

海绵建设在建筑与小区中应用的探讨

田慧云

桂林建筑规划设计集团有限公司

摘要：海绵城市建设理念从试点到示范，逐步进入全域推进海绵建设的发展时期。建筑与小区项目中，常用的海绵设施，或者称为低影响开发雨水控制及利用设施，贯彻“蓝”、“绿”、“灰”结合的理念，以“绿”为主，以“灰”为辅。本文结合目前广西地区，主要是南宁市、桂林市海绵建设状况，通过建设条件、运行效果、综合造价、维护管理等方面对常用的海绵设施进行比选，探讨海绵设施利用的经验和不足，提出选取建议。

关键词：海绵城市；海绵设施；低影响开发雨水控制及利用

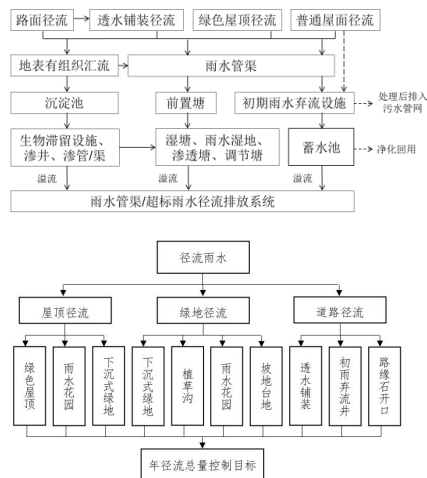
【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.02.001

引言

习总书记在多次会议中要求“建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市”，2015年10月，《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发〔2015〕75号）要求，到2020年20%城市建设区要满足海绵城市要求，到2030年80%城区满足海绵城市要求。通过海绵城市建设，综合采用“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施，最大限度减少城市开发建设对生态环境的影响，将70%（此数据按各地区各类型项目的具体要求）的降雨就地滞纳和利用，确保海绵城市建设面积不减少，并逐步提升。从2015年起国家地方各类标准措施的发布实施，到2023年6月，全国累计三批，总计60个海绵城市建设示范城市的诞生，海绵城市建设充分印证了“起步就要提速，开局就要争先”的速度。笔者通过近几年接触的实际项目概括总结，简单探讨一下民用建筑与小区类项目中常用海绵设施的选择、建设、维护管理与运营。

海绵城市建设理念从2015年开始提出至今，从试点到示范，逐步进入全域推进海绵建设的发展时期。山、水、林、田、湖、草、沙与人一样，是生命的共同体，是人类生存不可或缺的元素。通过城市规划建设的管控，“源头减排、过程控制、系统治理”，采用“渗、滞、蓄、净、用、排”等技术措施，统筹协调水量与水质、生态与安全、分布与集中、绿色与灰色、景观与功能、岸上与岸下、地上与地下等关系，控制城市降雨径流，减少城市开发建设对原有自然和水生态的影响，使城市像“海绵”一样，在适应环境变化、抵御自然灾害等方面有“弹性”。并且明确了海绵城市包含了“蓝”、“绿”、“灰”三个层次的基础设施建设。海绵理念的范畴之广，涵盖了民用建筑、部分工业建筑、市政工程、水利设施工程、生态系统维护改造等方面。从项目类型上，包括建筑与小区、城市道路、城市绿地与广场、城市水系四大类，笔者从身边的建筑与小区项目入手，探讨一下海绵建设在实际工程中的应用。

建筑与小区项目中，常用的海绵设施，或者说低影响开发雨水控制及利用设施，典型的流程示意图如下：



低影响开发设施的选择应结合项目实际情况因地制宜、经济可行、方便有效。首先，应充分结合土地现状条件及地形地貌情况，合理进行规划布局及竖向设计，优先利用原有自然条件，如现状湿地、水塘、沟渠等，利用原有地形走势，高低错落间，将雨水控制、净化、调蓄设施消化在地势高差之间，尽量避免重复的开挖回填等土方工程。其次，建筑、道路、园林景观平面布局充分考虑海绵要求，在地面（包括屋面）硬化区域附近预留消纳雨水径流的普通绿地、下凹绿地、植草沟、雨水花园等设施位置，建筑屋面在原有硬化屋面的基础上，适当规划一定比例绿色屋面，在源头控制雨水径流。再次，景观布置时，选择合理的位置设置景观水池、雨水花园等兼顾景观及调蓄功能的低影响开发设施，充分利用下凹绿地、植草沟等条件，让雨水径流速度变缓，增加土壤入渗回补量，去除污染物，控制后的雨水径流错峰进入雨水管渠，实现雨水控制的目的。

