

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.14.002

# 建筑与小区低影响开发设计问题及对策

聂超<sup>1</sup>, 周丹<sup>1</sup>, 林韵婕<sup>1</sup>, 杨硕<sup>1</sup>, 王优<sup>2</sup>

(1. 中国市政工程华北设计研究总院有限公司 北京分公司, 北京 100081; 2. 北京清源华建环境科技有限公司, 北京 100081)

**摘要:** 从现状分析、建设需求和方案设计等3个方面出发,介绍了建筑与小区低影响开发的设计要点,举例说明了在设计过程中常见的为达指标而做“海绵”、设施布置和径流路径规划不合理而导致设施无效、植物选择和配置不当等问题,并从摸清现状、需求导向、转变思路、专业融合和优化细节几方面提出了对策。

**关键词:** 海绵城市; 建筑与小区; 室外雨水系统; 低影响开发

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2020)14-0006-07

## Design Problems and Countermeasures of Low Impact Development in Buildings and Communities

NIE Chao<sup>1</sup>, ZHOU Dan<sup>1</sup>, LIN Yun-jie<sup>1</sup>, YANG Shuo<sup>1</sup>, WANG You<sup>2</sup>

(1. Beijing Branch, North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Beijing 100081, China; 2. Beijing Aquaroot Environmental Science & Technology Co. Ltd., Beijing 100081, China)

**Abstract:** The design key points of low impact development in buildings and communities were introduced from three aspects including status analysis, construction requirements and scheme design. The common problems during design, such as sponge for indicators, invalid facility due to unreasonable layout and runoff path planning, improper plant selection and configuration were illustrated. The countermeasures including current situation investigation, demand orientation, thinking pattern shift, multi-professional integration and detail optimization were proposed.

**Key words:** sponge city; building and community; outdoor rainwater system; low impact development

近几年来国家先后开展了两批共30个海绵城市试点建设,各试点城市经过三四年的建设,取得了初步成效。试点建设过程中涌现了很多优秀工程案例,但也有很多项目存在工程设计和施工方面的误区,导致项目建设效果大打折扣,甚至沦为“假海绵”“无效海绵”等。设计和施工过程中的误区和错误做法多种多样,主要原因就是设计人员未能真正

贯彻理解海绵城市建设理念,仍用原有设计思路去生搬硬套低影响开发设施,而设计上的错误在施工中延续,加之粗糙的施工,使项目很难达到预期效果。海绵城市建设是城市发展方式的重要理念转变,面对新的城市建设要求,需要转变传统的设计思维,从简单套用规范标准设计向需求计算设施规模转变,从单个水专业设计向多专业融合转变<sup>[1]</sup>。

首先简要介绍了建筑与小区海绵城市设计路径要点,其次总结梳理了基于海绵城市理念下建筑小区室外雨水系统的设计常见问题,在分析问题成因的基础上提出了设计对策。

## 1 设计路径要点分析

建筑与小区是海绵城市建设大体系中源头径流控制系统的重要主体,源头径流控制系统以分散的生态绿色设施为主,即低影响开发雨水系统,对中小降雨有很好的径流总量控制和初雨污染控制效果<sup>[2]</sup>。参考《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》,从现状分析、建设需求、方案设计3方面介绍建筑与小区海绵城市方案设计路径要点(见图1)。

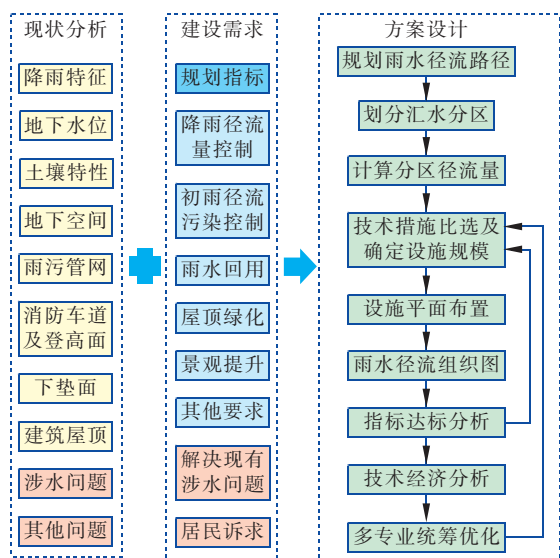


图1 建筑与小区海绵城市方案设计路径

Fig.1 Sponge city scheme design route for buildings and communities

### 1.1 现状分析

现状条件分析是开展方案设计的基础,一般新建项目需对所在城市的降雨特征、场地的地下水位特征、土壤特征、地下室分布及其覆土厚度、雨污水管网、消防车道及登高面、下垫面分布、建筑屋顶等情况进行分析,改造项目除上述内容外还应到现场调研现状涉水问题和居民反映的其他问题。

