



# The Reference of Singapore ABC Water Plan to China's Sponge City: A Case Study of Singapore Interlaced Building

Hu Jiayu, Fan Xiaohui, Shu Yang\*

School of Urban Design, Wuhan University, Wuhan, China

## Email address:

178120029@qq.com (Hu Jiayu), 752363316@qq.com (Fan Xiaohui), y.shu@whu.edu.cn (Shu Yang)

\*Corresponding author

## To cite this article:

Hu Jiayu, Fan Xiaohui, Shu Yang. The Reference of Singapore ABC Water Plan to China's Sponge City: A Case Study of Singapore Interlaced Building. *Science Discovery*. Vol. 6, No. 6, 2018, pp. 471-476. doi: 10.11648/j.sd.20180606.25

**Received:** November 3, 2018; **Accepted:** November 26, 2018; **Published:** December 12, 2018

**Abstract:** In order to solve the increasingly serious water environment problems in Chinese cities, the concept of sponge city in China is being gradually applied in the process of urban construction, and needs to be optimized in practice. ABC water project in Singapore integrates three elements (water gathering elements, water treatment elements, transportation and water storage elements) into the source, path and direction of rain flood management in line with the water management strategy in the overall storm flood management. The site development of ABC water project includes urban surface environment such as circulation facilities, structures, vegetation, waterways, water bodies and other water collecting elements. Water treatment elements and water collecting elements complement each other and can be used to slow down, hold up and purify the initial rainwater. Water transport and storage elements mainly refer to water facilities such as waterways and water bodies, covering Singapore rainwater management network. Due to the different urban planning parameters and space configuration, each site will have different planning strategies. This paper takes the Singapore intersecting building as an example to study the coordination and reference role of ABC water plan in sponge city, and thus provides some enlightenment for the construction of China's sponge city.

**Keywords:** Water Environment, Sponge City, ABC Water Plan, Rain Flood Management, Water Area Management

## 新加坡ABC水计划对中国海绵城市的借鉴---以新加坡 交织大楼为例

胡嘉渝, 范效辉, 舒阳\*

武汉大学城市设计学院, 武汉, 中国

## 邮箱

178120029@qq.com (胡嘉渝), 752363316@qq.com (范效辉), y.shu@whu.edu.cn (舒阳)

**摘要:** 为了解决中国城市日趋严重的水环境问题, 本国的海绵城市理念正逐步运用在城市建设进程中, 并在实践中有待优化。新加坡ABC水计划, 在整体雨洪管理中配合水域管理策略, 将三种元素(集水元素、水处理元素、输送和储水元素)有机结合, 融入雨洪管理的源头、路径及去向。ABC水计划的场地开发, 包括城市表面环境如流通设施、构筑物、植被、水路、水体等集水元素。水处理元素与集水元素相辅相成, 可应用于减缓、滞留、净化初期雨水; 输送和储水元素主要指水路和水体等水设施, 覆盖新加坡雨水管理网络。而由于城市规划参数、各个空间配置不同, 每一个场地就会有不同的规划策略, 本文以新加坡交织大楼为例, 研究ABC水计划在海绵城市的协调借鉴作用, 进而对中国海绵城市建设有所启示。

**关键词：**水环境，海绵城市，ABC水计划，雨洪管理，水域管理

## 1. 引言

新加坡十年之久的ABC水计划建设经验，对中国正在实施的海绵城市理论与实践有借鉴作用。ABC水计划导则以制定较为系统的体系，并在提出后不断完善自身体系中存在的不足，最大程度上解决新加坡所存在的缺水问题。新加坡在水管理计划实践中日趋成熟，大到河流湖泊，小到雨水花园，水管理的设施与设计逐步覆盖全岛范围。文中涉及的交织大楼是新加坡ABC水计划的实际案例，以此为脉络，将ABC水计划的水域管理措施通过交织大楼逐步展开，分析海绵城市的实践优化问题。

