

设计经验

建筑与小区低影响开发的设计思路与计算分析

方 帅, 刘绪为, 白永强, 于中海, 徐 洁
(中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381)

摘 要: 提出了建筑与小区海绵化改造的设计思路, 首先将建筑与小区根据实际情况分为重改造型、轻改造型和不改造型; 针对重改造型建筑与小区, 以绿地和铺装生态化改造为主要技术手段, 探究了其现状绿地率与改造后年径流总量控制率之间的关系; 最后用容积法和模型法对建筑与小区海绵改造进行计算分析验证, 为后续建筑与小区低影响开发工程设计提供指导和借鉴。

关键词: 低影响开发; 建筑与小区; 绿地率; 年径流总量控制率; 容积法; 模型法
中图分类号: TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)08-0060-05

Design Method and Calculation Analysis of Low Impact Development of Building and Community

FANG Shuai, LIU Xu-wei, BAI Yong-qiang, YU Zhong-hai, XU Jie
(North China Municipal Engineering Design and Research Institute, Tianjin 300381, China)

Abstract: The design method of sponge renovation of building and community was introduced. In this design method, the building and community was firstly divided into three types as big renovation type, small renovation type and non-renovation type based on reality. Then, with regard to the big renovation building and community, on the basis of green space and paving as the key sponge renovation technology, the relationship between the current greening rate and the capture ratio of total annual runoff volume was explored. Finally, the typical case was calculated and analyzed by the volume method and the model method respectively, which could be used as guidance for the low impact development of building and community.

Key words: low impact development; building and community; greening rate; capture ratio of total annual runoff volume; volume method; model method

2014年10月,住建部发布《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》(简称《指南》),在《指南》中提出了年径流总量控制率目标^[1,2]。而建筑与小区是人类活动的基本单元,其低影响开发作为绿色、低碳的源头控制项目,是海绵建设系统工程的关键工程,对实现城市雨洪管理以及海绵城市径流控制目标具有重要意义。

1 建筑与小区海绵改造的思路

建筑与小区海绵改造过程中的设计思路是:首先应因地制宜,要以海绵城市建设理念为核心,同时兼顾绿色建筑、节能、耐用、健康和超低能耗的绿色化改造,以城市修补、小区生态化改造代替传统的大拆大建,以适合绿色发展需求和海绵城市建设需要。基于此改造思路,在调研完片区所有建筑与小区后,

根据其现状条件归纳为三种类型:重改造型、轻改造型和不改造型。

① 重改造型

重改造型建筑与小区(见图 1)一般指建成年限超过 10 年的老旧小区,该类小区铺装破损严重、存在雨污混接现象、降雨时存在局部积水或排水不畅等特点。重改造型建筑与小区适合进行全面海绵化改造,充分运用海绵城市建设理念结合既有建筑改造,提升景观与居住品质以及排水能力,同时兼顾雨水净化、滞留等功能。



图 1 重改造型建筑与小区

Fig. 1 The building and community of big renovation type

② 轻改造型

轻改造型建筑与小区(见图 2)是指建设年限在 3~10 年内,内部绿化率较高、铺装较好的建筑与小区。该类建筑与小区不适于大拆大建,应因地制宜地适当布置 LID 设施,结合末端控制或管网系统,并且应最优化 LID 设施功能,最大化地减少末端处理压力。



图 2 轻改造型建筑与小区

Fig. 2 The building and community of small renovation type

③ 不改造型

不改造型建筑与小区(见图 3)是指建成时间较短的已建新小区以及不具有海绵改造条件、实施难度大的棚户区 and 特别老旧小区。不进行海绵化改造的已建新小区的特点是:建成时间短、小区绿化率高、景观多样、基础设施完备;部分小区建设中也已融入海绵理念。



图 3 不改造型建筑与小区

Fig. 3 The building and community of non-renovation type

不同海绵化改造程度建筑与小区特点见表 1。

表 1 不同海绵化改造程度建筑与小区特点

Tab. 1 Characteristics of three renovation types of building and community

项 目	建成时间/a	特 点	控制措施
重改造	> 10	铺装破损严重、绿化效果差、局部排水不完善、部分存在积水现象	源头改造为主,主要采用的 LID 设施有雨水花园、透水铺装、生态植草沟等
轻改造	3 ~ 10	绿化较好、铺装较好	源头适当改造,结合末端控制
不改造	< 3	建设时间较短、绿化率高、景观多样	无需改造

通过对建筑与小区进行分类,针对轻改造型建筑与小区的海绵化改造,应结合实际情况做到因地制宜,对系统年径流总量的贡献值具有一定的局限性。而重改造型建筑与小区的海绵化建设就成为源头治理的重点。

