

殷辉礼. S市转化医学中心海绵城市建设及设施的配置优化[J]. 净水技术, 2026, 45(5): 152-161.

Yin H L. Configuration optimization of sponge city construction and facilities for translational medicine center in City S [J]. Water Purification Technology, 2026, 45(5): 152-161.

S市转化医学中心海绵城市建设及设施的配置优化

殷辉礼*

(苏州城市建设投资发展<集团>有限公司,江苏苏州 215000)

摘要 【目的】 本文旨在研究并探寻转化医学中心海绵城市建设的有效路径。【方法】 以南方S市转化医学中心为研究对象,通过本底条件剖析、区域划分与设施布局、设施规模计算以及建设目标契合度评估等环节,开展海绵城市设施的设计与优化配置研究。【结果】 综合径流系数、年径流总量控制率和年悬浮固体总量(TSS)总去除率等指标分别为0.45、83%、57%,完全适配海绵城市指标要求;绿色屋顶、下凹式绿地、植草沟可与医学中心功能深度融合,满足转化医学中心的使用需求。【结论】 因此,转化医学中心应从功能定位出发,综合优化海绵建设参数和设施配置,实现海绵城市建设与转化医学中心建设有机融合。本文的设计方案与优化策略可为同类项目提供数据支持与理论借鉴。

关键词 转化医学中心 海绵城市 优化配置 径流控制 优化设计

中图分类号: TU992 文献标志码: A 文章编号: 1009-0177(2026)05-0152-10

DOI: 10.15890/j.cnki.jsjs.2026.05.018

Configuration Optimization of Sponge City Construction and Facilities for Translational Medicine Center in City S

Yin Huili*

(Suzhou Urban Construction & Investment Development <Group> Co., Ltd., Suzhou 215000, China)

Abstract [Objective] This paper aims to study and explore the effective pathways for sponge city construction in translational medicine centers. [Methods] Taking the southern City S translational medicine center as the research subject, the baseline conditions were analyzed, followed by area division and facility layout planning. Facility scales were calculated, and the alignment with construction objective was assessed. Based on these steps, the design and optimal configuration of sponge city facilities were carried out. [Results] The comprehensive runoff coefficient, annual runoff volume control rate, and annual total suspended solids (TSS) removal rate were determined to be 0.45, 83%, and 57%, respectively. All indices were found to fully comply with the sponge city requirements. Green roofs, sunken green spaces, and grass swales were demonstrated to be deeply integrable with the medical center's functions, thereby meeting the operational needs of the translational medicine center. [Conclusion] Therefore, it is concluded that translational medicine centers should comprehensively optimize sponge construction parameters and facility configurations based on their functional positioning to achieve organic integration of sponge city construction and translational medicine center development. The design scheme and optimization strategies proposed in this paper can be utilized as data support and theoretical references for similar projects.

Keywords translational medicine center sponge city configuration optimization runoff control optimal design

城镇排水工程是城市生活环境的重要载体,小雨不积、大雨不涝是排水行业的基本共识^[1],然而受城市过快扩张、地面硬化、渗透地面减少等因素影响,全国许多城市及地区内涝时常发生^[2-3]。种种

迹象证明,现有的城市建设模式已不适用于建设需求,2012年,国务院办公厅提出“海绵城市”国家战略^[3],2014年,住房城乡建设部发布《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试