### 1.2 建设需求

以规划指标为基础,对项目自身建设需求进行分析,以便指导方案设计。降水径流量控制和初雨污染控制是基本需求,可缓解市政排水压力和削减城市面源污染。雨水回用需求应根据项目对非常规

水资源的需求程度和当地相关政策,同时考虑后期运行维护管理成本确定。屋顶绿化要考虑建筑屋顶是否有条件建设,同时还要满足当地相关政策要求。方案设计还需要与建筑、景观、道路等其他专业衔接,不可与其他专业建设内容有冲突。

改造项目除上述需求外,还应重点解决现状涉水问题,以问题为导向,结合居民诉求,构建“海绵+N”的改造设计方案。

### 1.3 方案设计

在摸清现状条件、明确建设需求后方可进行方案设计。首先要规划雨水径流组织,明确屋面径流和路面径流的来龙去脉,画出项目雨水径流组织技术路线图。其次根据场地竖向设计、雨水管网布置及道路布局划分汇水分区,以汇水分区为单位计算各分区在设计工况下的雨水径流量,即渗滞蓄设施需要收集调蓄的雨水量。再依据现状条件和建设需求选择适宜的技术措施,确定选用设施后根据径流量确定设施规模,设施调蓄容积应 $\geq$ 径流量,但不宜超过径流量太多,规模过大则会增加成本或影响整体景观设计。设施宜根据绿地分布情况选择分散或集中布置。初步确定的设施规模及布局应落实到项目总平面图中,补充竖向设计、雨落管断接点、排水管网、雨水径流方向等信息,生成雨水径流组织图。

各分区设施规模确定后进行指标达标分析,应检查各分区是否存在雨水直排区域,即不能汇入渗滞蓄设施、直接排入管网的屋面和路面部分,各分区的年径流总量控制率应为可控制区域与直排区域的面积加权值。若不能达标则需调整设施规模或布局,尽量减少直排区域。在方案设计的过程中还应与建筑、景观等其他专业密切配合,统筹好室外排水系统与其他专业建设内容,进一步优化方案,打造排水功能和景观品质兼具的建筑与小区。

## 2 设计常见问题

在建筑与小区海绵城市设计过程中,由于设计人员对建设条件分析不足、对海绵城市建设理念的理解偏差、设计思路不清晰和忽略细节,常出现设计方案只注重指标达标而忽视实际需求、布置了有“海绵”而无功能的无效设施、径流路径规划不合理等问题。

### 2.1 重指标计算、轻项目需求

近几年来很多城市已将海绵城市建设要求纳入“两证一书”、施工图审查、竣工验收管理等规划建

设管控过程中,例如福州市在新建项目规划审批阶段明确落实年径流总量控制率指标值。设计过程中常出现为了达标而将调蓄设施规模加大,或者采用雨水调蓄池兜底的做法,虽然在指标计算上达标,但并未考虑项目实际需求和整体景观设计。

以某小区改造项目为例,方案年径流总量控制率指标为70%,拟将改造后剩余绿地全部改造为下凹绿地或雨水花园(见表1),方案计算的年径流总量控制率可达到86%,虽然满足指标要求,但从改造项目整体实施效果来看,并不需要将全部绿地改造。设计方案应以解决小区现状的主要排水问题及环境问题为导向,同时考虑景观需求及经济性,不可过于追求单一指标。

表1 某小区改造前后下垫面面积

Tab. 1 Comparison of the underlying surface area before and after renovation of a residential community m<sup>2</sup>

项 目	屋面面积	不透水铺装面积	透水铺装面积	普通绿地面积	下凹绿地面积	雨水花园面积
改造前	7 206	4 383	0	4 631	0	0
改造后	7 206	0	6 334	0	2 410	270
改造建议	7 206	0	6 334	1 470	730	480

