

## 国外可持续性城市雨洪管理对我国海绵城市建设的启示

白芮<sup>1</sup>,陈建国<sup>1</sup>,胡泽浩<sup>2</sup>

1. 广西艺术学院 建筑艺术学院, 广西 南宁 530000

2. 华南理工大学 建筑学院, 广东 广州 510000

**摘要:** 由于城市建设中防洪设施的滞后, 城市雨洪造成巨大的经济损失和人员伤亡。本文借鉴各国提出的可持续城市雨洪管理方法(LID、WSUD、SuDS、BGC等)和实践经验, 完善我国科学的城市雨洪管理系统, 为我国海绵城市的建设提供参考。

**关键词:** 雨洪管理; 国外; 海绵城市

**中图分类号:** TU998.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-2324(2017)04-0616-03

## An Enlightenment of Sustainable Urban Rain Flood Management Abroad to the Sponge Urban Construction in China

BAI Rui<sup>1</sup>, CHEN Jian-guo<sup>1</sup>, HU Ze-hao<sup>2</sup>

1. Academy of Architecture & arts/Guangxi Arts University, Nanning 530000, China

2. School of Architecture/South China University of Technology, Guangzhou 510000, China

**Abstract:** Due to the lag of flood control facilities in urban construction, the urban rain flood caused huge economic losses and casualties. This paper draws on the experience of the sustainable urban stormwater management methods proposed by various countries (LID, WSUD, SuDS, BGC, etc.) and their practical experience, improves the scientific urban stormwater management system, and provides a reference for sponge city construction throughout China.

**Keywords:** Stormwater management; abroad; sponge city

习近平总书记在2013年12月召开的中央城镇化工作会议上发表讲话提到, 建设自然积存、自然渗透、自然净化的“海绵城市”。海绵城市(Sponge City)在中国的《指南》中将城市比喻成海绵, 在适应环境变换和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”, 下雨时吸水、蓄水、渗水、净水, 需要时将储存的水加以利用。相关的政策的提出和正在建设的试点说明我国正在投入海绵城市的初期探索和实践阶段。

海绵城市概念属于可持续性城市雨洪管理, 西方国家对可持续性雨洪管理理念开发较早并积累了众多成果。如低影响发展(Low Impact Development)、可持续排水系统(Sustainable Drainage systems)、水敏感城市(Water Sensitive Urban Design)、最佳管理方案(Best Management Practices)、源控制(Source control)、绿色基础设施(Green Infrastructure)等。本文对各国可持续性雨洪管理相关经验和研究进行梳理, 为我国海绵城市的发展和工作方向给出建议。

### 1 可持续城市水管理背景

#### 1.1 各国城市雨洪问题

住建部数据显示, 全国62%城市发生过内涝, 且频率呈上升趋势。内涝灾害最大积水深度超过50 mm的城市占74.6%, 积水深度超过15 mm的超过90%, 积水时间超过半小时的城市占78.9%, 其中有57个城市的最大积水时间超过12 h。“看海”现象不仅仅发生在中国, 2016年伦敦经暴雨袭击之后, 部分地区遭受的洪水袭击, 南哈罗路的诺斯特路完全被水覆盖; 2011年, 哥本哈根持续的暴雨导致超过1×10<sup>8</sup>欧元的保险赔偿, 摧毁了至关重要的基础设施, 多条道路受堵。频频发生的城市内涝给各国各地区带来严重的经济损失和人员伤亡, 俨然已成为国际关注的焦点问题之一。

#### 1.2 城市内涝的主要原因

降雨量大和降水量持续时间长是造成城市内涝的原因之一, 主要原因在于: 部分地区的排水系统不达标和排水系统老化; 其次, 在城市扩张的过程中原本具有自然蓄水调洪错峰功能的自然系统

收稿日期: 2017-02-22

修回日期: 2017-04-03

作者简介: 白芮(1987-),女,硕士研究生,主要研究方向为城市景观设计、数字设计。E-mail:bairui0329@gmail.com

数字优先出版:2017-07-05 http://www.cnki.net

被摧毁,城市失去原本具有蓄水功能的区域,间接导致了暴雨来临时的城区内涝严重<sup>[1]</sup>;再者,在自然地区下渗到土壤补给地下水大约占 50%,而贯穿城市道路的硬化地表让地表径流由 10%增至 60%,部分不渗透材质渗透值为零,当降雨过多排水管道无法排除地表积水时便形成了城市内涝。

