

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2023.18.007

基于源头管控的武汉海绵城市规划实施评估

姜 勇, 李海军, 成 钢
(武汉市规划研究院, 湖北 武汉 430014)

摘 要: 介绍了武汉源头海绵城市规划管控方法,构建了海绵城市规划管控的专项设计制度、自审制度和征信制度,通过常规审查与抽检审查相结合的方式,保证了海绵城市审批的准确性与高效性。为评估规划管控制度的有效性和实际建设水平,通过项目实例,分析了实施海绵城市建设取得的效果、项目设计特点和一般投资强度。结果发现,通过源头海绵城市建设,城市面源污染控制率可达70.3%以上;通过峰值径流系数控制,局部雨水管网承载力可从重现期1年提高至接近2年的水平;源头海绵城市建设项目的投资适宜区间为200~350元/m²。

关键词: 海绵城市; 建设效果; 投资强度

中图分类号: TU99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2023)18-0044-05

Evaluation of the Planning and Implementation of Sponge City Construction Based on Source Control in Wuhan

JIANG Yong, LI Hai-jun, CHENG Gang
(Wuhan Planning and Design Institute, Wuhan 430014, China)

Abstract: Sponge city planning management control system in Wuhan was introduced, based on special design system, self-examination system and credit system. Through the combination of routine review and spot check review, the accuracy and efficiency of sponge city approvals are ensured. Through the collection of specific cases, the implementation effect, project design characteristics and overall investment intensity of sponge city construction are analyzed to evaluate the effectiveness of the planning management control system and the actual construction level. It was found that through the construction of sponge cities, urban non-point source pollution can be controlled at above 70.3%. Through the control of peak runoff coefficient, the bearing capacity of local rainwater pipe network can be improved from the existing recurrence period of one-year to the level of nearly two-year. The suitable investment range of the source sponge city construction project is 200-350 yuan/m².

Key words: sponge city; construction effect; investment intensity

低影响开发设施作为海绵城市建设中重要的一类基础设施,更需要通过理念贯彻,在新建项目中落实^[1]。作为国家首批海绵城市建设试点城市,武汉市已在全市新建项目规划管控中落实了海绵城市相关要求,目前新建项目逐步建成,有必要通过新建项目的方案分析,对建设效果进行评估^[2],研究海绵城市建设中低影响开发部分的常用做法、投

资强度、取得的效果,以期在设计研究单位开展源头海绵城市设计、行业主管部门优化完善管控流程提供借鉴。

1 建设项目海绵城市规划管控方法

目前,国内不少城市在建设项目的规划、建设审批过程中落实了海绵城市理念^[3]。武汉市的具体做法是借助国家试点契机,依托《武汉市海绵城市

规划设计导则》(以下简称《导则》)、《武汉市海绵城市专项规划》(以下简称《专项规划》)等技术文件,印发了《武汉市建设工程规划方案(海绵城市部分)编制技术规定(试行)》《武汉市建设工程规划条件核实(海绵城市部分)测量技术规定(试行)》和《武汉市建设工程管控(海绵城市部分)审查(审核)要点(试行)》,构建了全过程的海绵城市规划管控体系,实现了建设项目海绵城市审批的规范化、精细化和量化^[4]。

1.1 专项设计文件

海绵城市规划管控体系的核心在于构建海绵城市规划管控的专项设计制度、自审制度和征信制度。其中专项设计制度是设计人员最关心的制度,直接关系到海绵城市设计文件的表达方式。具体而言,要求建设项目海绵城市专项设计文件必须包括“三图两表”五部分内容,即建设项目海绵目标取值计算表、下垫面分布图、海绵设施分布图、场地竖向及地面径流路径图、海绵方案自评表。各要件之间的设计流程见图 1。

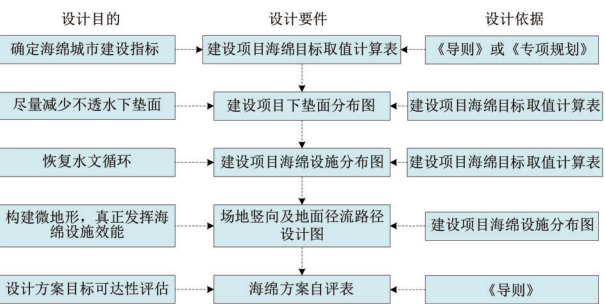


图1 武汉市海绵城市专项设计总体框架
Fig.1 General framework of sponge city special design in Wuhan

