

“海绵城市理念”在工业园区中的应用研究

——以广州某仓储物流园区为例

刘月

广州市水生态建设中心

摘要:以仓储物流类工业园区项目为研究对象,通过问题及需求分析,结合现状基本情况,提出了海绵城市建设方案。有效缓解了城市内涝对生活生产造成的不利影响,也为海绵措施在仓储类物流园区的应用提供了一种可行的思路和方法。

关键词:海绵城市; 仓储物流; 工业园区; 径流

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.10.072

一、引言

近来,海绵城市作为深入贯彻习近平生态文明思想,解决城市内涝的水资源管理方法,在全国范围内引起了广泛的讨论与实践。随着海绵城市建设的全面推进,海绵式仓储物流园区已成为物流类建筑小区项目的建设必选项,而仓储类物流园一般位于城市工业区,相比其他类型城市用地,其不透水面积更大,建筑物集中,绿地面积较少^[1]。当遇到强降雨时,由于不透水面积较大,导致地表径流快速汇集,排水管网超负荷运作,甚至引发洪涝灾害^[2-4]。本文将广州某示范物流园区建设项目为例,对海绵城市理念在物流类建设项目中的应用进行分析、研究,以期满足战略发展、生态保护的需要,解决城市内涝,为我国海绵城市建设提供借鉴和思路。

二、项目背景及基本情况

该实例位于花都大道以南,大广高速以东,项目属低纬地区,为亚热带季风气候,雨量充沛,年内平均降雨量为1569mm,主要集中在4-9月,全年分布不均匀,夏季强降雨较多,雨水峰值流量大,地下水位在1.2-3.5m之间。项目规划用地面积为34883.34m²,总建筑面积为57256.94m²,计入容积率面积85326.68m²,建筑容

积率2.58,建筑密度64.91%,绿地面积3341.77m²,绿地率9.58%。项目园区底层自上而下为第四系新近填土层、第四系冲积层、残积层和基岩。

三、项目海绵城市建设总体思路

(一) 设计思路

利用低影响开发设施对项目园区内雨水进行“渗、滞、蓄、净、用、排”等方面的设计,构建源头、过程段好末端全过程管控的分散型海绵系统,全面落实海绵城市建设要求,保护河湖水系等自然生态本底,高标准建设低影响开发雨水设施,提高对径流雨水的控制率,在一定程度上缓解区域水安全、水环境、水资源、水生态问题,提升城市韧性和可持续性。

(二) 设计原则

项目园区海绵城市建设设计原则为:规划引领,贯穿融合上层城市总体规划、专项规划,落实海绵城市建设理念;尊重现状,结合城市排水系统,按照地形合理规划汇水分区,使开发建设后的水文特征接近开发前,充分利用地形重力排水,减少管道埋深;问题导向,客观分析评价海绵城市建设条件及问题,合理确定海绵城市建设目标和指标,科学制定海绵城市建设设计方案;因地制宜,结合项目水文地质条件、内涝防治等要求,选择合适的海绵技术,科学合理布局海绵设施。

(三) 建设目标

综合《广州市海绵城市专项规划(2016-2030)》《广州市建设项目海绵城市建设管控指标分类指引(试行)》《广州市空港经济区海绵城市建设规划(2019-2030)》等相关规划及规定,同一指标有不同规定时,取严值,具体海绵城市建设目标见表1。

表1 项目海绵城市建设目标

指标	广州市海绵城市专项规划 (2016-2030)	广州市建设项目海绵城市 建设管控指标分类指引	空港经济区海绵城市 建设规划	设计 目标值	指标类型
年径流总量控制率	≥77%	≥70%	≥77%	≥77%	约束性
设计降雨量	32.8		32.8	32.8	
年径流污染削减率	—	—	≥50%	≥50%	约束性
绿地率	—	—	≥15%	≤20%	约束性
绿色屋顶率	—	≥60%		≥60%	鼓励性
硬化地面室外可渗透地面率	—	≥40%		≥40%	约束性
透水铺装率	—	≥70%	≥70%	≥70%	约束性
单位硬化面积调蓄容积	—	500m ³ /ha	—	500m ³ /ha	约束性
下沉式绿地率	—	≥50%	≥50%	≥50%	约束性

(四) 设计流程

项目园区海绵城市建设设计流程如下:以径流总量

控制为目标,采用容积法核算径流控制量,确定设施规模,提出总体布局方案,从而全面改善提升项目园区水

环境、水安全、水生态状况。

四、项目海绵城市建设总体方案

(一) 雨水径流路径

依据项目园区现状地形，绿地覆盖率较低，且多分布在低处。依据项目的竖向和排水组织关系，排水方向整体为建筑及道路雨水排向周边外围绿地，项目园区分为两个汇水分区，具体如图1所示。下垫面统计表，具体如表2所示。