## 2. 新加坡ABC水计划介绍

### 2.1. ABC水计划的含义、目标与意义

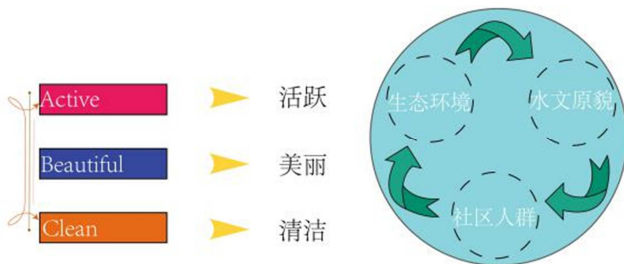


图1 ABC水计划概念图解（作者自汇）。

ABC水计划的含义如图1包含三个部分:A(Active)活跃,旨在在水体边打造宜居的生活、活动及休闲为一体的社区空间，并通过政府鼓励市民参与并共享；B(Beautiful)美丽，提倡将水环境打造成观水、戏水的可亲水活力空间，将水与公园、居住区和商业区等活动区的发展融为一体；C(Clean)清洁，旨在通过源头清洁、降低流速、雨水再利用等全局性的管理计划来提高水质，美化滨水景观，减轻缺水现状。

ABC水计划的目标最初是实现水源多元供给，应对国家的水资源匮乏问题，提出了加大集水区建设，最终把集水区扩大到全岛面积的90%，到2060年实现新加坡水源全面自给自足。近年来，新加坡已建立完整通达的水道网络，便将水计划的关注点转移到汇水区，并与城市空间设计相融合。从近年ABC水计划的完成情况，水计划的意义就不仅仅是解决新加坡存在的缺水问题，还在城市设计、人居环境、亲水空间等方面显现自然、宜居、活力的特殊意义。

### 2.2. ABC水计划的雨洪管理模式

雨洪管理模式主要指源头、路径、去向，概念图解如图2所示。源头表示形成雨水路径的位置即雨流的源头处理，解决方案主要有雨水收集和下沉,处理方式主要有屋顶绿化、垂直绿化、阳台、透水路面、地面绿化、滞留池、种植箱等；植被处理有澄清池、雨水花园、公园、农田、湿地等；路径是用于输送雨水的方法或途径，解决方案主要是雨水的输送和引流,处理方式主要是通过植被浅沟、引水渠、水路设施等；去向是雨流流向的地方，通过蓄水空间来解决,主要处理方式是蓄水池、湖泊及海洋等。

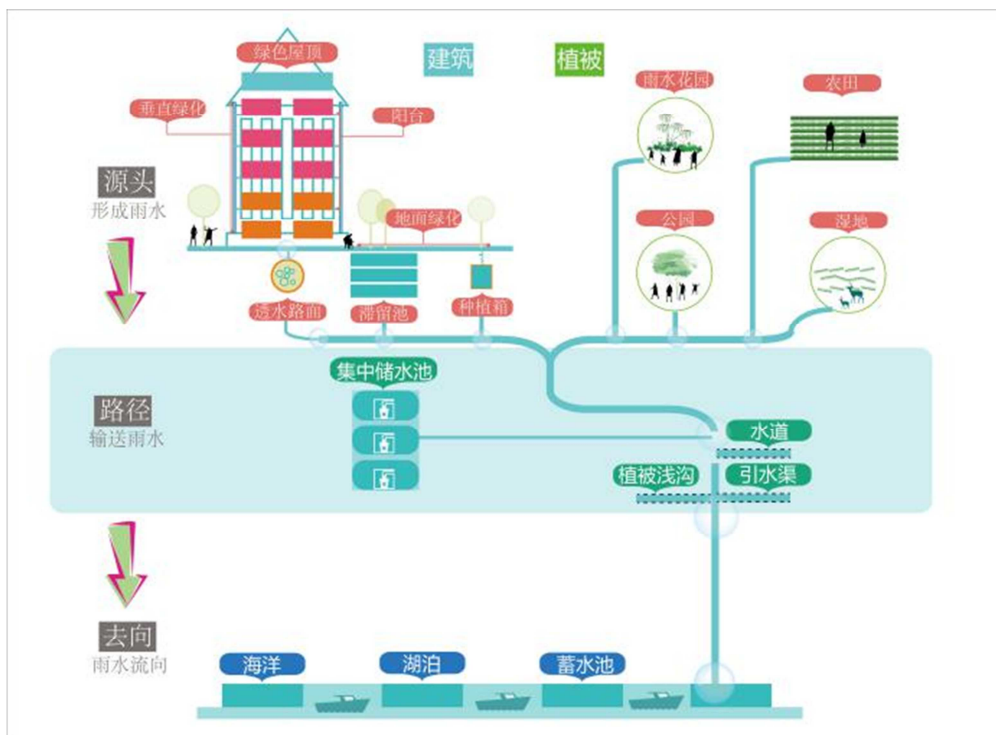


图2 整体雨洪管理系统（作者自汇）。

总的来说,雨洪系统既有整体又有局部,空间层次分明。整体是水计划形成的可持续雨水网络,局部是雨水网络中源头、路径、去向的节点。每一局部节点环环相扣,都会对系统的整体性产生明显影响,也为水的洁净、储存及再利用提供可能。