[收稿日期] 2025-12-05

[通信作者] 殷辉礼(1981—),男,主要从事城市规划建设、运营管理工作,E-mail:yinhl@szct.org.cn。

行)》^[4]。打造“自然积存、自然渗透、自然净化”为核心的城镇排水工程建设模式,增加城市径流滞留能力、削减径流峰值、提高城市排水韧性^[1,5],从而推动了海绵城市在小区^[6]、街区^[7]、公园^[8]、大学^[9]等领域的建设,但在医学领域方面的研究^[10-12]相对不多,且比较分散。近年来,随着生物医学的发展,发病机理的研究^[13-14]远快于药物和器械的应用。为加快基础医学研究成果到临床应用的转化过程,美国、日本及欧洲等国家和地区提出了医学中心的概念,从而推动实验室到临床和从临床到实验室的双向医学科研循环^[15-16]。为了推动医学中心的构建,近年来,国内部分城市在研究医学中心的建设。南方S市经济发展水平较高,积极致力于构建国内先进医学体系。医学中心作为城市服务领域的新兴业态,兼具科研与医疗双重属性。然而,针对保障医学中心安全的排水工程的研究成果相对匮乏,与之配套的海绵城市建设成果更是稀缺,因此,如何构建适合于医学中心的排水工程是现代城市所亟需考虑的问题。本文以苏南S市医学中心工程为对象,围绕医学中心的特性性与代表性开展海绵城市设计的分析与探讨,旨在为城市医学中心的海绵城市建设及设施规划提供数据与理论依据。

1 项目背景

S市转化医学中心项目占地面积为17.87亩

(1亩 \approx 666.67 m²),总建筑面积为72 763.16 m²,投资概算约为8.72亿元。图1(a)为医学中心的功能分布,医学中心与S市一院总院主体由景观河道分隔,西侧毗邻总院北出入口,设计床位数为222张,具备医学研究、健康管理、配套医技等多重功能。图1(b)为医学中心外部效果图,内部设置有门诊、医技、病房、健康管理中心以及相应的配套设施设备用房,建设需满足与S市一院总院建设相协调的要求。依据前期景观规划中的绿地分布情况,对海绵设施进行合理分散布置。鉴于后期使用功能及使用人群的特点,在设施选用时需重视较高的安全性标准。因此,在该项目中,主要选用雨水花园、透水铺装、下沉式绿地以及雨水调蓄回用池等设施。图1(c)为场地标高及功能分布情况,室外地坪标高设定为3.75 m,共设置4处出入口与市政道路实现连通,西侧、北侧和南侧出入口红线外道路标高为3.60 m,围墙地面高程均高于周边市政道路。依据项目所在城市的防洪排涝专项规划,海绵专项设计中,需降低对外集中排涝的峰值需求。在设计过程中,应着重强化对径流系数控制、雨水调蓄设施建设以及绿地面积规划等方面的要求。