1.2 抽查核实

在专项设计文件完成并通过设计单位自审后即可随方案提交,同时提交项目达标承诺书。为实现项目的有效管控,规划管理部门委托第三方专业机构对设计文件进行抽查。抽查由抽查初核、约谈细核和报告与信息提交三个环节组成,具体要求如下:

① 抽查初核。每年1月,市区两级审批机构各按一定比例随机抽取上一年度核发建设工程规划许可证的建设工程项目,对抽取项目的海绵城市专项设计文件自评结论的真实性进行初核,主要核查海绵方案自评表是否满足目标取值计算表,形成

不满足目标取值的工程项目清单,以开展细核。

② 约谈细核。如果存在需要细核的项目,则约谈该项目的建设单位和设计单位,判别细核项目是否是属于自评作假性质,并形成细核成果表。

③ 报告与信息提交。如果不存在自评作假性质的建设工程项目,则形成完整的抽查报告提交管理机构查阅;如果存在自评作假性质的建设工程项目,则形成完整的抽查报告,并将自评作假的中介机构名单及所承担中介服务的建设工程项目信息形成汇总表,按要求提交给相关单位,在征信平台进行公示。

2 建设项目海绵效果分析

为评估规划管控制度的有效性和实际建设水平,从武汉市各区上一年度核发建设工程规划许可证的建设工程项目中,按照每个区至少3个项目的原则(武汉市共15个行政区),分别抽取居住、商业、公服等不同类型项目共计50个,分别就年径流总量控制率、面源污染削减率和峰值径流系数三项综合性指标进行分析。

2.1 评价标准及评价方法

由于抽查项目均为随项目开发而要求落实海绵理念的项目,没有实测数据。为开展评估,掌握全市海绵城市建设效果,本次评价中涉及各下垫面径流系数、面源污染削减率等参数,采用武汉市地方文件规定的数值(具体见表1、2),通过加权平均的方式进行计算。

表1 不同海绵设施污染物去除率
Tab.1 Pollutant removal rate for different sponge facilities %

单项设施	污染物去除率(以SS计)
透水砖铺装	80 ~ 90
透水水泥混凝土	80 ~ 90
透水沥青混凝土	80 ~ 90
绿色屋顶	70 ~ 80
复杂型生物滞留设施	70 ~ 95
渗透塘	70 ~ 80
湿塘	50 ~ 80
雨水湿地	50 ~ 80
蓄水池	80 ~ 90
雨水罐	80 ~ 90
转输型植草沟	35 ~ 90
干式植草沟	35 ~ 90
渗管/渠	35 ~ 70
植被缓冲带	50 ~ 75
人工土壤渗滤	75 ~ 95

表2 下垫面分类及设计参数

Tab.2 Classification and design parameters of ground surface

大类名称	下垫面分类 小类名称	雨量径流系数		流量径流系数
		年均雨量径流系数	场均雨量径流系数	
屋面	绿化屋面(绿色屋顶, 基层厚度 ≥ 300 mm)	0.30	0.40	0.40
	绿化屋面(绿色屋顶, 基层厚度 < 300 mm)	0.40	0.50	0.55
	硬屋面、未铺石子的平屋面	0.80	0.90	0.95
	铺石子的平屋面	0.60	0.70	0.80
路面与铺装	混凝土或沥青路面及广场	0.80	0.90	0.95
	大块石等铺砌路面及广场	0.50	0.60	0.65
	沥青表面处理的碎石路面及广场	0.45	0.55	0.65
	级配碎石路面及广场	0.35	0.40	0.50
	干砌砖石或碎石路面及广场	0.35	0.40	0.40
	非铺砌的土路面	0.25	0.30	0.35
	非植草类透水铺装(工程透水层厚度 ≥ 300 mm)	0.20	0.25	0.35
	非植草类透水铺装(工程透水层厚度 < 300 mm)	0.30	0.40	0.45
	植草类透水铺装(工程透水层厚度 ≥ 300 mm)	0.06	0.08	0.15
	植草类透水铺装(工程透水层厚度 < 300 mm)	0.12	0.15	0.25
绿地	无地下建筑绿地	0.12	0.15	0.20
	有地下建筑绿地(地下建筑覆土厚度 ≥ 500 mm)	0.15	0.20	0.25
	有地下建筑绿地(地下建筑覆土厚度 < 500 mm)	0.30	0.40	0.40
水体	水体	1.00	1.00	1.00