2 绿地率与年径流总量控制率的关系

针对重改造型建筑与小区的海绵改造理念是:以生物滞留设施和透水铺砖为主要技术手段,实现雨水的收集储存与净化。在建筑与小区海绵化改造过程中,其屋面雨水和道路雨水可通过有组织汇流与转输引入绿地内的生物滞留设施(雨水花园、下凹式绿地等),同时可利用渗透铺装减少路面雨水径流。现状绿地成为海绵化改造本体条件的重点,在某种程度上,其绿地率与改造后年径流总量控制率之间存在着一定的联系。

以南方某城市 60 余个小区海绵化改造工程作为样本分析现状绿化率与改造后年径流总量控制率之间的关系,其结果见图 4。从图 4 可以看出:①低绿地率,当建筑与小区绿化率在 0~20% 时,其海绵化改造后年径流总量控制率达到 20%~55% 左右,低绿地率下,生物滞留设施建设空间不足,其消纳屋

面、路面、广场及停车场径流雨水能力不足,其现状年径流总量控制率和改造后年径流总量控制率都较低。②中绿地率,当建筑与小区绿地率在 20% ~ 35% 时,其海绵化改造后年径流总量控制率达到 55% ~ 75%,部分控制率能达到 80% 左右,建筑与小区绿化率较高时,一方面可以减少现状雨水径流,另一方面提供了低影响开发设施建设空间,为进一步消纳雨水径流提供了可能。③高绿地率,当建筑与小区绿地率在 35% ~ 50% 时,其海绵化改造后年径流总量控制率基本达到 80% 左右。高绿地率的本底条件减少了雨水径流,为年径流总量的控制起到了至关重要的作用。

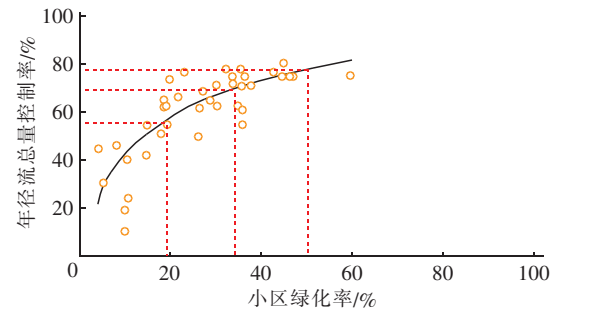


图 4 建筑与小区绿地率与改造后年径流总量控制率之间关系

Fig. 4 Relationship between the greening rate and the capture ratio of total annual runoff volume

因此,对重改造型建筑与小区的绿地率与改造后年径流总量控制率关系进行分析得出,一定范围内,随着绿地率的提高,改造后年径流控制率也得到提高。要实现年径流总量控制率目标,需充分利用建筑与小区内绿地条件。

3 典型案例研究

3.1 建筑与小区的类型定义

研究对象为南方某城市建筑与小区,用地面积为 53 313 m²,建筑基地面积为 16 995 m²,绿化面积为 17 151 m²,建筑密度为 38. 31%,绿地率为 31. 5%,排水采用雨污分流。根据现场实际调研情况,从上述建筑与小区改造类型分类出发,将该建筑与小区定义为重改造型小区。

3.2 海绵改造的技术手段与设计方

其平面布置方案见图 5。根据研究对象地理特性及重改造程度,以绿地和铺装生态化改造作为重要技术手段,提出设计方案,选定 4 种低影响开发技术(雨水花园、植草沟、渗透铺装、绿色屋顶)和传统

的排水管网构成绿色雨水排水系统。其中雨水花园、透水铺装、生态植草沟和薄层绿色屋顶面积分别为 1 686、4 053、1 299 和 3 135 m²。雨水花园、薄层雨水屋顶的基质厚度分别为 0. 5 和 0. 2 m。生态植草沟和渗透铺装的下凹深度分别为 0. 15 和 0. 05 m。



图 5 LID 设施平面布置
Fig. 5 LID facilities layout

3.3 容积法的计算过程与方法

容积法计算结果如表 2 所示。

表 2 年径流总量控制率计算结果

Tab. 2 Calculation results of the capture ratio of total annual runoff volume

雨水径流总量计算	汇水分区总面积/m ²		53 313
	年径流总量控制率要求/%		78
	年径流总量控制率对应降雨量/mm		30. 2
	硬地面积 A ₁ /m ²		36 162
	径流系数 Ψ ₁		0. 8
	绿化面积 A ₂ /m ²		17 151
	径流系数 Ψ ₂		0. 2
	雨量综合径流系数 Ψ		0. 61
LID 设施收集雨水量计算	雨水径流总量 Q ₁ /m ³		1 034. 68
	雨水花园	面积/m ²	1 686
		有效调蓄容积/m ³	708
	渗透铺装	面积/m ²	4 053
		有效调蓄容积/m ³	648
	绿色屋顶	面积/m ²	3 135
		有效调蓄容积/m ³	502
	植草沟	面积/m ²	1 299
		有效调蓄容积/m ³	156
	LID 调蓄容积 Q ₂ /m ³		1 356
	汇水分区的控制雨量/mm		39. 60
	计算年径流总量控制率/%		82. 2

