

# 浅谈海绵城市设施中下沉式绿地的常见问题及设计优化

□ 覃敏贵 张建治

**[摘要]** 本文简述了海绵城市建设的在国内的发展现状,指出建筑小区海绵城市设施中下沉式绿地在工程项目中存在的若干常见问题,分析问题原因,并提出解决方法和优化建议。

**[关键词]** 海绵城市; 下沉式绿地; 雨水调蓄

**[文献标识号]** A **[中图分类号]** TU985.12 **[文章编号]** 1672-7045(2019)08-93-04

海绵城市是指城市能够像海绵一样,在适应环境变化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,需要时将蓄存的水“释放”并加以利用。海绵城市建设应遵循生态优先等原则,将自然途径与人工措施相结合,在确保城市排水防涝安全的前提下,最大限度地实现雨水在城市区域的积存、渗透和净化,促进雨水资源的利用和生态环境保护。常见的海绵城市设施有下沉式绿地、透水铺装、绿色屋顶、雨水花园、植草沟、雨水收集池、景观水体等。

经过借鉴澳大利亚水敏感性城市设计、新西兰低影响开发城市设计以及美国、日本等国家的经验,我国于2013年正式提出海绵城市的概念及要求,随后推行相应的技术指南(试行)。2015年,南宁市作为国家第一批试点城市,率先对海绵城市建设进行了探索及实施,并制定了相关的设计导则、图集、验收指南等地方标准。即便如此,因海绵城市建设是一项专业涉及面广、系统工程复杂的技术,目前仍处于初级发展阶段,在规范体系不完善、技术经验匮乏的情况下,在实施过程中难免出现各类问题。笔者在回访南宁市海绵城市建设工程中发现,建筑小区海绵城市设施在使用过程中存在诸多问题,如下沉式绿地长期积水、植被成活率低、透水铺装潮湿长青苔、雨水回用系统出水水质差等。其中下沉式绿地因其建设及维护成本较小、可灵活集中或分散布置、调蓄能力强、可有效去除径流污染物等优点,被设计、业主等工程人员大力推广应用,其工程占比较大,

因而发生问题的频率也较高,现通过研究设计图纸及施工效果,总结如下几点问题及优化方法。

## 1 汇水面积设计计算不准确

下沉式绿地在设计降雨量条件下的最大调蓄容积,与汇水面积有直接关系,而汇水面积又受场地竖向标高、周边建筑功能布置、海绵设施配套工程等内容影响,其中一项设计不当,便会降低设施的实际调蓄量,进而降低整个场地的年径流总量控制率。

目前,国家及地方的各项技术标准仍在不断完善中,现有标准仅对下沉式绿地设施提出了技术要求,而未对与之相对应的汇水面积提出标准化要求,加之项目情况千变万化,设计人员很容易忽视汇水面积的准确性,做出不合理的设计。通过技术分析,总结出影响汇水面积准确性的几个问题,并给出解决方法。(见图1、图2、图3、表1)



图1 屋面雨水断接措施



图2 路缘石开口措施

表1 影响汇水面积准确性的问题分析表

序号	问题名称	问题分析	解决方法
1	未结合场地标高设计计算	计算时,将下沉式绿地的下游标高场地纳入汇水面积,实际下游场地雨水无法流入下沉式绿地	考虑场地竖向标高,将下沉式绿地设置于汇水面的最下游,确保汇水面积内的雨水能够全部重力流入下沉式绿地
2	未结合场地功能布置设计计算	下沉式绿地周边的道路、构筑物等,拦断了雨水的径流路径,使设计汇水面积内的雨水无法流入下沉式绿地	(1)当雨水径流路径被道路阻隔时,采取路缘石开口的措施;(2)当被构筑物拦断时,设置植草沟、管渠等雨水传输措施,将设计汇水面积内被拦截的雨水引流至下沉式绿地;(3)当无法采取措施时,设计汇水面积应扣除该区域面积
3	屋面雨水未断接	设计汇水面积内的屋面雨水管道底部未采取断接措施,管道收集的雨水直接排入小区雨水管网,而未进入下沉式绿地进行调蓄	(1)在屋面雨水立管底部采取断接技术,并设置效能设施;(2)当采用断接技术仍无法解决时,设计汇水面积应扣除该屋面面积

表2 各种土壤层的渗透系数

土壤层	土壤渗透系数 (m/s)	土壤孔隙率	田间持水量
砂土	$> 8.83 \times 10^{-5}$	0.43	0.17
壤质砂土	$1.70 \times 10^{-6} \sim 1.70 \times 10^{-5}$	0.44	0.09
砂质壤土	$7.20 \times 10^{-6} \sim 1.70 \times 10^{-6}$	0.45	0.14
壤土	$3.70 \times 10^{-6} \sim 7.20 \times 10^{-6}$	0.47	0.25~0.32
粉质壤土	$1.90 \times 10^{-6} \sim 3.70 \times 10^{-6}$	0.5	0.28
砂质黏壤土	$1.20 \times 10^{-6} \sim 1.90 \times 10^{-6}$	0.4	—
黏壤土	$6.35 \times 10^{-7} \sim 1.20 \times 10^{-6}$	0.46	0.32
粉质黏壤土	$4.23 \times 10^{-7} \sim 6.35 \times 10^{-7}$	0.47~0.51	0.3~0.37
砂质黏土	$3.53 \times 10^{-7} \sim 4.23 \times 10^{-7}$	0.43	—
粉质黏土	$1.41 \times 10^{-7} \sim 3.53 \times 10^{-7}$	0.47	—
黏土	$3.00 \times 10^{-7} \sim 1.41 \times 10^{-7}$	0.32	—