各项目场地下垫面分布情况多样,很多项目存在绿地分布不均匀的情况,在设计过程中常常会为了实现年径流总量控制率指标计算结果达标,在绿地分布多的地方布置大规模的下凹绿地或雨水花园,调蓄容积远大于设计工况下其汇水面能收集的雨水径流量(见图2)。



图2 某小区下凹绿地分布

Fig. 2 Distribution of sunken greenbelt space in a residential community

以某新建小区为例,在场地西北侧布置了两个面积较大的下凹绿地,但此处下凹绿地不能承接雨水周边屋面雨水,只能收集周边较小范围内的路面

雨水,下凹绿地规模设置偏大,虽然分区计算上已达标,但分区内雨水径流并未全部被收集处理,仍存在场地雨水直排管网区域。

## 2.2 无效设施

海绵城市建设方案常由给排水专业人员进行设计,往往只注重方案排水功能和指标达标要求,忽略了与景观专业的配合。常见问题就是下凹绿地和雨水花园等设施随意布置,甚至出现在景观堆坡中建雨水花园的情况,导致设施无效。

无效设施的一种是下凹绿地、雨水花园等设施不能收集路面雨水或屋面雨水,只能承接自身或周边绿地产生的少量雨水径流;另一种是将不承接雨水的地面改造为透水铺装,如停车棚底下地面设计为透水铺装,但对减少场地径流量并无帮助。

## 2.3 径流路径规划不合理

### ① 竖向低处无排水设施

路面雨水须靠重力流入下凹绿地或雨水花园等低影响开发设施,因此整体排水系统的布置需在场地竖向设计的基础上开展。给排水专业布置排水设施时常以惯性思维简单套用规范,忽略了局部地形竖向变化,导致局部低洼地无排水设施,雨天易积水(见图3)。

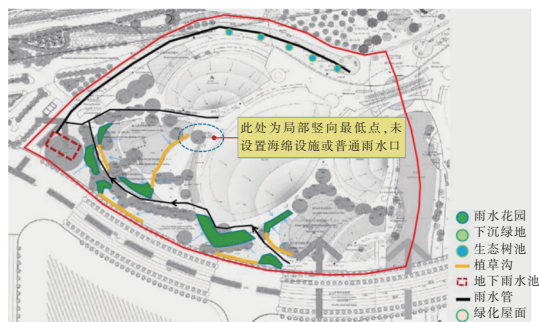


图3 某公共建筑海绵设施布置

Fig. 3 Layout of sponge facilities in a public building

以某新建公共建筑为例,场地中央有一处为竖向低点,但并未设置海绵设施或普通雨水口,周边还有一条植草沟将雨水引至此处,增加了积水风险。

### ② 存在两套排水路径导致设施无效

建筑与小区的室外排水应统筹好低影响开发雨水系统和传统雨水管渠排水系统。场地内的雨水径流应优先进入低影响开发雨水系统,经过渗透、储存、截污净化后再溢流至雨水管渠中排除。设计方案中常见低影响开发雨水系统与传统雨水管渠冲突



普通绿地随意改为雨水花园,但未考虑是否能真正发挥其作用;或是单纯地建设雨水调蓄池,未考虑是否有回用需求和后期运行维护难度。

### ③ 设计思路不清

不理解如何发挥海绵设施的作用。设计过程中布置的设施仅为了满足指标计算所需,未考虑设施规模是否与其可收集的径流量匹配,容易忽视对屋面雨水的收集,屋面雨落管未断接进入海绵设施,存在大量的屋面雨水直排管网区域;未结合路面竖向、传输设施、路缘石开口等合理规划雨水径流路径,导致有设施而无路径可汇入。

### ④ 忽视细节设计

不重视设施之间和设施内部的细节设计。设计时将下凹绿地、雨水花园等海绵设施当作独立系统,未考虑海绵设施与传统排水系统的衔接,导致径流路径不合理。设施内部设计未考虑土壤渗透性导致积水排空时间过长;设施完成面标高、溢流口标高、路面标高等竖向设计不衔接而导致滞蓄深度不足或偏高。