2 总设计体方案

2.1 建设目标

在项目所在区域资源与环境本底条件的约束

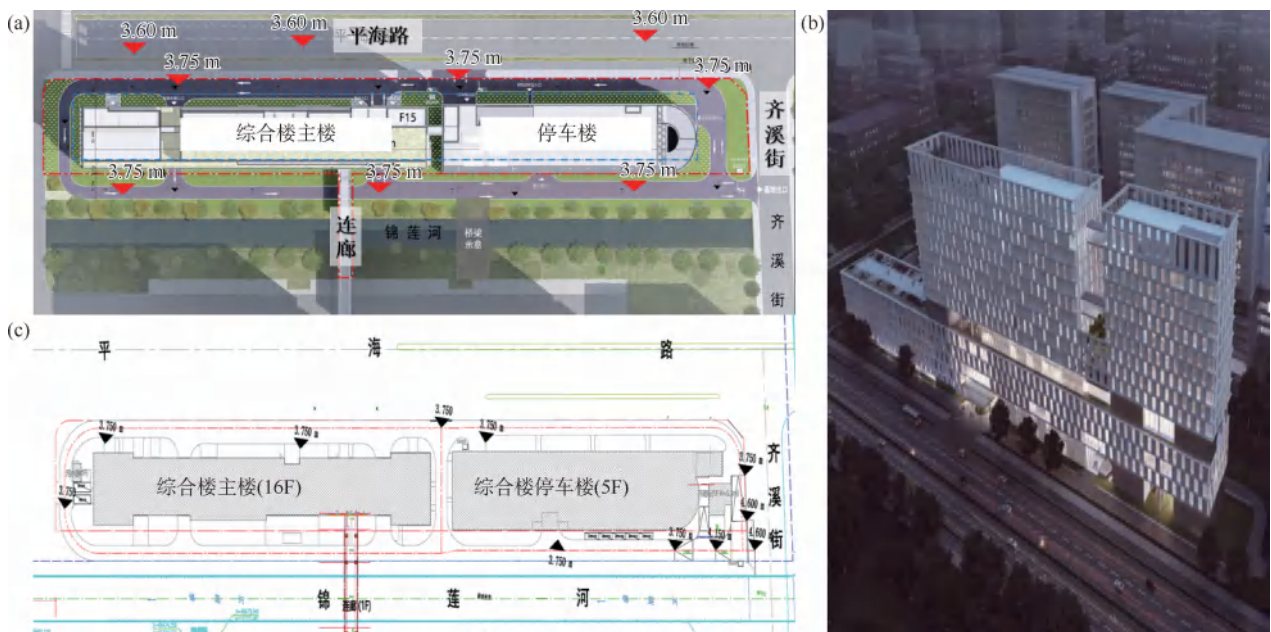


图1 项目标高及功能分布

Fig. 1 Project Elevations and Functional Distribution

下,参考国内其他项目^[10-12]的经验,结合国家海绵城市建设要求和S市的降雨、地下水位、土壤条件、海绵城市建设需求,确定项目综合径流系数 ≤ 0.45 、年径流总量控制率 $\geq 70\%$ 、年悬浮固体总量(TSS)去除率 $\geq 40\%$ 、下凹式绿地率 $\geq 30\%$ 、透水铺装率 $\geq 70\%$ 、绿化屋顶率 $\geq 30\%$ 、单位面积控制容积 $\geq 80 \text{ mm}^3/\text{h}$ 、雨水调蓄设施 $\geq 250 \text{ m}^3/\text{ha}$ 硬化面积的规模进行设置,建筑物配套建设雨水净化、渗透和收集利用系统。

2.2 本底条件分析

2.2.1 降雨现状及下垫面

图2为项目下垫面平面图,建筑屋顶面积占比

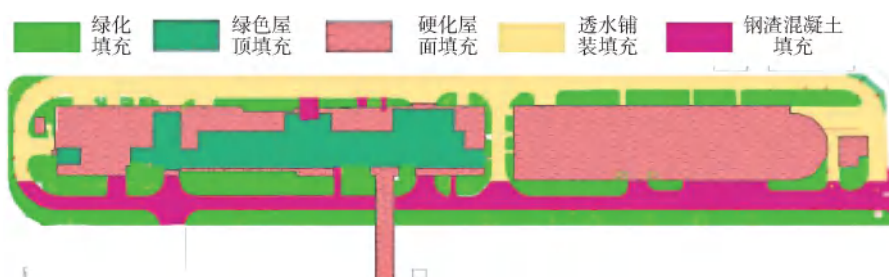


图2 项目下垫面平面图

Fig. 2 Plan View of the Project's Underlying Surface

2.2.2 场地现状竖向分析

由图1(c)可知,室外地坪以及围墙地面的高程相较于周边市政道路均高出约0.15 m。若不对雨水径流进行强化收集与处理,将会对周边地块及交通产生影响。表1呈现的是下垫面面积分析结果,该项目的屋面与地面所占比例较高,在设计过程中需要予以强化处理。

表1 下垫面分析

Tab. 1 Analysis of Underlying Surface

| 项目 | 面积/ m^2 | 比例 |
|--------|------------------|------|
| 硬屋面 | 2 913.38 | 18% |
| 绿地 | 4 158.41 | 26% |
| 混凝土路面 | 172.80 | 1% |
| 绿色屋顶 | 1 936.64 | 12% |
| 透水混凝土一 | 2 741.54 | 17% |
| 透水混凝土二 | 2 434.50 | 15% |
| 轻质绿色屋顶 | 1 758.88 | 11% |
| 总计 | 16 116.15 | 100% |