## 2 可持续城市洪水管理在西方国家的发展

### 2.1 西方国家可持续城市雨洪管理

针对城市的水危机问题,各国学者权衡生态、环境、经济、社会、发展等问题,提出可持续城市雨洪管理概念。不同的术语实则是学者们利用相同的理念,根据各国不同国情进行实践和发展,发展过程中略有不同。理念大致可归纳为:利用“设计结合自然”的方式,试图让暴雨雨水管理成本降至最低,通过模拟自然排水系统,捕捉降雨来将雨水输送到最近的自然水域里。它们将自然景观作为集水处——如绿色屋顶、集水桶、透水性铺装、生物滞留带、植物缓冲带、洼地等来收集吸纳雨水,形成地表和地下径流,减缓暴雨时暴增的地表径流。暴雨徒增的径流可被蓄水池收集用作生活用水,可通过廊道汇入大型湿地、林地、公园从而流入自然水体(见图 1)<sup>[2]</sup>。

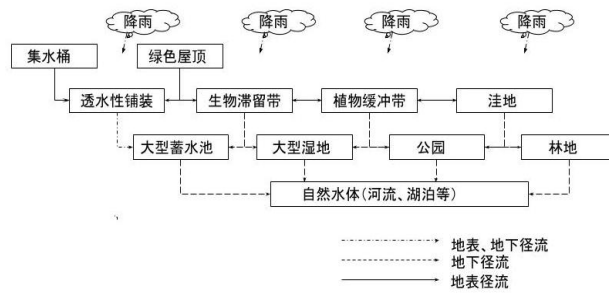


图 1 可持续城市雨洪管理示意图

Fig.1 The schematic diagram of sustainable urban stormwater management

## 3 西方国家可持续性城市雨洪管理给海绵城市的启示

### 3.1 因地制宜,建立科学的、完善的分析系统

制定清晰严格的工作流程(见图 2),对现有的地形进行科学的分析和规划。在城市规划设计中可对遥感数据(包括植被分布、土地利用、天气等)进行归类分析,利用 ArcGIS、DTM 等工具对设计点进行分类和绘制,以便识别主要的洪水脆弱地带。其次,应当对现有生态绿化带的总体位置结构和水文结构(上游到下游)的联系进行分析<sup>[3]</sup>。

SWMM 可用于街区网络系统分析和设计,通过建模检测现有排水基础设施的承载能力,亦可通过对道路剖面的分析来标记城市街道洪水节点。洪水运输路径需要对洪水节点、地形、土壤类型和地下水参数的分析后进行设计。

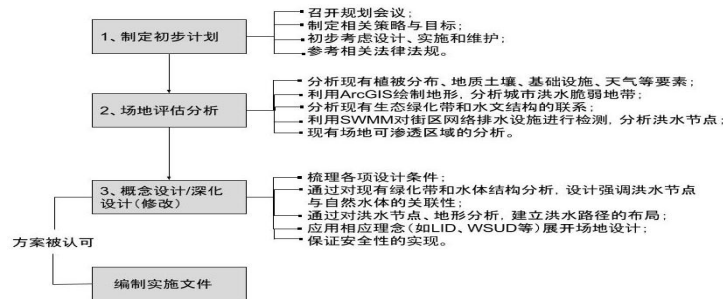


图 2 可持续雨洪管理项目设计工作路径图

Fig.2 The work path diagram of sustainable stormwater management project design

### 3.2 创造层次化设计理念

WSUD 和 BGC 均提出可持续性城市雨洪管理设计可从大规模度(如城市、区域)到中尺度规模(如街区)再到小规模(如场地、小区)层次化地对集水型公共空间、廊道、节点进行规划设计。由于不同层次雨水收集承载能力不同,如大规模集水中心的规模较大的公园、湿地、中央绿地,

具备较大的承载能力，而小规模集水承载能力相对薄弱。所以在大规模设计阶段，为了能高效率的管理城市洪水，强调洪水薄弱区域、绿色廊道和水体的互通和关联性。互通性和关联性可利用廊道、带状绿化、可渗透性人行道连接临近的集水节点流入水体，实现水体与集水廊道在城市中叠加交错的蓝绿结构网络。如鹿特丹在 BGC 的实践中建立了完善了蓝（水体）绿（廊道）色走廊有效的管理城市雨洪。在哥本哈根新城奥雷斯塔德（位于阿迈厄岛）设计中运用复杂的蓝绿色城市交通网络用于管理城市雨洪。