### 2.3. ABC水计划的水域管理策略

随着ABC水计划的推广及应用,雨水径流在进入河道或蓄水池之前将被暂扣和处理,以解决源头存在的水质问题。从本质上论,ABC水计划的管理策略有助于减小城市化对原始水文的影响,保障我们的河道和蓄水池的水质安全。新加坡为减少对原始水文影响,水域管理策略采用集水、水处理、输送与储水三种元素,充分为整个水系统的完善做准备。水域管理策略主要涉及技术领域,所有的元素处理都是一系列技术手段,辅助水计划达到优化效果,与后期维护管理截然不同。

水域管理策略三种元素中,集水元素贯穿规划策略和景观策略,涵盖广场和建筑等雨水技术处理问题,主要对象是绿色屋顶、阳台、种植箱、垂直绿化、车行道和人行道等技术层面;水处理元素在技术方面,可应用于减缓、滞留、净化初期雨水,其特点是高效、可持续以及友好于城市雨水管理环境,例如植草沟、生物滞留沟、沉淀池、人工湿地、植被浅沟等技术;输送和储水元素是对于新加坡发达的雨水网络而论,包括大约17个水库,32个主要河流和运河以及8000余公里排水管,主要技术是水路优化和土壤生物工程技术。

### 2.4. ABC水计划的项目运营与认证

ABC水计划的项目运营对象,包含开发者、政府和居民,PPP模式是运营的重点。私人开发者对水敏性开发项目感兴趣,在收益与政府期望达成共识后,便可整体规划及实施。然后新加坡公用事业局与私人开发者相互协作,

进行项目的设计、融资、建设、运营。PPP合作还需要居民加入,以实现可持续的雨水管理。

ABC水计划的认证也紧扣ABC的含义,每一部分都涉及评分内容。其中,活跃(30分)、美观(30分)、洁净(30分)和创新(20分),待认证的项目至少需获得45分,前3类每类得分至少为5分。被授予ABC认证的开发建设项目将会得到一定数额奖金,这既是经济激励,也是对项目的荣誉和专业的肯定,对项目而言将有更长远的意义。

### 2.5. ABC水计划的不足

ABC水计划无论是设计、技术、评审及后期维护都显示出极大的优势,而导则里也有少量未充分考虑的因素。一方面,是否首先确定资金问题。美国的LID低影响开发,在整个场地设计之前,先解决的是资金问题。将水敏性设计作为解决问题的出发点,资金必然是项目顺利开展的前提。

另一方面,ABC水计划详述了水设计的技术层面及管理层面,对于具体技术所要承担或者两种以上技术的拼合效果并未涉及。这也就要求设计师按照自己的理解去解决设计上存在的技术问题,不免会产生经济或设计上的不足。

## 3. 新加坡交织大楼水域管理策略

### 3.1. 新加坡交织大楼介绍

新加坡交织大楼如图3、4是新加坡一项备受瞩目的高尚公寓住宅综合体,由大都会建筑事务所(OMA)合伙人奥雷·舍人设计,于2013年建成。基地为81000平方米起伏地块,被Alexandra路和Ayer Rajah高速公路环绕,项目总建筑面积约为17万平方米,提供1040套不同尺寸的公寓以及开阔的室外空间和景观如图4,与Kent Ridge, Telok Blangah Hill及Mount Faber 公园连接形成9公里长的绿化带。



图3 新加坡交织大楼（来源于网络）。



图4 新加坡交织大楼（来源于网络）。



31栋住宅楼，每栋6层高，以六边形的格局相互交织，构成6个大尺度通透庭院。交织的庭院空间形成一个包括雨水花园、植被浅沟、生物滞留池及地面绿化共享空间，供社区人群亲水、戏水，打造活跃的社区氛围。屋顶及建