2.2 总体指标

通过对抽查项目规划方案进行解析发现,新建项目年径流总量控制率为60%~85%,集中于65%~75%;面源污染削减率为50%~95%,集中于50%~70%;峰值径流系数为0.3~0.8,集中于0.5~0.7。总体来看,面源污染削减率(以SS计)、峰值径流系数的控制与年径流总量控制率呈正相关,但三者并不是简单的线性关系,具体如图2所示。

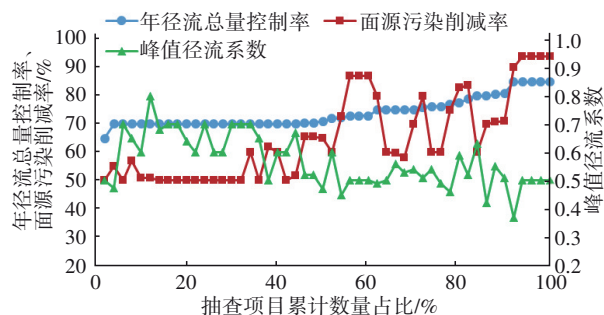


图2 各指标相互关系分析

Fig.2 Interrelation analysis of indicators

2.3 建设效果

武汉市进行海绵城市建设的主要目的是为了解决城市内涝和水环境污染两个方面的问题。为此通过收集案例,分析了项目分别采用常规建设和海绵城市建设两种方式下,年径流总量控制率的变化,以及由此带来的面源污染削减效果和峰值径流系数两个方面的改善情况,具体见图3~5。

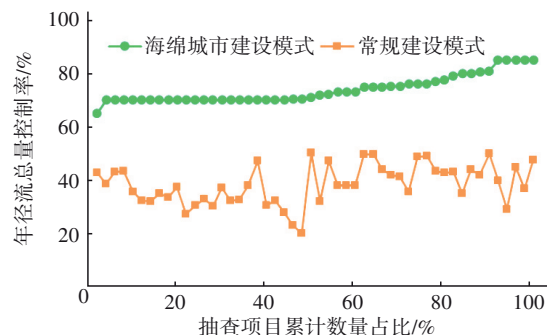


图3 不同建设模式下的年径流总量控制率

Fig.3 Annual runoff control rate of different construction modes

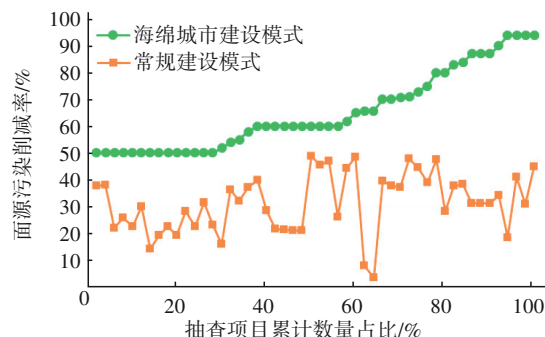


图4 不同建设模式下的面源污染削减率

Fig.4 Non-point source pollution reduction rate of different construction modes

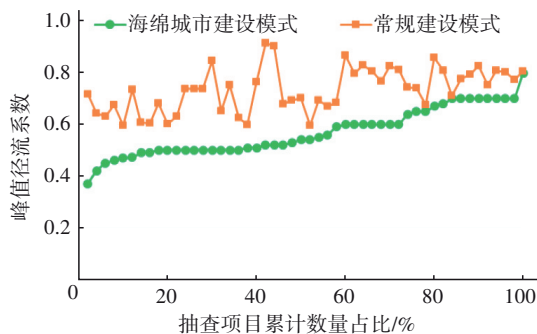


图5 不同建设模式下的峰值径流系数

Fig.5 Peak runoff coefficient of different construction modes

显然,相对于常规建设模式,采用海绵城市建设模式,建设项目的年径流总量控制率和面源污染

削减率均有所增加,而峰值径流系数有所降低,具体如表 3 所示。

表 3 各指标海绵城市建设前、后的对比

Tab.3 Comparison of each index before and after construction of sponge city

建设模式	年径流总量控制率均值/%	面源污染削减率均值/%	峰值径流系数均值
海绵城市	75.6	70.3	0.54
常规建设	40.3	34.1	0.70

将以上数据与武汉市降雨情况、面源污染分布情况^[5]进行叠加分析,可以得出以下结论:

① 年径流总量控制率由常规建设模式的 40.3% 升至海绵模式的 75.6%,可控制的对应日(场)降雨量由 9.3 mm 提高至 30.1 mm,控制降雨场次可由 51 场增加至 86 场(见图 6)。

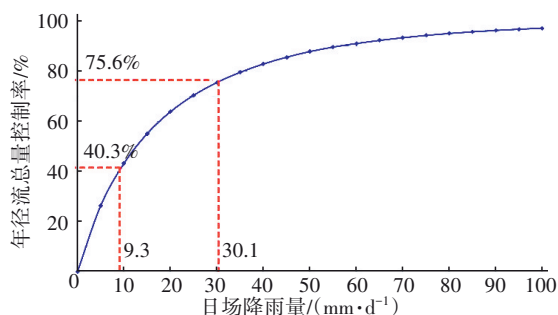


图 6 年径流总量控制率与设计降雨量的关系

Fig.6 Relationship between annual runoff control rate and design rainfall

② 在常规建设模式下,一般项目中绿地等面源污染削减率为 34.1%,而在海绵城市建设模式下,面源污染削减率可达到 70.3% 以上。

③ 峰值径流系数控制由常规建设模式的 0.75 降至海绵模式的 0.54,能够提高已建区管网承载力。选择典型、较小的集中建设片区,在峰值径流系数降低的情况下,原来按照 $P=1$ a 进行设计的管网,可承担接近 $P=2$ a 的降雨。

3 海绵设施选用特点分析

为更有效地指导海绵设施的设计和建设,抽取案例中采用的海绵设施进行分析。结果表明,源头措施使用频率从高到低依次是透水铺装、下沉绿地、屋顶绿化、地下蓄水设施、雨水桶。透水铺装与下沉绿地是源头海绵城市建设中最常用的方式,措施相对简单,效果较好;屋顶绿化与地下蓄水设施较少使用,其原因在于投资较高,后期维护费用较

大,需要单独占用空间;雨水桶在新建项目中使用较少,原因有两方面:一是武汉市对雨水回用的迫切性不强;二是大家暂时难以接受,需加大宣传。

从不同用地性质来看,公服、商业、居住用地对源头措施的选用优先顺序与整体一致,依次是透水铺装、下沉绿地、屋顶绿化、地下蓄水设施、雨水桶,但工业项目对源头措施的选用优先顺序略有区别,依次是透水铺装、下沉绿地、地下蓄水设施、屋顶绿化、雨水桶,具体如图 7 所示。其原因主要有:工业厂房绿建需求不如其他项目迫切,而且工业厂房存在诸如轻钢屋顶之类的结构,屋顶绿化难以实现,为追求年径流总量控制率指标,采用了地下蓄水设施。所以建议在全市海绵城市建设过程中,应适当降低工业项目海绵城市建设指标。

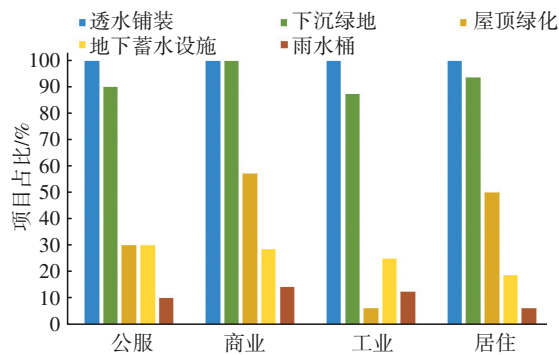


图 7 不同用地性质下海绵措施选用规律

Fig.7 Selection of sponge measures under different land uses

4 投资强度分析

由于新建项目的具体投资费用难以统计,为此以试点建设中的 109 个源头海绵城市改造项目的投资费用为依据,分析了武汉市源头海绵城市建设项目中不同因素对投资强度的影响以及不同用地的具体投资强度。

4.1 不同因素对投资强度的影响

整体上看,以年径流总量控制率为代表的海绵城市改造指标对投资强度的影响并没有展现出原来预测的“指标越高,投资强度越大”这种特别明显的规律,具体见图 8。主要原因:①投资与改造对象的先天条件关系较大,一般绿化条件较好的建筑与小区,其改造的投资强度偏小;②投资与改造方案关系较大,为达到同样的改造目标,不同方案之间的投资差别较大,这也说明了设计师在源头海绵城市建设中的重要作用。但是,不同用地性质的投资

强度差别较大,整个试点区,改造项目平均投资强度为279元/m²,商业(364元/m²)、公服(342元/m²)投资强度较高,工业(312元/m²)、居住(264元/m²)、交通市政(236元/m²)类项目投资强度依次降低。