表3 下垫面土壤层工艺要求

序号	原土情况	工艺措施
1	原土渗透系数满足 $2.8 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ~ $1.0 \times 10^{-4} \text{m/s}$ 时	采用原土回填,并参入15%腐殖土以满足植物生长需求
2	原土渗透系数不满足 $2.8 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ~ $1.0 \times 10^{-4} \text{m/s}$ 时	改良原土,参入20%细砂及15%腐殖土
3	当原土为煤渣、垃圾填埋、受污染土等劣质土时	置换原土,一般为70%~80%粗砂,10%~15%细砂及15%腐殖土

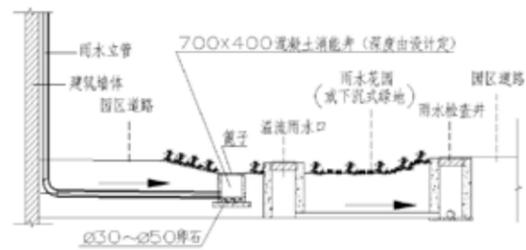


图3 跨路式雨水断接示意图

导致下垫面土壤渗透能力不满足要求。另外,现行地标图集对土壤层的技术要求未做详细规定,也间接导致了问题的发生。结合上述情况,笔者提出在设计时,应结合项目的地质勘察资料(含土壤渗透系数),根据不同的地质条件,采取不同的技术措施:当原土透水能力满足要求时,采用原土回填以节约建设成本;当原土透水能力不满足要求或原土为劣质土时,应通过改良或者置换原土的方法以满足土壤层透水能力的要求。(见表3)

## 2 土壤层透水能力不足

海绵城市的核心理念为对雨水的“渗(渗透)、滞(滞留)、蓄(调蓄)、净(净化)、用(利用)、排(排放)”,下沉式绿地作为一项应用率极高的海绵措施,具有“渗、滞、蓄、净”等功能,同时要求能在停雨后24h内排空调蓄雨水(最大不超过36h)。这就要求下沉式绿地的下垫层满足一定的级配及透水性能,《广西海绵城市建设技术指南》中要求,具有雨水调蓄和净化功能的绿地,其土壤入渗率要求为 $10 \text{mm/h} \sim 360 \text{mm/h}$  ( $2.8 \times 10^{-6} \text{m/s} \sim 1.0 \times 10^{-4} \text{m/s}$ )。

下沉式绿地积水时间过长,会降低植被的成活率,增加园林维护成本,影响小区景观品质,甚至会使调蓄的雨水水质恶化,不仅达不到净化雨水的功能,还会影响小区居民的卫生健康;另外,积水还会降低下沉式绿地的调蓄功能,再次降雨时,因实际可利用调蓄容积减少,部分设计被调蓄的雨水通过溢流设施,将恶化的积水一并带入城市雨水管网,造成不利的环境影响。经调查,南宁市大部分地区土质为黏土,黏土的透水性能远低于下沉式绿地的要求(见表2)。目前,设计人员对下沉式绿地下垫面的设计,均只简单索引图集,未根据项目地质情况,因地制宜地提供对应的土壤工艺措施,

## 3 未采用耐旱、耐涝植物

下沉式绿地内的调蓄雨水一般要求在停雨后24h~36h排空,因此设施内的植物要满足耐旱、耐涝、净化雨水、低维护等要求。部分项目采用马尼拉草、朱瑾、龙吐珠、红花羊蹄等,此类植物在水湿情况下存活率达到90%以上,但在水淹情况下存活率均低于25%,导致下沉式绿地在运行一段时间后植被大量枯死,不仅影响小区景观环境,还降低了下沉式绿地的污染去除能力。

解决方法:工程人员可参考2016年4月出版的《海绵城市工程实用手册》“南方地区常见的耐水耐旱植物一览表”设计选用植物种类,以满足下沉式绿地的技术要求。其他地区的工程应根据当地的标准或实践经验,采用符合当地条件的植物。

## 4 绿地下沉深度过大

下沉式绿地的深度直接影响该设施的雨水调蓄容积,深度过浅,不能充分发挥其调蓄能力;深度过大,又增大其下垫面的渗排负荷,导致蓄水排空时间过长,影响景观效果、植物生长及环境卫生等。海绵城市各项技术标准、图集中规定下沉式绿地下沉深度不宜超过200mm。部分项目因场地受限,盲目加大下沉式绿地深