《指南》中明确“低影响开发设施以径流总量和径流污染为控制目标时,设施具有的调蓄容积一般应满足单位面积控制容积的指标要求”。设计调蓄

容积一般采用容积法计算:

$$V = 10H\Psi F \quad (1)$$

式中 V ——设计调蓄容积, m^3

H ——设计降雨量, mm

Ψ ——综合雨量径流系数

F ——汇水面积, hm^2

汇水分区控制雨量可采用下式计算:

$$H_k = H(1 - \Psi) + 1\,000V/\Psi F \quad (2)$$

式中 H_k ——汇水分区的控制雨量, mm

3.4 模型模拟的计算过程与方法

① 模型构建

利用 SWMM 构建 LID 模型,进行排水模拟分析,其模型界面如图 6 所示。



图 6 LID 模型界面

Fig. 6 Model interface based on LID

模型中汇水区个数为 412 个、管段为 78 段、节点为 78 个,其中设置 38 个雨水花园子汇水区、17 个渗透铺装子汇水区、52 个植草沟子汇水区和 5 个绿色屋顶子汇水区。

② 模型参数与基础数据

模型参数主要有下垫面参数、土壤入渗、管网数据、降雨数据和低影响开发设施参数^[3](见表 3)。

表 3 SWMM 模型参数及取值

Tab. 3 Parameter values in SWMM model

项 目	参 数	取值	取值方法
下垫面	面积/ hm^2	—	直接读取
	宽度/ m	—	面积/流长
	不透水率/%	—	直接读取
	坡度/%	—	直接读取
	其他	—	模型手册
土壤入渗	最大入渗率/ $(\text{mm} \cdot \text{h}^{-1})$	25.4	模型手册
	最小入渗率/ $(\text{mm} \cdot \text{h}^{-1})$	1.62	现场勘测
	衰减指数/ h^{-1}	4	模型手册
管网	断面形状	圆形或箱涵	管网数据
	最大深度/ m	0.3 ~ 2.0	管网数据
	长度/ m	10 ~ 210	管网数据
	粗糙度	0.013	模型手册

其中降雨量、地形图、土壤的渗透性等来源于实测数据;汇水区的面积、坡度、不透水率以及管道的断面、尺寸、深度、长度、起点终点标高等来源于设计资料;其他参数参考 SWMM 用户手册取值。

③ 年径流总量控制率模拟结果分析

本项目采用 1 年的降雨数据(5 min 间隔雨量)模拟低影响开发措施对建筑与小区雨量的控制效果,其中该市 2009 年的降雨量为 1 200 mm,接近该市多年平均降雨量值(1 170 mm),代表了近年来典型的降雨情况。连续模拟结果显示,小区内添加 LID 设施后满足海绵城市设定的年径流总量控制目标(见图 7)。

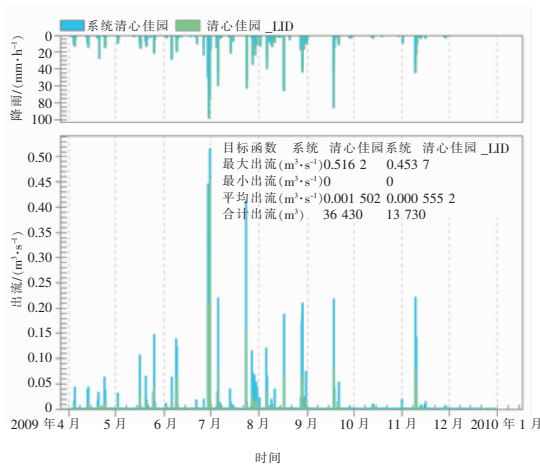


图 7 有无 LID 年径流控制效果对比

Fig. 7 Comparison of annual runoff curve between LID and without LID

3.5 容积法与模型法对比分析结论

针对具体案例,采用容积法和模型法计算小区海绵化改造后的年径流总量控制率(见表 4)。可见,该重改造型小区在绿地率为 31.5% 的情况下,年径流控制率在 78% ~ 82% 左右,两种方法计算结果基本一致。