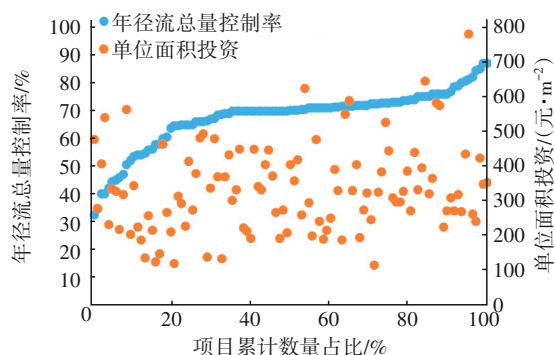


图8 投资强度与年径流总量控制率关系

Fig.8 Relationship between investment intensity and total annual runoff control rate

4.2 投资强度分析

为准确分析不同用地性质的投资强度,为全市全面开展海绵城市建设提供借鉴,重点筛选了年径流总量控制率在70%~75%之间的项目进行分析,投资强度结果如下:①商业为390元/m²;②公服为361元/m²;③工业为331元/m²;④居住为285元/m²;⑤交通市政为290元/m²。综合平均值为305元/m²。

5 结论

① 从效果上看,通过海绵城市建设,城市面源污染控制率平均在70.3%以上,若能全面开展源头海绵城市建设,局部原来按照 $P=1$ a进行设计的管网,可承担接近 $P=2$ a的降雨。

② 从工程师的措施倾向上看,源头建设多采用透水铺装、下沉绿地,适度采用屋顶绿化,慎用地下水蓄水设施。

③ 从投资强度上看,建议设置投资强度指导区间,将投资强度作为源头改造项目遴选的主要参考因素之一。具体来说,鼓励投资强度为200元/m²的源头建设项目,严格筛选投资强度为200~350元/m²的源头建设项目,不建议实施投资强度>350元/m²的源头建设项目。

由于本次抽查分析项目均为随新建工程落实海绵理念的项目,未开展径流量、污染物浓度等指标的实测工作,除工程投资是按照各施工图统计外,其余参数均按照国家或地方规范性技术文件进

行取值,对研究结果有一定的影响,待将来有条件开展数据监测后,可进一步优化本研究的结论。

参考文献:

- [1] 宫永伟,刘超,李俊奇,等. 海绵城市建设主要目标的验收考核办法探讨[J]. 中国给水排水,2015,31(21):114-117.
GONG Yongwei, LIU Chao, LI Junqi, et al. Discussion on acceptance evaluation method of main objectives for sponge city construction [J]. China Water & Wastewater, 2015, 31(21):114-117(in Chinese).
- [2] 李国君,王永,梁振凯,等. 海绵城市建设区域化效果评估探讨[J]. 中国给水排水,2020,36(14):76-80.
LI Guojun, WANG Yong, LIANG Zhenkai, et al. Evaluation of regionalized effect of sponge city construction [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(14):76-80(in Chinese).
- [3] 魏娇娇,孟恬园,辛克刚,等. 青岛海绵城市试点区的体制机制建设经验及思考[J]. 中国给水排水,2020,36(16):6-11.
WEI Jiaojiao, MENG Tianyuan, XIN Kegang, et al. Experience and thought on management system and mechanism in Qingdao sponge city pilot area [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(16):6-11(in Chinese).
- [4] 姜勇,陈雄志,洪月菊. 武汉市建设项目的海绵城市规划管控方法与技术探索[J]. 中国给水排水,2018,34(2):1-6.
JIANG Yong, CHEN Xiongzhizhi, HONG Yueju. Sponge city planning control method and technology exploration in Wuhan [J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(2):1-6(in Chinese).
- [5] 姜勇. 武汉市海绵城市规划设计导则编制技术难点探讨[J]. 城市规划,2016,40(3):103-107.
JIANG Yong. Discussion about the difficulties in the compilation of planning and design guidelines for sponge city in Wuhan [J]. City Planning Review, 2016, 40(3):103-107(in Chinese).

作者简介:姜勇(1985-),男,湖北襄阳人,工学硕士,高级工程师,注册公用设备工程师(给水排水),主要从事市政工程、海绵城市、排水防涝等规划与设计工作。

E-mail:307880550@qq.com

收稿日期:2020-12-27

修回日期:2021-06-30

(编辑:丁彩娟)