筑交织平台空间大量绿化，墙面垂直绿化，又有超过176种植物多样性选择，根源于ABC水计划的方式方法，打造美丽的社区环境。生物滞留池、多植物模仿自然生物群及水质安全保证，又为社区的清洁提供了保障。

### 3.2. 新加坡交织大楼对于雨洪管理模式的处理

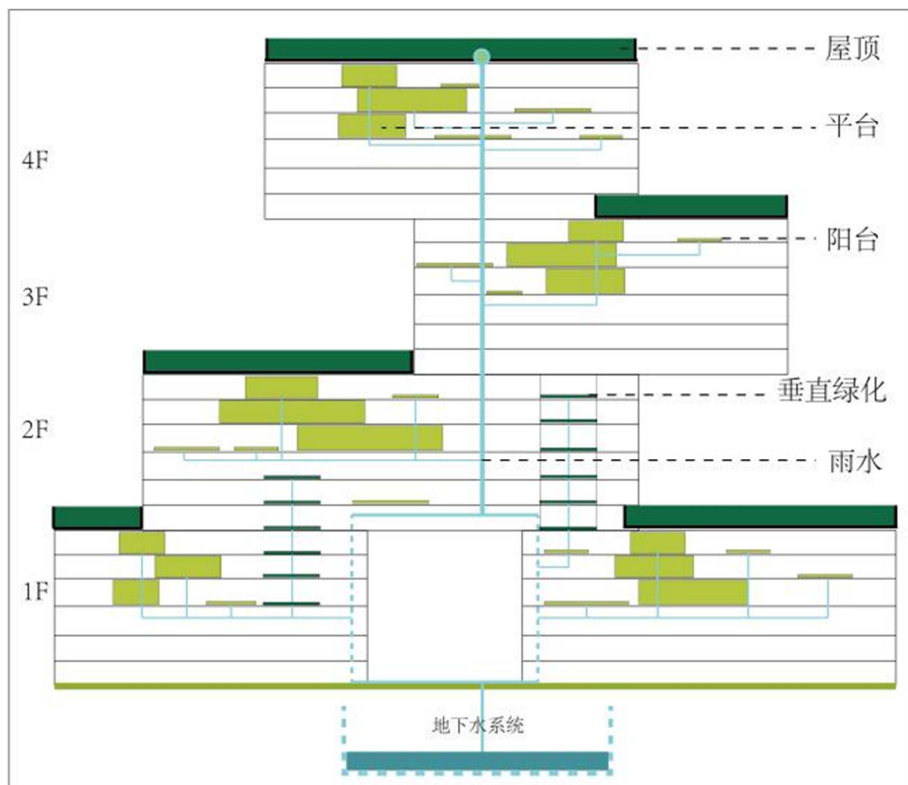


图5 交织大楼雨水流动示意（作者自汇）。

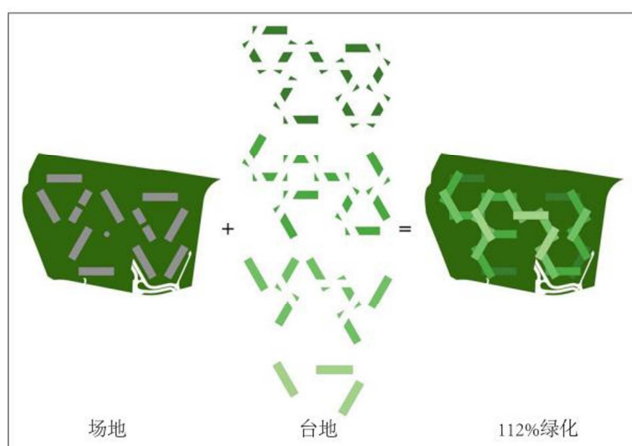


图6 最大绿化率（来源于网络）。

交织大楼源头处理中，屋顶绿化、平台绿化如图5及场地绿化相加，可达112%绿化率如图6，即绿化面积90720平方米；垂直绿化及原有建筑立面形成多立体层次，多个雨水花园、生物滞留池进一步增强源头处理效果。路径通过植被浅沟、水道，去向交织大楼下部的蓄水池及周边可