度,人为提高调蓄容积以满足场地年径流总量控制率,下沉深度设计为250mm~400mm,对下沉式绿地的使用和维护带来了非常不利的影响。

解决方法:应按下沉深度不超过200mm实施。针对绿地面积较少、场地空间受限的项目,可采用多种海绵设施相结合,如采用绿化屋顶、透水铺装等较为经济有效的设施降低雨水径流量,采用雨水回收池等设施进行雨水调蓄,多项设施相互作用,以满足场地年径流总量控制率及污染削减率的控制要求。

## 5 未结合建筑总平及园林景观设计

海绵城市设计需要多专业相互配合才能实现其技术性能和环境美观性能。根据目前项目实施情况,大部分建设单位将海绵城市建设作为独立子项,单独发包给海绵设计单位设计,加之项目设计周期较短,海绵设计单位、土建设计单位及园林设计单位之间缺乏充分沟通协调,导致海绵设施与建筑总平冲突,甚至设施中设置有园林小品及园林步道,造成下沉式绿地实际调蓄容积减少,并影响建筑总平规划及园林景观的使用功能。

解决方法:作为海绵城市建设的技术先行者,海绵城市设计人员应承担起牵头协调的责任,引导工程参建各方重视海绵城市的建设和实施效果,做到分专业、分单位但是不分家,各专业之间做好紧密协调,主动与建筑总平、园林专业沟通,避免专业冲突。

## 6 溢流口设置不合理

溢流口应按汇水面积的设计重现期降雨量设计,设置数量不足,雨水溢流排水速度慢,造成场地积水内

涝;设置数量过多,又造成建设浪费。另外,部分项目溢流口设置高度不准确,直接影响下沉式绿地的实际调蓄容积。

解决方法:应根据下沉式绿地的汇水面积、设计重现期进行雨水量计算,再根据溢流口的排水能力选定设置数量;安装高度应结合下沉式绿地的有效容积确定,必要时绘制安装大样图,避免施工错误。

## 7 未按要求设置渗排系统

下沉式绿地分简易型和复杂型,简易型不含渗排系统,复杂型含渗排系统。通常情况下,设置在实土区域的下沉式绿地,只要其下垫面土壤层满足透水能力要求,可不设渗排系统。近年来,为充分利用地下空间,建筑小区地下室在规划许可范围内越做越大,实土绿地则越来越少,下沉式绿地设置在地下室顶板覆土上也成为较为常见的技术措施。部分此类项目未设置渗排系统,调蓄雨水不能在规定时间内渗透排放,影响植物生长及顶板结构安全。

解决方法:应按要求设置渗排系统,使调蓄雨水能在24h内渗透排空,系统应有定期维护、保养技术措施,保证其生命周期内的渗透能力。

## 8 未按项目地址对应的控制率计算容积

南宁市年平均径流总量控制率的设计依据《南宁市海绵城市规划设计导则》《南宁海绵城市总体规划》《南宁示范区海绵控规》《南宁五象新区海绵城市专项规划》等。各城区地块的指标控制要求均不相同,部分项目未根据项目地址准确选用设计依据,选定的控制率指标

略有偏差，导致下沉式绿地的设计容积不满足行政规划指标要求。

解决方法：按照项目所在的区域，选择对应准确的控制指标进行设计，当遇到同个区域在不同依据中要求不一致时，原则上可按指标严格的要求执行。最直接、准确的方法是咨询当地建设主管部门，以主管部门批复的要求为准。另外，南宁市海绵城市建设控制规划指标文件过多，也间接导致了容易发生错误的设计，建议主管部门协调统一各项规划文件，以便技术人员更方便、准确地执行。

## 9 结语

海绵城市建设是国家近年提出的新概念、新要求，即使经历了数年的实践，仍处于初级探索阶段，技术标准不够完善、实践经验不足是目前技术人员面临的主要问题。要善于研究、积极与省内外同行交流学习、吸取国外先进经验、不断总结项目经验，提高对海绵城市技术措施的理解和运用技能。设计时要结合地方规划政策、深入了解业主诉求，各专业充分配合实施，才能充

分发挥其雨水控制利用的技术性能和环境友好的美观性能，为推进海绵城市建设发挥技术力量。

### [参考文献]

- [1]GB 50400—2016，建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范[S].
- [2]住房和城乡建设部. 海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）[Z]. 2014-10-22.
- [3]南宁市规划管理局. 南宁市海绵城市设计导则（试行）[Z]. 2015-08-13.
- [4]广西壮族自治区住房和城乡建设厅. 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（试行）[Z]. 2017-07-25.
- [5]南宁市城乡建设委员会，华蓝设计（集团）有限公司. 南宁市海绵城市建设技术——低影响开发雨水控制与利用工程设计标准图集（试行）[Z]. 2015-05.

### [作者简介]

覃敏贵，主任工程师，南宁市建筑设计院。

张建治，总工程师、高级工程师、注册公用设备工程师（给水排水），南宁市建筑设计院。