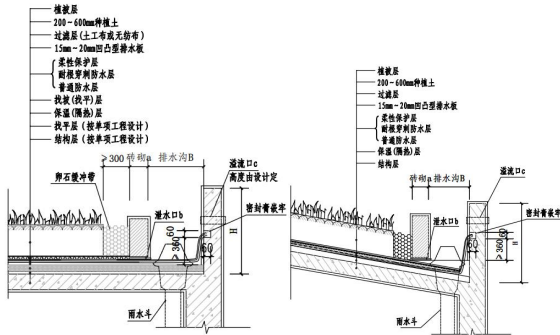
海绵建设在建筑小区内通过采用低影响开发设施的方式体现，贯彻“蓝”、“绿”、“灰”结合的理念，以“绿”为主，以“灰”为辅，应尽可能避免为了“海绵”而“海绵”，为了指标，大量增设“灰色”构筑物，以实现指标控制，这与海绵建设的初衷不相符合。因此海绵建设的落地标准和执行，是各级行政主管部门和规划设计单位都需要认真思考和不断摸索的过程。海绵建设是个降低人类开发活动对自然生态影响的过程，实现人与自然的和谐发展，是人类一直努力的方向。

结合目前广西地区，主要是桂林、南宁等城市的情况，常用低影响开发及利用设施通过建设条件、运行效果、综合造价、维护管理等方面情况汇总如下：

1) 绿色屋顶：绿色屋顶分为绿色屋顶和简易式绿色屋顶两类。绿色屋顶在规划时期就应该明确，在单体建筑的结构设计时，应当预留相关荷载，建筑设计时，

须加强防水做法。绿色屋顶的施工对屋面防水工程质量要求较高，后期的维护费用也相对较高。目前实际工程中，住宅类公共屋面通常建筑面积不大，且需要布置太阳能热水设备或光伏发电设备，可利用面积有限，故较少采用绿色屋顶。公共建筑类平屋面，除主要功能设备占地外，有充足的建筑面积布置绿色屋顶，即达到景观美化的效果，还能起到一定保温隔热的作用，公共建筑建成后，通常有专业的物管公司或运营公司进行维护管理，故适宜采用绿色屋顶。简易式绿色屋顶的建设造价估算在100-300元/m²左右，绿色屋顶的建设造价估算在400-900元/m²左右，建设各方可以根据实际需求选择采用。

绿色屋顶的典型构造如下图所示：

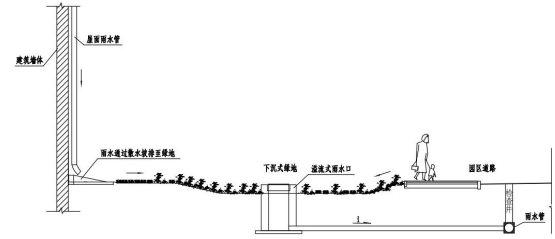


2) 透水铺装：透水铺装大致上有透水混凝土、透水沥青、透水砖、植草砖几类。透水铺装的优点是不需要改变规划建筑原有平面布局，仅需要进行下垫面处理和材料更换，即可增加铺装位置的透水率，满足雨水入渗回补需求。透水铺装在与建筑与小区项目中，尤其是更新改造项目中，应用广泛。其中，透水混凝土根据混凝土标号的不同，常用C20、C25、C30标号，造价有所不同，南宁市透水混凝土的估算参考价格在80-150元/m³，另外市场上的彩色透水混凝土，更加适应现在为健康理念建设的人行步道、骑行绿道等功能和美观需求，广受各方好评。建成后的透水铺装位置应保持路面清洁，避免泥土垃圾堆积，安排维护人员定时巡视，及时发现破损、不均匀沉降等问题，若透水情况不良，可采用高压水流冲洗法或压缩空气冲洗法等进行透水性能恢复。透水铺装运行效果较好，维护管理也较为简单，普通的环卫工作即可实现。

3) 下凹绿地：下凹绿地顾名思义，就是绿地处地势比别处低，呈现下凹，利于周边雨水汇入其中，又因其下方一般为原状土壤，透水性良好，截留控制污染效果较好，并且与普通绿地相比，初次投资上差别不大，故在广西桂林等地区的实际项目中应用最广。成本估算参考价格是60-100元/m²。但下凹绿地的不足也正是由于地势低洼，若原土土质情况不好，渗透性差，则易形成积水，影响环境条件，且影响绿地上植物的生长。为避免这些状况出现，应在设计前进行地质勘察，根据原土的类型、渗透率参数等条件，详细复核计算，确定雨水截留量和入渗量，确保积水在36小时内可完全入渗。下凹绿地内的植物选型要考虑实际情况，种植适应能力强，能快速生长，种植一次能多年观赏的、性喜湿润并耐水的植物，比如鸢尾、地被月季、八宝景天、黄杨、

