

以实施为导向的海绵城市规划设计

——从顶层规划、设计指引到实施方案的几个实践案例与方法探讨

张晓梅 李德民

广州市设计院集团有限公司

摘要：本文以实施为导向，列出了作者所见到的海绵城市规划建设中的常见问题，结合实际案例，探讨从控制性详细规划阶段、设计指引到实施方案等各个不同阶段中，海绵城市规划的主要内容、设计要点和特色营造方法，以期与海绵城市规划与实施更好结合提供参考。

关键词：海绵城市规划；径流控制率；指引；绿色设施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.21.010

引言

背景综述：

随着城市发展水平的提高，我国逐步加重低碳、生态等品质的提升，海绵城市理念应运而生，从2013年12月，习近平总书记在中央城镇化工作会议上，提到“要建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市”以来，至今已近10年，期间全国海绵城市的建设蓬勃发展，推进生态文明的理念和原则全面融入城镇化过程。

在当前的背景下，海绵城市规划要如何才能更好的适应的城市更新与城市生态修复的要求？如何制定切实可行的海绵城市建设指标、为项目作出可行性强的规划指引，以使海绵城市建设融入各级规划中，令其按目标有序推进，成为规划编制的一个值得研究的问题；为此，在这里结合笔者近几年参与的几个海绵城市规划实施案例，探讨一下从实施角度如何进行海绵城市相关的规划设计。

一、当前海绵城市规划与建设的问题与研究分析

（一）当前海绵城市规划与建设的问题表现

近年来，在各级政府部门高度重视下，海绵城市建设得以大力推广，海绵城市理念在全国得到了普及，为生态文明建设提供了重要抓手，但同时，在实施过程中涌现了各种各样的问题，主要表现为以下几点：

1. 部分海绵城市建设规划目标单一，径流控制率等指标一刀切，没能根据地块的属性和特色分别制定对应的指标；容易导致实施时阻力较大；部分具体项目实施难度和成本较高，于是在指标落地的过程中，有些项目出现了“只做面子，不做里子”的现象，实施与规划目标的执行脱节，造成了建设实施与规划的初衷背离。

2. 规划流于概念化、模块化，高大上，但缺乏对场地特点的深入研究，部分规划缺乏水文方面的计算以及基础数据支撑，存在规划与实际严重不符合等情况，也缺乏有针对性的实施策略和技术手段指引；

3. 部分地区海绵城市建设推广尚未深入普及，部分项目的实施人员，尤其是一线的施工设计人员、检查监督人员等经过简单培训就要上岗，对海绵城市建设的理论以及实施方法尚未理解到位，导致实施效果与海绵城市建设的真正目的发生偏差；

（二）问题分析与国内外雨水管理方式借鉴

为了解决洪涝频发、水体黑臭、生态退化等城市水问题，世界各国的城市对雨水管理方式的进行了不少研究实践：如美国的LID（低影响开发）、英国的SUDS（可持续城市排水系统）、澳大利亚的WSUD（水敏感性城市设计），荷兰阿姆斯特丹的“耐雨”城市计划等等，简介如下。

美国的低影响开发（Low Impact Development, LID），是20世纪90年代末发展起的暴雨管理和面源污染处理技术，旨在通过分散的，小规模源头控制来达到对暴雨所产生的径流和污染的控制，使开发地区尽量接近于自然的水文循环。

英国的可持续排水系统（Sustainable Urban Drainage Systems, SUDS）：主要综合考虑城市环境中水质、水量和地表水舒适宜人的娱乐游憩价值，由传统的以排放为核心的排水系统上升到维持良性水循环高度的可持续排水系统；

WSUD是澳大利亚对传统开发措施的改进，它强调通过城市规划和设计的整体分析方法减少对自然水循环的负面影响和保护水生生态系统的健康。WSUD认为城市的基础设施和建筑形式应与场地的自然特征一致；