蓄水空间。源头、路径及去向的处理可谓井井有条，每一部分的节点配合都是经过精心设计。

### 3.3. 新加坡交织大楼采用的水域管理策略

交织大楼遵循ABC水计划水域管理策略，集水、水处理、输送与储水元素同时跟进。交织大楼场地的集水元素应用，向我们展示了大楼设计涉及到的集水管理策略。在高绿化的基础上，源头处理雨水成为可能，空间措施结合水域管理使得空间与水的配合更完美。

集水元素，包含屋顶绿化、垂直绿化、外观绿化及地面绿化。屋顶绿化，原本竖直的建筑体通过水平放置如图7并彼此搭建，屋顶空间得到释放，面积的增加使得屋顶绿化设计得到可能，屋顶绿化作为集水元素的一种方式得到充分运用。垂直绿化，具有大垂直面的各个位置绿色墙壁，丰富建筑立面并除去空气污染物。这些绿色的墙通过最小太阳能吸收，增强太阳能反射，从而减少建筑对空调的需要达到节省能源的目的。外观绿化，广阔的阳台也会增加绿化种植，还有助于减缓雨水径流的流量，减轻下游雨水渠的压力。建筑体交织位置形成局部空闲场地，也增加了外观绿化的丰富度，扩大了绿化的实际使用面积。地面绿化，将所有地面道路迁移到

地下层，进一步增加了社区的有效绿化覆盖，并增加了亲水空间的可能性。

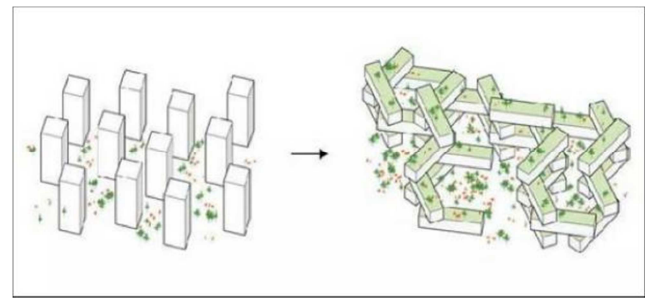


图7 体块生成（来源于网络）。

水处理元素，生物滞留池位于开发地最低点，靠近宠物区、游乐区等设施。雨水在进入公共排水沟之前对雨水径流进行滞留和处理，教育标志告知居民关于ABC水设施的功能，居民还可以在生物滞留池享受不同的植被。

输送与储水元素，主要运用植被浅沟。着庄园周边一侧的60米长的植被浅沟有助于减缓径流，并从水中清除枯枝落叶和沉积物。植被浅沟上的挑空走道允许居民和游客靠近，享受自然排水设施。在靠近人行道的休息区，人们可以停步、观察和欣赏绿化和水的美丽。总之，交织大楼场地的水域管理策略，都建立在ABC水计划的方式方法，即满足政府的倡导，又实际为社区人群提供了亲近水和植物的有效空间。

3.4. 新加坡交织大楼成果初步统计

用新加坡交织大楼总平面做底图，在AUTO CAD软件中进行描图，并将每一部分面积初步计算，可以得到如图8所示数据统计。图中表格表示各个分类占场地的百分比，其中建筑19.55%，道路15.97%，植被59.02%，水4.22%，球场1.24%；可得透水面积占比63.24%，不透水面积占比36.76%。

由此，可以看出新加坡交织大楼的规划策略已达到透水面积的最优化，不透水面积已尽量削弱。如果算上屋顶、平台绿化，植被绿化率达78.57%，可见ABC水计划的实践完成度较高，值得2014年获得“世界人居奖”。对于渗透后水的情况，交织大楼一部分水储存在地下蓄水池，一部分下渗到地下成为地下水，多余的雨水通过管道排到场地外的蓄水空间。