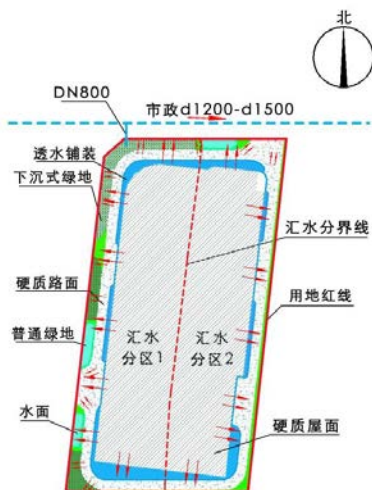


图1 雨水径流组织图

(二) 设计径流控制量计算

根据《海绵城市建设项目技术指南》，采用加权平均法计算项目综合雨量径流系数。项目分为2个汇水分区，总面积为34883.34m²。各类下垫面雨量径流系数为：屋面0.9，硬质路面0.9，透水铺装0.25，普通绿地0.15，下沉绿地0.1，水面1.0。经计算，汇水分区1和汇水分区2的综合径流系数分别为0.77、0.83，场地综合径流系数为0.80。

通过容积法计算总设计径流控制量，具体见公式1。其中本项目设计降雨量取53.69mm，经计算，本项目总设计径流控制量为1498.52m³。

设计径流控制量=10×设计降雨量×综合雨量径流系数×汇水面积 (1)

(三) 设施选择与技术流程

1. 海绵设施

① 透水铺装

透水铺装作为雨水源头控制措施，具有良好的径流控制效能，其构造从上到下依次为面层、找平层、基层、底基层和原位土^[5]。项目园区场地内人行道、停车场、景观道路等均采用透水铺装，透水铺装地面透水面层采用成品透水砖。

② 下沉式绿地

下沉式绿地通常是指具有一定地表径流调蓄能力的绿地空间，为了能够让降雨期间在绿地及周边区域所产

表2 项目各类下垫面统计表

汇水面类型	屋面 (m ²)	硬质路面 (m ²)	透水铺装 (m ²)	普通绿地 (m ²)	下沉式绿地 (m ²)	水面 (m ²)
汇水分区1	11505.09	3243.10	1291.39	259.98	1840.27	373.8
汇水分区2	11225.74	3265.76	1010.49	672.72	0	195.00

生的地表径流向绿地中心或其他绿地中的特定区域进行汇集^[6]。典型的下沉式绿地结构为：绿地高程低于路面高程，雨水口设在绿地内，雨水口低于路面高程的绿地并高于绿地高程。项目园区内下沉绿地高程低于周边路面高程20cm，以利于周边道路雨水径流的汇入。室外道路排水口移到绿地内，雨水溢流口比绿地高15cm。下沉式绿地边缘设置路缘石，便于雨水顺利流入。

③ 景观调蓄池

景观调蓄池与湿塘功能相似，有平地景观雨水调蓄池，也有喷泉景观雨水调蓄池。景观雨水调蓄池构造、外形等结合建筑风格、园林景观等一气呵成，相互融入，既能达到景观整体效果，又能起到雨水调蓄作用。

④ 雨水罐

雨水罐多用于雨水控制的源头削减阶段，主要用于收集屋顶雨水，经过过滤设施后达到净化雨水的作用，并将屋顶雨水储存利用，从而有利于区域径流总量的控制。

2. 总体布局

系统考虑项目园区景观设计、建筑布局、市政设施，结合场地竖向及周围区域雨水设施的衔接需求，场地内外围绿地设计成下沉式绿地、雨水花园、景观雨水调蓄池等设施，考虑采用植草沟、景观水系及管线输送、消纳、滞留雨水径流。园区无大容量汽车经过的路

面、停车场、步行及自行车道均设置透水铺装。屋顶雨水通过汇流引入雨水罐及周边的绿地进行水质净化。超出设计降雨量对应的径流控制量的雨水，通过溢流口以溢流形式有组织地排放至市政雨水管网，具体如图2所示。海绵设施分布统计表如表3所示。