荷兰阿姆斯特丹的“耐雨”城市：通过优化城市空间形态、发展绿色基础设施降低城市内涝的影响。建设“耐雨”城市需要所有居民和单位机构的参与^[1]。

我国的海绵城市设计，从2014年以来，借鉴了多国的经验，已形成了自己的一套规划、建设与实施管理系统；其中，海绵城市规划是海绵城市建设中的重要环节，为海绵城市建设提供了有效抓手；而实践中表现出的各种问题，既有规划上的原因，也有其他各环节的原因；本文主要结合笔者参与的几个案例，主要从源头治理和实施方面，来探讨海绵城市规划环节相关的几个阶段：分别是对应控制性详细规划阶段的顶层规划、设计指引、面对具体地块的规划实施方案阶段。

二、海绵城市规划各个阶段的实例探讨

（一）以《中新广州知识城海绵城市建设顶层规划与实施方案》^[2]为例，探讨对应控制性详细规划阶段的海绵城市规划设计方法

中新广州知识城（以下简称知识城）位于广州市区东北部，黄埔区北部，用地总面积约123平方公里，其中城市建设用地约61平方公里。

1. 本次规划的工作内容主要面对城市建设用地，包括九大部分：

- （1）综合评价海绵城市建设条件
- （2）确定海绵城市建设目标和具体指标

确定知识城海绵城市建设目标（主要为雨水年径流总量控制率），明确全区近、远期要达到海绵城市要求的面积和比例，结合本地特色提出海绵城市建设的指标体系。

- （3）提出海绵城市建设的总体思路

项目主要为城市新区、各类园区、成片开发区以目标为导向，优先保护自然生态本底，合理控制开发强度。以城市建设和生态保护为核心，在城市尺度上构建“山、水、林、田、湖”一体化的海绵城市。

(4) 技术方案

结合国办文件和指南要求等因素，确定径流总量控制率指标，待建及在建地块将年径流总量控制率分解到排水分区，落实到各类型地块；通过模型方案的对比，优选出初步实施方案，对不同类型地块的海绵设计指引给出量化的依据；对区域海绵设施的布置数量及规模给出模型依据；通过模型模拟对重点区域面源的水体水量控制提出量化的控制依据。

(5) 雨水管理工具箱

根据对项目各类本底条件分析及确定的模型方案，结合国内外先进技术与案例说明，归纳出适合知识城项目使用的低冲击开发设施，从而为本方案与工程建设实施衔接提供了重要参考。

(6) 分解落实径流控制率总体目标

将本方案的径流控制率总体目标，分类落实到不同性质的用地地块上。同时，结合省市相关文件，列出海绵设计建设项目分类指引，并给出分类地块海绵二级控制指标表；对各类典型地块海绵工程设计，给出典型案例参考。

(7) 提出海绵城市规划措施

提出海绵城市规划措施，并提出与城市道路、排水防涝、绿地、水系统等相关规划相衔接的建议。

(8) 近期建设规划

(9) 提出规划保障措施和实施建议

2. 项目设计特点

(1) “活水之城、生态明溪”（净化、补充、调蓄三位一体的生态自然水系）：利用知识城先天完善的生态系统，丰富的绿地水系资源，丰沛的雨水资源，打造一套既能净化雨水、对景观水体（包括湖水）进行补充，又能调蓄超标暴雨的部分雨水的生态水系；注重自然溪道的保护与微改造，遵循“连山向水、绿廊聚文”的设计原则，把溪流引入城市，以生态溪道的明排水解决城区内涝、促进雨水自净和提升生态景观功能。

(2) 技术特点：本次规划是对之前项目已有的侧重对低冲击开发的空間研究的补充完善，并为用地在海绵城市方面提供控制指标支撑；在水文方面，通过SWMM模型和QUAL2K模型研究，给出知识城地块的雨水管理控制技术方案；计算模拟了源头高、中、低密度设施的不同方案进行比选，并结合知识城高新技术产业较多、自然本底较好的特点以及实施的可行性，最终选取了源头高密度控制+分散式调蓄设施+生态末端设施的方式来达到海绵城市的总体控制目标。项目采用LID的源头控制解决雨污合流溢流问题，采用区域性处理设施解决高密度市区的初级雨水问题，使项目开发前后的水文条件一样。

在规划指标的分配上，为了更推进容易实施，结合项目实际情况，根据排水分区和汇水分区细分片区控制指标，同时结合不同用地性质来确定用地的海绵城市专项指标，在满足上位规划的同时，最大程度避免了整个片区指标一刀切的情况。例如，在实现整体区域平衡的前提下，拉开了工业用地和学校、公园绿地的年径流总量控制率指标差距，而非全部用地平均分配等等。