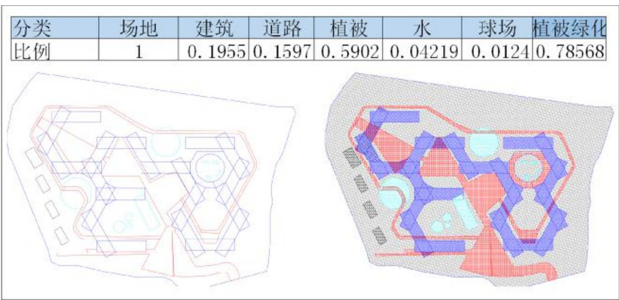


图8 新加坡交织大楼场地透水及不透水初步提取（作者自汇）。

4. 新加坡ABC水计划对中国海绵城市的借鉴

4.1. 中国水资源特点及城市洪涝灾害现状

中国水资源表现为人均水资源少，南北分布不均（南81%，北19%）及大陆季风气候（雨季暴雨多水，旱季干旱缺水）。在快速城市化的进程中，传统的城市规划重经济社会功能，轻生态环境背景，城市规划与建设阶段对城市水文问题考虑不足，城市设计没有有效地将建筑、场地与雨洪管理结合起来，加上城市排水的基础设施建设不足，城市内涝频发。2016年中国全力投入关于海绵城市建设的探索与实践，旨在从规划阶段，将规划、设计、技术与管理有机统一，缓解并解决日趋严重的城市水问题。

4.2. 新加坡ABC水计划技术层面对中国海绵城市的借鉴

新加坡属于城市国家，地域面积小，无论是水管理系统的建立，还是技术的实施操作都比较有效和便利。针对中国每一个省，每一个城市，ABC水计划的借鉴可操作性很强。中国海绵城市借鉴美国低影响开发的技术方面较多，具体实施也不断运用加强，而新加坡的ABC水计划在微观层面上要比低影响开发更为细致、更为深入。

水域管理集水元素，技术层面主要是建筑设计、场地设计及集水设施设计等，以交织大楼的水域管理模式为例，可以在建筑设计的层面上通过平面与造型设计增加屋顶和阳台面积，再进一步增加屋顶绿化和阳台绿化，结合垂直墙面绿化，增加建筑透水面；场地设计则根据场地的高程与汇水线走向，合理地布置地面绿化与水景，将水景设置在汇水低处，同时考虑绿化与水景的社会娱乐功能；集水设施设计是一系列集水网络的建立，由蓄水池到江河湖泊的城市水序列建立。水域管理水处理元素，针对的对象不同，水处理方法应另当别论。而植物多样性选择及生物措施，如沉淀池、生物滞留池、生物滞留沟、人工湿地、生态净化池等都是普遍可以借鉴并实施运用。另外输送与储水元素，水路是输送关键，水体是储存关键，尤其水路绿化、优化，土壤生物工程的借鉴必不可少。

从海绵城市的净化、滞留、沉淀、传输、渗透方面看，更值得借鉴ABC水计划的是净化、滞留和传输，主要是对污浊的雨水转变为干净能用的水资源。净化是对水质再利用的保证，如植物多样性的选择，如交织大楼选用上百种植物打造和谐的生态关系。滞留方面，主要应用在降低流速和过滤粗泥沙、创造栖息地、促进生物多样性、美化周边景观、自然过滤和净化雨水作用明显。滞留是用生物措施解决水问题，可借鉴ABC水计划的生物滞留池、生物滞留沟等技术措施。另一可借鉴方面是传输，新加坡国家面积较小，可操作性强是中国不能改变的，而水路、水体的传输优化确实可行。

4.3. 新加坡ABC水计划规划设计层面对中国海绵城市的借鉴

规划设计贯穿设计施工的前中后期，对于水域管理的介入，自然水域的保护，开发中的建设如何布局以及减少水问题可以具体操纵规划的具体方面考究得当。建筑及场地方面介入集水元素，社区方面介入水处理元素，城市方

面再介入输送与储水元素,在源头、路径及去向整个设计规划尊重原始水文,完成水域管理及雨洪管理的双重模式借鉴。

ABC水计划规划设计还会考虑充足的溢流排放能力、照明、标牌、无障碍设计、应急和救援预案、河道的特殊要求、植物的选择和严格的审查程序等具体方法;具体实施中,严格执行安全健康的施工环境,具体操纵规划的具体方面,保证质量完成程度等细节方面也可借鉴实施。

#### 4.4. 新加坡ABC水计划后期管理对中国海绵城市的借鉴

新加坡对于项目自身的评价系统,将直接关乎项目建设影响设计深度。蚊虫控制、安全审核、公众教育、提高个人责任意识、维修保养等后期管理,直接影响项目的自然系统、景观维护、生物滞留系统过滤层的土壤孔隙度、清洁和水利维护、具体清单等内容。对后期公共教育、社区参与共赢关系的呼吁,都是后期管理的双保险。另外新加坡水认证,评分标准中ABC各代表的活跃、美丽、洁净都有着严格的评分标准,也可以作为海绵城市后期评估参考。