## 3 对策及分析

### 3.1 摸清现状

设计前需要重点分析项目所在城市的降雨特征,场地的地下水、土壤特征、地下空间、雨污水管网、消防车道、下垫面分布、建筑屋顶、外部条件、涉水问题等。

降雨特征分析主要包括将城市的多年平均降雨量、年内降水分配特征、年径流总量控制率与设计降雨量曲线,以及短历时降雨雨型用于模型评估;南北方降雨特征差异较大,各城市降雨特征也各有不同,设计时应根据当地降雨特征选用适宜的技术措施。地下水位分析包括项目场地稳定地下水位、季节性最高地下水位,应注意设施底部渗透面距离季节性最高地下水位 $<1\text{ m}$ 时应采取必要的措施防止次生灾害。土壤特征主要包括土壤渗透性能、土壤类型、土层结构、岩石层深度等,土壤渗透性是进行技术措施比选时的重要依据。地下室覆土厚度应能满足选用设施的级配厚度要求。设施布局时应尽量避让污水系统的隔油池、化粪池等,雨水管网布置是划分汇水分区的依据之一。消防车道及消防登高面一般不宜设计为透水路面。在新建项目总平面布置阶段应划分透水路面和不透水路面,改造项目应划分可改造为透水路面的区域。新建项目建筑屋顶应明确是

否可建设绿色屋顶,改造项目应对计划改造为绿色屋顶的现状屋顶进行结构和荷载检测,满足条件的可进行改造。涉水问题主要包括场地是否有客水汇入、外部市政排水条件是否完善等。

改造项目还应重点调研现存的各种涉水问题,主要包括是否存在雨污混接、阳台废水混接进入雨落管、管网淤积堵塞、积水点、雨落管能否断接至周边绿地等情况,一般需进行管网排查和积水点成因分析。除了涉水问题外,还应通过问卷或现场座谈等方式向居民了解其他问题和改造诉求,包括修复破损沉降路面、整理停车位、改善卫生环境、提升景观品质等。

### 3.2 需求导向

建筑与小区建设的首要目标是达到规划指标要求,规划指标作为项目建设的依据指导项目建设,但不能唯指标论,为达指标而做“海绵”或单纯建设雨水调蓄池。我国幅员辽阔,各城市的气候、水文、地理、基础设施建设等都存在很大差异,海绵城市建设侧重点也不尽相同<sup>[4]</sup>,北方缺水地区通常以雨水资源利用为重点,南方多雨地区通常以径流峰值控制和径流污染控制为重点;各项目应在当地海绵城市建设系统化方案指导下,结合项目自身建设需求进行设计。

### 3.3 转变思路

建筑与小区是源头径流控制的重要主体,通过构建低影响开发雨水系统来实现对本地块雨水径流的控制,从而缓解市政管网排水压力,降低内涝风险,雨水径流经过生态设施滞蓄净化后可削减初雨径流污染,减少排入城市内河水体的面源污染。在源头控制雨水径流是海绵城市的基本需求,因此只有让雨水径流汇入生态绿色设施中才能发挥作用,不能有设施而无作用。设计思路应以控制雨水径流为目的,以雨水径流路径为主线;雨水的控制主要通过增加透水下垫面比例和收集雨水径流进入滞蓄设施来实现。方案设计中要以雨水径流汇入生态绿色设施为优先路径,场地竖向设计、雨落管断接、路缘石开口、排水管网等布置应以优化雨水径流路径,实现雨水控制利用为导向。

### 3.4 专业融合

海绵城市建设重点是解决涉水问题,但这并不单单是给排水专业的工作,需要与建筑、道路、景观等专业密切配合,做好专业衔接。新建项目设计时

低影响开发雨水系统应与其他专业同步进行设计,如建筑专业应结合项目是否有建设绿色屋顶的需求而确定屋顶的设计和选材;建筑排水应考虑雨落管断接做法,在建筑主体建设阶段预留出断接位置;总平面设计时应考虑透水路面的布置和竖向设计;景观节点要与低影响设施在整体布局上相协调,局部堆坡地形应与雨水花园等下凹的地形做好缓坡过渡衔接,低影响开发绿色设施的植物选择和配置,应由景观专业在选择耐淹、耐旱、耐污的乡土植物基础上进行优化搭配,做到与整体景观风格相协调。