表 4 容积法和模型法计算结果对比

Tab. 4 Calculation results of volume method and model method

项 目	计算年径流总量控制率/%	LID 布置前系统径流系数	LID 布置后系统径流系数
容积法	82.2	0.61	0.433
模型法	78	0.606	0.228

4 结论

① 针对建筑与小区海绵化改造,首先应根据现状情况及小区特点,对建筑与小区进行分类,分为

重改造型、轻改造型和不改造型三大类。

② 针对重改造型小区的海绵化改造,以绿地和铺装生态化改造为主要技术手段,其对改造后年径流总量控制率的提高起到重要作用。

③ 采用容积法和模型法两种方法对重改造型建筑与小区的海绵化改造进行计算分析,其改造后年径流总量控制率计算结果基本一致。

在建筑与小区的海绵化改造过程中,不同小区的改造程度不一样,应做到细致踏勘,因地制宜,切忌千篇一律,防止大拆大建,更应有创新性思维建设海绵系统工程,实现以绿色、低碳为理念的海绵目标。

参考文献:

- [1] 王文亮,李俊奇,车伍,等. 海绵城市建设指南解读之城市径流总量控制指标[J]. 中国给水排水,2015,31(8):18-23.
- [2] 车伍,赵杨,李俊奇,等. 海绵城市建设指南解读之基本概念与综合目标[J]. 中国给水排水,2015,31(8):

(上接第59页)

设备及管道内水升温时的膨胀量,防止系统超压、保证系统安全运行。膨胀罐总容积计算参考《建筑给水排水设计规范》(GB 50015—2003,2009年版),经计算得各区膨胀罐总容积:高区为 1.2 m^3 ,中区为 1.0 m^3 ,低区为 0.72 m^3 。

3 结论

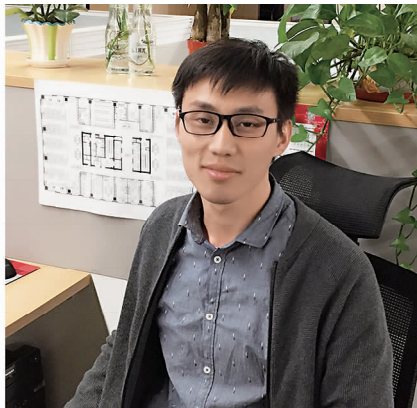
通过对新疆某项目高层建筑集中热水供应系统的研究分析,得出以下结论:①热媒选择时,可根据实际情况,采暖季和非采暖季分别选用热力管网和空气能作为热媒,减少建筑能耗,体现节约能源、减少环境污染的优点。②热水供应系统要保证热水与冷水给水系统分区一致,实现冷热水同源供水,采用上行下给、支管循环、同程布置的供水方式,起到节水、节能的作用。③附件选用时要实现热水供应系统的安全控制,保证热水供应系统安全、可靠运行。

参考文献:

- [1] 孙杰. 建筑热水系统优化设计研究[D]. 西安:长安大学,2013.
- [2] 王晓丽. 高层建筑热水系统优化设计研究[D]. 重

1-5.

- [3] 胡爱兵,任心欣,丁年,等. 基于SWMM的深圳市某区域LID设施布局与优化[J]. 中国给水排水,2015,31(21):96-100.



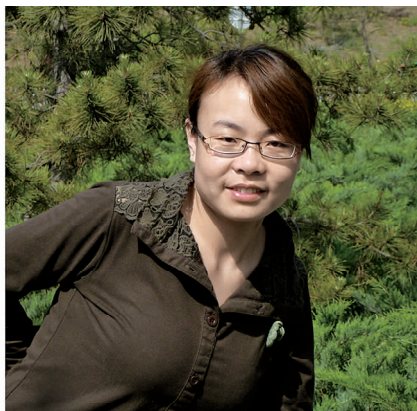
作者简介:方帅(1991-),男,安徽安庆人,硕士,助理工程师,从事海绵城市规划与设计、排水防涝模型研究。

E-mail:1025187828@qq.com

收稿日期:2016-12-28

庆:重庆大学,2006.

- [3] GB 50015—2003,建筑给水排水设计规范(2009年版)[S]. 北京:中国计划出版社,2010.
- [4] 付婉霞,冯萃敏. 建筑热水系统节水的技术措施[J]. 节能环保技术,2004,(3):32-34.



作者简介:王林娥(1983-),女,内蒙古卓资人,硕士,注册公用设备工程师(给水排水),从事建筑给水排水工程设计工作。

E-mail:277567488@qq.com

收稿日期:2016-06-12