在中尺度设计中，街区级别雨洪管理可利用倾斜式街道、大型湿地、公园、和绿化带（生物滞留带）收集雨水。如哥本哈根的“暴雨公式”（Cloudburst Formula）项目中提出倾斜式街道设计，创造了“安全区”、V 型街道（图 3）和“洪水通道”走廊，通过调节街道轮廓能更有效的利用绿化带吸纳城市雨洪。此外，项目还将金斯湖的水位从 $+580 \times 10^4$ 降至 $+280 \times 10^4$ ，创造一个新的暴雨储存容量  $4 \times 10^4 \text{ m}^3$  的多功能公园空间，除了娱乐和遗产，它还保护周围地区免遭洪水侵袭（图 4）<sup>[4]</sup>。

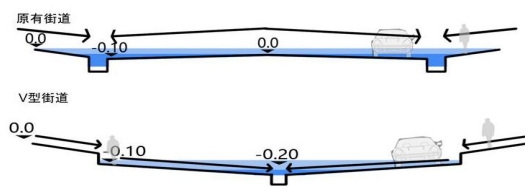


图 3 暴雨公式 V 型街道

Fig.3 V-shaped street from Cloudburst Formula

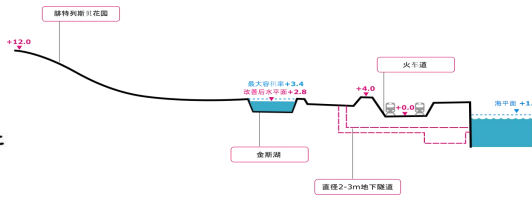


图 4 暴雨公式多功能金斯湖

Fig.4 Multipurpose Sankt Jørgens Lake from Cloudburst Formula

此外，WSUD 和 BGC 还致力于场所设计，打造多功能娱乐场地，如在公共区域可结合篮球场、渗透性铺装、开放式草坪和湿地公园，为市民提供休闲纳凉的场所。而用于输送雨水的绿色廊道可成为慢跑、步行和骑行路线。例如新加坡的璧山公园，在倾盆大雨的情况下，靠近河流的公园土地成为运输通道，能把暴雨雨水水带到下游，此外，公园还有三个冒险乐园，两家餐厅和亲水娱乐区域。璧山公园是对水敏感城市设计的应用，不仅能可持续的管理雨水，更是打造出人与社区和娱乐互动的空间，园内的路径也是绝佳的慢跑、步行和骑行路线。在 BGC 的案例中有鹿特丹的 Benthemplein 多功能水广场，游客可在广场坐下来放松，在下沉的室内玩滑板，下沉的室内也可以作为洪水的储存区域，从周围的街道上收集过多的暴雨径流。

科学的分析强调对现有场地进行分析并规划出有效的洪水路径，在由大规模到小范围的层次化设计中结合不同形态场景和自然景观减缓径流、吸纳洪水，达到城市雨洪可持续性管理目的。

### 4 结论

持续的暴雨是潜在的危害，也可以通过雨洪管理变成资源。可持续性城市雨洪管理通过利用科技、植被、地形控制、收纳和利用雨水。海绵城市作为可持续性城市雨洪管理的一种，属于新的城市建设模式，理论和实践尚处于探索和发展阶段。

基于各国的可持续雨洪管理理念和实践，借鉴内容主要归纳为以下几点：应当加强在可持续洪水管理设计中应从整体角度出发，建立完善的分析系统，杜绝盲目改造公园绿地、盲目填湖造地等；避免生搬硬套，根据各地区实际情况制定符合当地地域条件的专业技术指南；在海绵建设的过程中需要更多的理论技术研究和工程实践来逐步完善可持续性城市雨洪管理，不能操之过急，急于求成；利用层次化规划设计，建立健全的、相互关联的蓝绿色城市网络有效的管理城市雨洪；成立关于可持续性雨洪管理的研究中心和公共平台，促进研究和实践，发布相关信息，接受群众监督。

### 参考文献

[1] 伍业刚.海绵城市设计:理念,技术与案例研究[M].南京:江苏凤凰科学技术出版社,2016  
 [2] Fletcher T, Shuster W, Hunt W, et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage[J]. Urban Water Journal, 2014,12(7):525-542  
 [3] Bacchin TK, Ashley R, Sijmons D, et al. Green-Blue multifunctional infrastructure: an urban landscape system design new approach[C]. Sarawak, Malaysia: 13<sup>th</sup> International Conference on Urban Drainage, 2014  
 [4] Asla.org. 2016 asla professional awards[OL]. [2017-07-04]. [https://www.asla.org/2016 awards/171784.html](https://www.asla.org/2016%20awards/171784.html)