### 3.5 优化细节

建筑与小区源头雨水径流控制功能的发挥建立在合理的设计和正确施工的基础之上。精细化设计是精细化施工的基础和前提,只有设计合理且细节表达清晰才能更好地指导施工。应重点优化竖向设计、设施做法大样、路沿石开口等细节设计。

#### ① 竖向设计

竖向设计包括路面竖向、滞蓄净化设施完成面标高、设施溢流口溢流水位标高、传输设施与其他设施的衔接标高,这些内容在竖向设计平面中均应明确标注出来。路面竖向设计是其他竖向设计的依据,下凹绿地或雨水花园等滞蓄净化设施的完成面标高应以其周边路面竖向为基准,根据设计调蓄规模确定设计下凹深度,设施内布置的溢流口溢流水位标高则为有效蓄水深度的标高,一般应比周边路面低5~10 cm。植草沟、排水浅沟、截水沟等传输设施起点处沟底标高、排水沟纵坡坡度、终点处标高要与其传输终点处设施完成面标高衔接。

#### ② 设施做法大样

技术指南和各地出的标准图集中均有各种低影响开发设施的通用做法大样图,但各项目建设条件有所不同,不可简单套用图集做法。各项目应在标准图集的基础上,因地制宜,结合现状条件进行优化,例如在地下水位较高的城市,下渗能力有限时宜在雨水花园的碎石层中增设渗排盲管;经土壤检测不符合下渗条件的种植土需更换,并标明种植土要求;距离建筑物基础<3 m的渗透设施,其大样做法中应增设防渗措施。杜晓丽等<sup>[5]</sup>研究认为生物滞留设施应用应注意径流雨水带来的污染风险,并建立了以污染物削减为目标的计算方法,提出可通过改进填料种类、优化设施构造等途径强化污染物

去除。

#### ③ 路沿石开口

目前路沿石开口的计算方法和做法还未有相应设计标准,梁小光<sup>[6]</sup>提出路沿石开口水力计算方法与立算式雨水口相同,为防止路面出现排水不畅,路沿石宽度和间距应进行水力计算,且带下凹的路沿石开口收水效率更高。路沿石开口位置还应以路面竖向为依据,在竖向低处设开口,而不是生硬地等间距布置。

## 4 结语

建筑与小区在室外排水系统设计融入海绵城市理念的过程中,普遍存在由于设施布置和径流路径规划不合理而导致设施难以发挥功能的问题。为构建完善有效的源头雨水径流控制系统,需要摸清现状条件,明确建设需求,在方案设计阶段转变固有思维,以需求为导向,因地制宜布置低影响开发设施,做好多专业融合统筹,不断优化设计细节。

设计只是海绵城市建设中的关键一环,要想实现源头雨水径流控制系统达到预期效果并长久运行,还需要落施工和后期运维的精细化管理。

## 参考文献:

- [1] 马洪涛. 关于海绵城市系统化方案编制的思考[J]. 给水排水, 2018, 44(4): 1-7.  
Ma Hongtao. Reflections on the systematic programming of sponge city[J]. Water & Wastewater Engineering, 2018, 44(4): 1-7 (in Chinese).
- [2] 张毅, 李俊奇, 王文亮. 海绵城市建设的几大困惑与对策分析[J]. 中国给水排水, 2016, 32(12): 7-11.  
Zhang Yi, Li Junqi, Wang Wenliang. Analysis of several major puzzles and countermeasures of sponge city construction[J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(12): 7-11 (in Chinese).
- [3] 韩春妮, 仝玉琴. “海绵城市”理念下植物的选择与配置[J]. 陕西林业科技, 2019, 47(3): 69-72.  
Han Chunni, Tong Yuqin. Plant selection and configuration scheme under the concept of “sponge city”[J]. Shaanxi Forest Science and Technology, 2019, 47(3): 69-72 (in Chinese).
- [4] 许申来, 周影烈, 韩志刚, 等. 北方季节性降雨地区海绵城市规划建设经验探索[J]. 给水排水, 2019, 45(5): 81-85.  
Xu Shenlai, Zhou Yinglie, Han Zhigang, et al. Experience

(下转第17页)