红叶石楠、杜鹃、铃兰等。

下凹绿地的典型构造如下图所示：



下凹绿地投入使用后，需要保持绿地内清洁卫生，避免泥土垃圾堆积，管理人员可定时巡视，及时发现问题，暴雨后积水宜在1天内及时入渗或排除，若长期积水会造成植被坏死等状况，需要及时补种替换，并查找积水原因。维护管理相对容易，但需要园林绿化类相关人员进行操作。

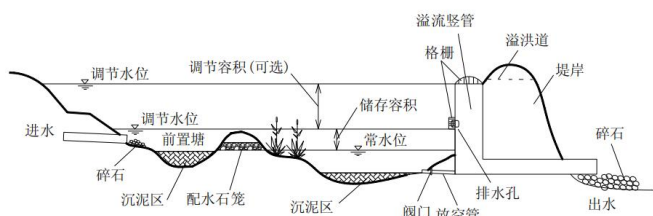
4) 生物滞留设施：生物滞留设施分为简易生物滞留设施与复杂生物滞留设施两种。简易生物滞留设施竖向分为两层，首先是蓄土层，根据种植植物种类不同一般高度100-200mm，然后是种植土层，草本植物种植土层厚度不小于600mm，灌木种植土层厚度不小于900mm，乔木种植土层厚度不小于1200mm，简易生物滞留广泛应用于小面积汇流的径流雨水处理，一般常用在低等级宽度1.5米左右的道路绿化带处。无路缘石的路面雨水，或虽有路缘石但路缘石上开孔的路面雨水汇流至简易生物滞留设施，实现径流控制及污染物去除。成本估算参考价格在200元/m²左右。复杂生物滞留设施与简易生物滞留设施适用条件相当，但复杂生物滞留设施竖向分层上，在生物过滤介质之下，增加了300mm厚碎石垫层，可根据土壤渗透能力的实际情况，设置渗排管，满足渗透雨水的及时排除。成本估算参考价格在300-400元/m²左右。实际上采用哪一种生物滞留方式，可根据勘察的实际土壤情况，判断选择。

生物滞留设施建成后，应保持生物滞留设施内环境卫生，安排人员定时巡视，及时发现问题。暴雨1-2小时内雨水应及时入渗或排除，不产生积水。维护管理相对容易，费用适当。

5) 湿塘：湿塘指具有雨水调蓄和净化功能的景观水体。雨水同时作为景观水体的主要补水水源。湿塘有时可结合绿地、开放空间等场地条件设计为多功能调蓄水体，平时发挥正常的景观及休闲、娱乐功能，暴雨时发挥调蓄功能，实现土地资源的多功能利用。湿塘一般由进水口、前置塘、主塘、溢流出水口、护坡及驳岸、维护通道等构成。进水口和溢流出水口会设置碎石、消能坎等消能设施，防止径流雨水或管道雨水对池底的冲刷和侵蚀。前置塘是湿塘的预处理设施，可以沉淀径流中大颗粒的污染物，起到雨水初步净化的作用。池底一般为混凝土或块石结构，便于清淤。前置塘根据规模大小和设置位置的实际情况，选择是否需要设置清淤通道及防护设施。驳岸形式以生态软驳岸为主，沉泥区容积根据清淤周期和汇入的径流雨水SS污染物负荷确定。主塘一般包括常水位线以下的永久容积和储存容积两部分，永久容积水深一般为0.8-2.5m；储存容积根据所在

区域需要调节的容积和规划指标设计计算确定；具有峰值流量削减功能的湿塘还包括调节容积，调节容积应在暴雨结束后的24-48h内排空。主塘与前置塘间设置水生植物种植区（雨水湿地），主塘驳岸基本为生态软驳岸，前置塘周边种植耐冲刷植物，主塘底部可种植耐水湿植物，通过多类型多颜色植物的配置，打造出丰富的景观效果。湿塘的估算参考价格在200-800元/m²左右。不同的建设条件，景观要求，整体造价差别较大，可根据具体项目的实际情况，选择适当的做法。

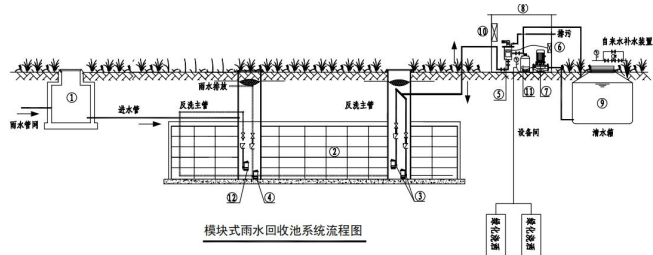
湿塘的典型构造如下图所示：



湿塘建成后，要保持雨水调蓄和净化功能，管理和运行维护工作量相对较大，需要根据实际情况，不定时的开展疏通清淤工作，恢复调节和储存功能；岸边和水生植物，水底经常淹没区植物，要根据养护情况，不定时的开展补种工作。这些工作都需要专业人员来操作处理，故后期维护费用相对较高。若业主方无此方面管理人员或预算投入，需谨慎采取湿塘这种海绵设施。

