数均随植物根长密度和根表面积密度增大而增强^[2]。雨水渗入土壤层速率直接影响径流峰值时间和径流总量,即土壤渗透特性影响海绵体的弹性调蓄空间。

设计过程采用的土壤渗透系数多采用单一的地勘试验数据,其数值较实际工况存在较大偏差,导致海绵设施规模偏大或偏小,给受限空间下的海绵改造的设计和施工带来较大难度。

土壤渗透系数的确定,需要通过数值模拟与试验相校核,综合得出最为接近现场的设计土壤渗透速率。

二、地下水位

海绵设施主要为地表浅层分布,主要受底层的土壤上层滞水、孔隙潜水的表层地下水影响。径流雨水通过海绵体土壤过滤、吸附、生物净化后涵养地下水,土壤饱和后通过疏水层或溢流井外排至自然水体,实现海绵体弹性调控。

受区域高地下水分布影响,部分区域海绵土壤长期处于半饱和或过饱和状态,土壤孔隙水在重力作用下流动,孔隙气相外排能力减弱,水动力较差^[3],削弱了海绵主体内的水力停留时间,污染物削减率降低。地下水位主要影响渗透土壤内部渗水速率的水动力及孔隙容积,影响海绵体的滞水量和蓄水量,影响单位容积海绵主体的降雨总量控制率。

海绵工程设计与施工过程,需对局部过饱和和区域底部加强引流及其他排水措施,增加海绵体竖向水头压差,总体加强海绵体的渗透、净化和过水能力,缩短海绵体排空时间。

三、汇水下垫面

城市海绵改造工程的下垫面多为沥青路面、透水铺装、绿地、屋面,需综合分析不同汇水下垫面的种类和径流系数,其准确数值将直接影响降雨产流时间和产流量,对海绵设计规模有较大影响。

计算和分析红线区域内下垫面的面积与种类,作为海绵设计的重要支撑依据。工程实体设计多采用区域经验值,相同雨水降水量条件下,实际雨水产流量较实际值存在偏差。当汇水面面积较大、径流量存在较大浮动时,对于海绵设施建设规模有较大影响,直接影响海绵产出目标。

海绵建设下垫面环境及结构空间分布直接影响区域的综合径流系数。同一地区道路、屋面等刚性结构面层做法相差较小,径流系统相差较小。径流系数需考虑汇水面蒸腾作用、材料表面截流、汇水面坡度及平整度对产流量的综合影响。

现场通过监测指定区域的实际降雨量和雨水径流量,得到自然降雨至产流结束过程的汇水面积内总径流量与降水量的比值,即为实际的自然径流系数。

校核后的不同汇水面径流系数,结合不同排水分区内不同下垫面面积,分别得出雨水径流总量和客水汇入量,设计单位需根据汇水分区特点,综合得出海绵设施设计径流雨水调蓄容积。

四、排水分区划分

海绵建设区域面积较大,汇水分区边界划分模糊,为实现降雨容积控制目标,导致建设海绵设施容积偏大,造成海绵土地需用量增加,海绵费用投入增多。对于未充分考虑客水量,海绵设施设计容积较小时,造成径流总量控制率降低。

常规排水分区划分需考虑排水地区地形及主客水等因素^[4],通过绘制排水分区高程图和径流矢量图叠合,绘制排水分区图。对于复杂水平地形区域,缩小区域面积、增加高程点数据密度提高绘制精度,可实现对汇水分界线进行有效划分。天气自然降雨时,对于缩小模糊边界范围,实现汇水边界的有效校核。对于复杂的竖向地形条件,坡较大(>1:3)区域,降雨产流速度快,产流量较水平投影面积大,需调整局部海绵设施的控制容积,并增加防止水利防冲刷设施。

五、结论

海绵建设工程的本底条件对设施设计的调蓄容积影响较大,需根据现场实际情况进行动态调整:

勘察试验得出特征土壤渗透系数,采用室外同条件试验修正渗透系数,较大渗透系数可增加海绵体调蓄容积,延缓降雨径流峰值。

勘察、施工阶段揭露的高含水率的土壤或高地下水位,加强海绵设施的引流和排水措施,增加海绵体毛细孔水动力,增加径流雨水的水力停留时间。

海绵子项多种类下垫面,采用现场降雨全周期的产流量及降雨量的比值进行修正经验径流系数,减小汇水面的累计误差,得出区域及子项的降雨径流总量。

海绵改造区域的大、小排水分区根据地形进行有效划分,采用矢量化径流模拟软件进行径流模拟分析,依据实际降雨产流对模糊化的汇水边界进行修正。绘制精确的排水分区图将减少汇水面积和客水汇入量的计算误差。

参考文献

- [1] 海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建[M]. 2014, 10.
- [2] 李建兴,何丙辉,谌芸.不同护坡草本植物的根系特征及对土壤渗透性的影响[J].生态学报,2013,33(5):1535-1547.
- [3] 李卓,吴普特,冯浩,赵西宁,黄俊,庄文化.容重对土壤水分入渗能力影响模拟试验.农业工程学报[J],2009,25(6):40-45.
- [4] 陈慧禾.浅谈城市排水规划.城市道桥与防洪[J],2012,6(6):181-183.