(3) 注重规划的落地性和可操作性，积极利用新

材料技术来帮助目标实现；除了在用地指标分配上考虑项目的特性之外，为了更好的达成整体规划目标，在规划文本中设置了“雨水管理工具箱”这一章节，工具箱里介绍了一些在国内乃至国际都较为先进的生态雨水管理工具，例如多级生物滤池系统、河岸的喷淋过滤系统、重力流湿地、特色生物浮岛等；这些设施及设计方法的引入，可以在海绵城市的具体实施中发挥景观与生态效益，彰显知识城的国际视野。

(4) 在规划管控上，除了结合广州市实际情况给出规划保障措施建议外，还介绍了“他山之石”，例如提出一站式的“海绵管家”服务模式，提供从组织制度建设、技术审查、设计辅导，到施工、运维指导的全程咨询服务模式。

项目规划至今已数年，在落地过程中虽然仍有不足之处，但在规划范围内涌现了不少具体实施的示范案例，专项规划得以有效推进；在这个项目中，充分研究项目特点，再结合数据支撑分析、实施指引和有利的规划保障措施，可以有力引导规划实施落地。

(二) 以《广州市中小学校园设计全要素指引》^[8]中的“校园海绵城市设计”专章为例，探讨海绵城市设计规划指引编制的方法；作为中小学校园设计全要素指引中的一个章节，设计指引目标是给广大的对海绵城市不太了解的业主、建设方以及设计、施工和监理一个基础认识以及预期达到的效果示例，同并介绍一些基础方法；所以在指引的编制中，更注重表达的直

观、文字的简洁和通用易懂，采用了图文并茂的方式；同时也在众多的海绵城市设计指引和方法中，结合广州地区学校的特点，筛选出适用的方法和示例，以帮助使用者快速的解决项目建设过程中会碰到的问题。指引主要分为五大章节：一、中小学校雨水问题：对传统的雨水系统和海绵型的雨水系统，做了图解介绍；二、适合广州校园使用的常用海绵设施介绍：采用了设施概念解释+分类方式+适用部位+特点介绍的格式，图文结合，例如图1；三、校园海绵城市设计要点：将学校的户外场所进行分类，在各个细分的类别中，分别给出名词解释、设计要点，典型布局方式、具体适用设施、成功实施案例等几个部分，并用图片的方式给出了常见错误示例，务求实用；四、雨水管理监测系统：介绍了智慧海绵的一个基础模式，提示了海绵城市建设的实施后评价的必要性；五、后期管理维护：指出后期管理维护是海绵城市基础设施是否能长期正常运行的关键，介绍了常用源头海绵设施的维护方法。

这个指引跨越了学校海绵城市建设的全生命周期，试图把海绵城市的一些较书面化的名词解释和操作原理，直观的呈现在专业与非专业人士面前，用以解决前述项目落地偏差大的问题。

(三) 以《广钢公园海绵城市规划与实施方案研究》为例，探讨面向具体地块的海绵城市规划设计的要点

广钢公园位于广钢新城范围内，规划范围约35公顷。场地内现存的工业遗产是广州市工业发展的宝贵印记，具有极高的历史价值、科技价值、社会价值和艺术价值。目前公园分布内有5处重金属土壤回填阻隔回填区。公园整体位于连接花地河和珠江后廊道的组团级生态廊道上，承担着重要的生态联通作用。

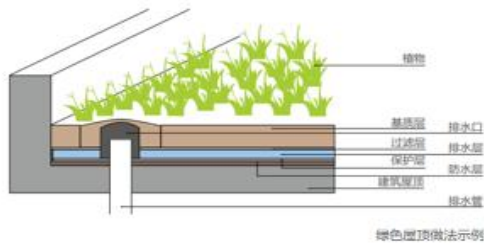
1. 主要工作内容，包括两大部分：

(1) 规划层面

4.1.2 适合广州校园使用的常用海绵设施介绍 *Sponge City Facilities in Guangzhou Campus*

绿色屋顶

- 以植物为主要覆盖物，配以植物生存所需要的营养土层（植被种植层）、蓄水层以及屋面植物根系阻拦层（保护层）、排水层、防水层（保护层）等共同组成屋面系统。
- 适用部位：绿色屋顶适用于符合屋顶荷载、防水等条件的平屋顶建筑和坡度15°的坡屋顶建筑。