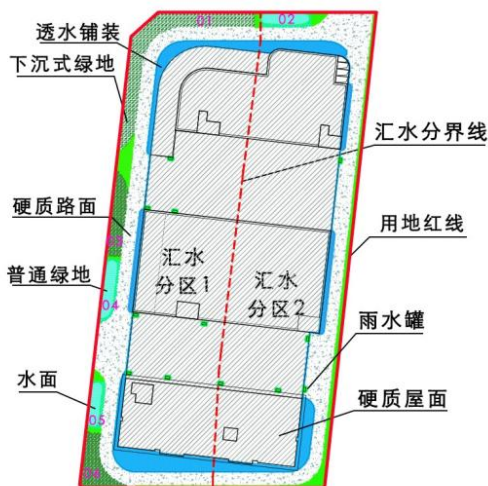


图2 海绵设施布局图

表3 海绵设施分布表

汇水区	设施类型	面积 (m ²)	平均有效水深 (m)	海绵设施调蓄容积 (m ³)
汇水分区1	下沉式绿地1	1085.85	0.2	217.17
	下沉式绿地2	344.2	0.2	68.84
	下沉式绿地3	410.22	0.2	82.04
	景观雨水调蓄池1	204.4	3	613.2
	景观雨水调蓄池2	169.4	3	508.2
	雨水罐1	—	—	5.6
汇水分区2	景观雨水调蓄池3	380	3	585
	雨水罐2	—	—	4

(四) 海绵指标复核计算

1. 单位硬化面积调蓄容积校核

项目园区内硬化面积包括硬化路面和硬质屋面，合计2.92公顷，建设下沉式绿地、景观雨水调蓄池、雨水罐等调蓄设施合计2084.05m³，其中下沉式绿地、景观雨水调蓄池、雨水罐容积折减系数分别取0.8、0.7、1.0，则实际调蓄量为1498.52m³，每平方米硬化面积调蓄容积为513.2m³/ha，符合《广州市建设项目雨水径流控制办法》中新建建设工程硬化面积达1万平方米以上的项目，除城镇公共道路外，单位硬化面积调蓄容积不应小于500m³/ha的要求。

2. 下沉绿地率校核

项目园区内下沉式绿地面积为1840.27m²，绿地总面积为2772.97m²，下沉式绿地率为66.36%，满足要求。

3. 透水铺装率校核

项目园区内透水铺装面积为2301.88m²，透水铺装率为80%，满足要求。

4. 硬化地面室外可渗透地面率校核

硬化室外可渗透面积包括自然裸露地面、公共绿地、绿化地面、镂空面积大于或者等于40%的镂空铺地（如植草砖）以及透水砖、透水沥青和透水混凝土。项目硬化地面室外可渗透率为41.76%，满足要求。

5. 年径流总量控制率校核

根据《广州市海绵城市专项规划》中年径流总量控制率与设计降雨量关系曲线，采用内插法可得到海绵设施布设后项目年径流总量控制率为92.33%，满足要求。

6. 径流污染率削减校核

项目雨水通过透水铺装、景观雨水调蓄池，根据《海绵城市建设技术指南》和《广州市海绵城市专项规划（2015-2030）》，透水铺装污染去除率（以SS计）取值80%，景观雨水调蓄池污染去除率（以SS计）取值80%，对海绵设施的污染去除率和面积加权平均，计算得到项目平均径流污染削减率为80%，根据年径流污染

削减率=年径流总量控制率×海绵设施平均径流污染削减率，则项目径流污染削减率为73.85%，满足要求。

结论

综上所述，在仓储类物流园区引入海绵城市建设理念，布设海绵设施，可从源头上有效实现径流雨水减排，尽最大可能使开发建设后水文特征接近于开发前，充分发挥绿地、铺装及水体对雨水的吸纳、滞蓄及缓释作用，协调修复水生态系统，对于促进城市发展具有重要意义。

参考文献

[1]李珊珊.不同LID设施组合对工业区的雨洪控制效果及综合评价[D].安徽理工大学,2021.
 [2]Aneeqe Ahmed, Farooq Amir.Study of rain water harvesting potential in an industrial area using stormwater management model (SWMM V 5.0) -a case study of Quaid-E-Azam Appareal Park, Sheikhupura, Punjab, Pakistan[J].Int. J. of Environmental eNGINEERING, 2018, 9 (2): 168-175.
 [3]Jungho Kim, Lee Jungho, Song Yangho, et al.Modeling the Runoff Reduction Effect of Low Impact Development Installations in an Industrial Area, South Korea[J].Water, 2018, 10 (8): 87-94.
 [4]傅春,付耀宗,肖存艳.昌北工业园区不同暴雨强度下不同LID布置方式的排水防涝控制效果[J].水电能源科学,2020,38(08):69-73.
 [5]吴允红.渗排型透水铺装径流控制效能及其堵塞维护试验研究[D]北京建筑大学,2022.
 [6]王超.下沉式绿地施工技术研究[J].工程建设与设计,2022(08):166-168.

作者简介:刘月(1988-),女,山西孝义人,博士研究生,从事海绵城市建设管理与研究、河湖水生生态保护等工作。