6) 雨水收集池：雨水收集池按照主体材质不同分为三类，钢筋混凝土蓄水池、玻璃钢蓄水池、PP模块蓄水池。径流雨水由雨水管网汇集后，经过初期雨水弃流装置（弃流井）后进入雨水收集池。若雨水收集池仅用于雨水调蓄，错峰排放，则为雨水调蓄池，洪峰后24小时内，启动内置的排水泵清空水池。若雨水收集池收集的雨水回收用于绿化浇灌及景观补水等，则为雨水回用池，回用池内雨水需经过自然沉淀、过滤、消毒，达到景观环境用水水质标准GB/T 18921后，再进行回用。市场估算参考价格，钢筋混凝土蓄水池为800-1800元/m³，玻璃钢蓄水池1200-2500元/m³，PP模块蓄水池1500-3000元/m³，可根据项目的实际情况，如资金、工期、运行效果等综合考虑，选择适合的做法。

模块式雨水回收系统的典型构造如下图所示：



收集池投入使用后，因蓄水放空均采用水泵提升排放，会增加电费支出；收集池需要专门的人员管理，按要求及时排放，增加人工费等支出；雨水携带较多泥沙和杂质，运行一段时间后，会产生沉降堆积，需要及时清淤，保持调蓄容积，增加管理支出；提升或其他设备损坏后也会带来设备更换等额外支出。综合来说，收集

池后期运行管理及维护费用较高，若管理不当，会变成失去调蓄功能的废水池。用作景观回用的水池，在缺水地区效果较好，但在天然水资源丰富的地区，回用水制水成本高，且水质无法达到自来水的标准，用于绿地喷灌时经常堵塞喷头。鉴于以上各种情况，笔者建议在有其他更好选择的情况下，不优先采取此种海绵设施。

自2015年海绵建设试点实施以来，国家标准、地方标准都在相继制定和更新，各地区相关政策、地方执行标准也陆续出台。海绵建设在实施过程中，有经验也有不足，走过为“海绵”而“海绵”，过分依赖灰色设施，海绵专项方案简单、措施单一，仅为满足指标计算，而忽略了实际使用效果和后期运行维护的弯路，在很多方面值得各相关部门和相关单位认真思考和不断的探索。要切实的把利国利民的政策推进下去，落在实处，发挥应有的作用。又要不断的总结经验教训，及时发现问题及时整改，不断探索海绵设施长期运行维护的各种模式和办法。思考如何因地制宜的进行海绵建设，如何长期有效的发挥海绵设施径流控制、去除污染的作用。回答好海绵设施谁负责建设、谁负责管理、谁负责运营维护，如何发挥海绵效果，如何标准和量化等问题。

结束语

海绵建设是一项长远的工程，建设不在一时一刻，效果也不会立竿见影。人类的发展，城市的开发建设，对大自然的影响在逐步的显现出来，所以才必须因地制宜的采取一些措施，缓解方方面面的不利影响，这是个漫长的过程。海绵思路只是其中之一，通过不断的宣传学习，让大众逐步接受“海绵”的思路，海绵是广泛的，包含山、水、林、田、湖、草、沙，包含江河湖泊治理，排洪调蓄、流域治理、生态修复等方面，不是只有门前的草地，路上的铺装，把“海绵”在大众认知上带进窄胡同里。在技术上逐步改进，在各层级管理制度上日趋完善，各方通力配合，把海绵建设做在实处，做出成效，并把成果保持下去。往小了说，就比如在建筑与小区项目中，让海绵的理念融合在建筑与小区的规划、设计、施工、使用各个进程，发挥低影响开发的积极作用，为“节能、节水、低碳、减排”探索一条不同的道路。

参考文献

- [1] 《低影响开发雨水控制利用-基础术语》，GB/T 39599-2020；国家市场监督管理总局等，2020-12-14。
- [2] 《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年10月。
- [3] 《南宁市低影响开发雨水控制与利用工程施工、仅供验收及效果评估技术指南》，南宁市城乡建设委员会，南宁市海绵城市与水城建设工作领导小组办公室联合发布。
- [4] 《广西海绵城市建设技术指南》-建筑与小区雨水控制利用技术，广西住房和城乡建设厅，2017年12月。
- [5] 《海绵城市设计施工要点及常见问题》，中国城市规划设计研究院，2023年7月。