新加坡之所以能够建立可执行的水计划,设计方面作为前提是必然的,后期管理方面是设计的延续。两者结合的管理策略,对我们海绵城市有借鉴意义,我们应该取其精华,在设计中优化,在后期管理中加强,才能更有效建设海绵城市。

## 5. 结论

针对中国水资源特点及城市洪涝灾害现状,新加坡ABC水计划的技术、规划设计及后期管理等有借鉴意义,从宏观到微观、理论到实践、政府到个人,都可以做到环环相扣、紧密相关。新加坡交织大楼结合周边管网并通过雨洪管理模式,进行自身水域管理,实现雨水、绿化的运用最大化,高质量完成了ABC水计划的各个指标,打造了宜居的人居空间。由小见大,规划设计的每一块场地都以高质量的目标完成并且场地之间有机统一,水资源就会得到充分利用,城市洪涝灾害现状也会逐步减轻。由此,中国的海绵城市会通过不断借鉴并在实践中完善,真正实现“海绵”的意义,继而与自然协调,与环境友好。

## 致谢

感谢国家自然科学基金资助项目(中国)(51508422)和武汉大学通识课项目(中国)(413200041)给予资金的支持。

## 参考文献

[1] 刘晔.ABC全民共享水计划-海绵城市在新加坡.城乡建设, 2017。

- [2] 赵雪媛.海绵城市\_视角下北京中心城内涝区场地优化设计研究.北京工业大学, 2016。
- [3] 李婷.新加坡建设海绵城市疏导有方标准严格.吉林日报, 2015。
- [4] 夏镜朗,崔浩.澳大利亚水敏性城市设计经验对中国海绵城市建设的启示.中国市政工程, 2016。
- [5] 张颖夏.美国低影响开发技术(LID)发展情况概述.城市住宅, 2015。
- [6] 海绵城市建设技术指南-低影响开发雨水系统构建.住房和城乡建设部, 2014。
- [7] 高洋,水敏性城市设计在我国的应用研究[D].哈尔滨工业大学, 2012.12。
- [8] 哈南A.,邱训平,毛红梅,澳大利亚评估暴雨径流、雨水、污水的新方法研究[J].水利水电快报, 2012,33(5):13-15。
- [9] 车伍,张燕,李俊奇,刘红,何建平,孟光辉,汪宏玲.城市雨洪多功能调蓄技术[J].给水排水, 2005, 09: 25-29。
- [10] Wong, T. H. F. and Eadie, M. L. Water Sensitive Urban Design—A Paradigm Shift in Urban Design [C]. Proceeding of the Xth World Water Congress,12–17 March 2000, Melbourne, Australia.
- [11] Dreiseitl H., Grau D.(著),高枫(译)水敏性水敏性创新设计(Planning, Building and Design with Water & Water-Scapes Innovation)[M],辽宁科学技术出版社,沈阳, 2014.3。
- [12] Dunphy, A, Beecham, S, Jones, C. Confined Water Sensitive Urban Design Stormwater Filtration[C].10th International Conference on Urban Drainage, Copenhagen/Denmark, August 2005: 21-26.
- [13] Lloyd S D. Cooperative Research Centre for Catchment Management Technical Report 01/7[DB/OL]. Melbourne Australia: Water Sensitive Design In the Australian Context: A synthesis of a Conference. 2000 , 8 .(<http://www.catchment.crc.org.au/pdfs/techni-cal200107.pdf> 2001-08/2010-05.)
- [14] Beecham, S. Water sensitive urban design and the role of computer modeling International[C]. Conference on Urban Hydrology for the 21st Century.WMO/UNESCO, Kuala Lumpur, Malaysia.2002: 21-4.
- [15] 周晓兵.城市景观规划设计中的雨水控制利用研究[D].北京建筑工程学院, 2009。
- [16] 李彤,牛品一,顾朝林,弹性城市研究框架综述[J],城市规划学刊, 2014,5:23-31。
- [17] 林姚宇,陈国生, FRP 论结合生态的城市设计:概念、价值、方法和成果[J].东南大学学报(自然科学版),2005,7:205-213。
- [18] Folke C. Resilience: The Emergence of a Perspective for Social-Ecological Systems Analyses [J] . Global Environmental Change, 2006, 16:253–267.