绿色屋顶做法示例

- 绿色屋顶又分为简单式和花园式。基质深度根据植物需求及屋顶荷载确定，简单式绿色屋顶的基质深度一般不大于150mm，其特点是低养护免灌溉。



简单式绿色屋顶



简单式绿色屋顶实例

- 基质深度根据植物需求及屋顶荷载确定，花园式绿色屋顶在种植乔木时基质深度可超过600mm。其特点是可以用作公共休憩空间，需经常维护和灌溉。

图1 绿色屋顶设计指引 资料来源：作者自绘+网络图片搜集

以广州海绵城市建设相关规划为依据，遵循广州市海绵城市建设要求，综合评价海绵城市建设条件，基于土地利用规划，提出适合本项目的海绵城市规划建设策略与空间布局方案。

在此基础上确定广钢地块海绵城市建设目标（主要为雨水年径流总量控制率），结合项目情况把上位规划的海绵城市建设指标分解至具体地块，并参照住房城乡建设部发布的《海绵城市建设绩效评价与考核办法（试行）》提出全区要达到海绵城市要求的海绵设施面积和比例建议，为下一步设计阶段提供依据。

(2) 实施层面

在相关的地块景观规划设计方案基础上，根据规划层面预设的海绵城市设计目标，结合生态廊道研究、工业遗产保护、建筑与景观布局、地下空间布局等因素，提出项目地块的海绵城市设计实施策略与方案，按设计指标计算建议地块海绵设施规模、布局，选出适合广钢项目使用的低冲击开发设施，从而为本方案与工程建设实施衔接提供了重要参考，使方案具有更强的“落地性”。

2. 项目设计特点

(1) 保护与改造相结合

现有地块中，有需要严格保护的工业遗存18处，海绵设施布局需要避免对工业遗存的破坏，同时又要满足广州市海绵城市设计的相应要求，充分发挥公园绿地海绵系统的雨水控制管理作用。

(2) 生态修复与城市建设相结合

场地前身是广州钢铁厂的加工区与备料区，对原有生态环境破坏较大，土地自身雨水调蓄功能较差，因此，结合地块建设，重建绿地与景观水体，利用地区丰沛的雨水资源，打造一套既能净化雨水，对景观水体进

行补充，又能调蓄超标暴雨的部分雨水的净化、补充、调蓄三位一体的海绵生态系统，是本次设计的重点。

在经过对现场的实施调研后，以解决土壤重金属污染问题和生态恢复为主要目标，提出了从水生态、水环境、水安全、水资源、水文化五个角度出发的海绵城市设计策略，并按这个策略给出了示例性设计；规划提出了“以废治废”的方式，建议利用工业废渣来净化雨水这一思路，为公园的海绵城市建设提供了一个特色方向。

结语

海绵城市的规划建设方法是多种多样的，而以指导实施为目的的规划才能够有始有终，才能为城市建设提供有力的支撑；海绵城市专项规划，与城市规划的各个阶段相互对应，相互衔接，相辅相成；对项目进行充分调研，为项目提供真实有效的数据支撑和水文计算分析，了解项目特色，因地制宜地开展规划设计，是做好海绵城市专项规划的必要条件；在系统化全域推进海绵城市建设的今天，希望以上的各个案例的规划思路和方法，能为海绵城市的规划实施提供一点参考。

参考文献

[1]王君、张晓昕、魏保义. 荷兰阿姆斯特丹洪涝风险管控策略及启示上海城市规划》[A]上海城市规划. 2021年(04).

[2]《中新广州知识城海绵城市建设顶层规划与实施方案》，编制人：余年、张晓梅、张月恒、陈茜、熊炜等。

[3]何镇泰. 基于海绵城市建设理念的城乡规划设计优化研究——以东莞市寮步镇海绵城市专项规划项目为例[J]. 未来城市设计与运营. 2022(09): 6-9.