2.2.3 周边水系及雨水管网分析

本项目周边排水条件较好,与其相邻的S市一院总院污水处理设施齐全,可以处理本项目的污水,

较高,其次为路面。项目所在地雨量丰沛,多年平均降水量为1 100 mm,汛期(5月—9月)降水量为674.0 mm,占全年降水量60.7%,年降水日为122~133 d;多年平均蒸发量为939.4 mm,其中汛期(5月—9月)蒸发量为552.1 mm,占全年蒸发量的58.8%。6月中旬—7月上旬受梅雨影响,是一年中降水最多的时段。10月到次年3月,因受干冷的冬季风(偏北风)影响,降水较少,各月平均降水量为40~85 mm。项目所在场地土壤多为(潮)黄泥土,表层土壤以杂填土和黏性土为主,下方为黏质粉土夹粉质黏土,土壤渗透系数为 $0.1\sim 0.5 \text{ d}^{-1}$,属弱透水性。

污水排入S市一院总院处理完成后,排入市政管网。地块周边雨水管网及河道存在,雨水径流,汇水末端排入地块周边的锦莲河。建筑雨落管、铺装、道路及绿地的雨水先汇入下凹绿地、植草沟,再由溢流雨水口收集通过管道汇入河道。

2.3 建设思路

为降低整个项目的综合径流系数,提升年径流总量控制率与单位面积控制容积,项目建设秉持“源头削减、中途转输、末端调蓄”的理念,依据场地特征与径流来源的差异,统筹各环节的设计工作,其设计技术流程如图3所示。根据场地内不同下垫面、建筑雨落水管位置等等划分小汇水分区,设置地表导流设施,将雨水有组织汇入海绵设施进行滞蓄。各海绵设施设置溢流排放口,与场地内雨水管渠有效衔接,确保排水安全性。沿建筑物周边设置下沉式绿地与雨水花园,借助下垫面坡度引导雨水自然流入周边低影响开发(LID)设施。

2.3.1 屋面径流

将屋面雨水立管断接,通过碎石沟导流进入周边绿地海绵设施进行滞蓄,按照屋面雨水→屋面排水立管→绿地→雨水花园→小区雨水管渠原则进行

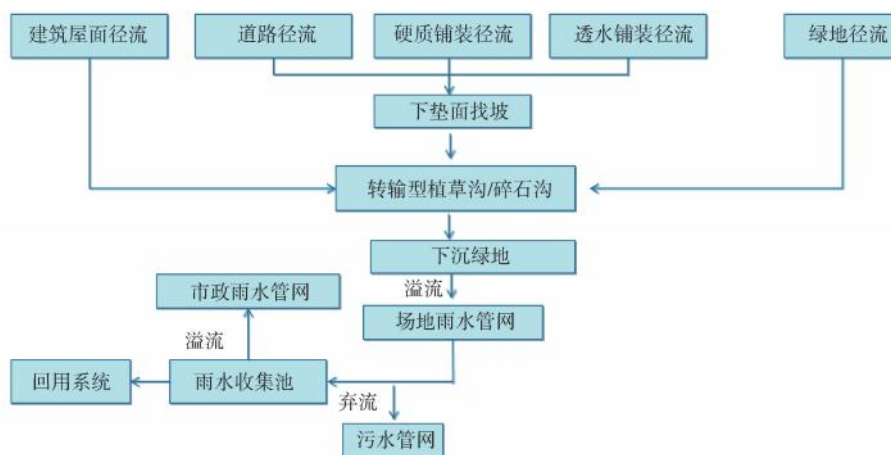


图3 设计技术流程

Fig. 3 Designed Technical Process

屋面雨水的处置。

2.3.2 路面径流

路面雨水径流采用生态排水方式,通过导流设施,将雨水集中至海绵设施进行滞蓄。按照地面雨水→透水铺装→雨水花园→溢流口→小区雨水管流程进行路面雨水的处置。与屋面雨水不同的是,路面雨水强化“应收尽收”“高效下渗”与“安全快排”,所以项目推进过程中设置了必要的溢流口。

2.3.3 其他场地径流

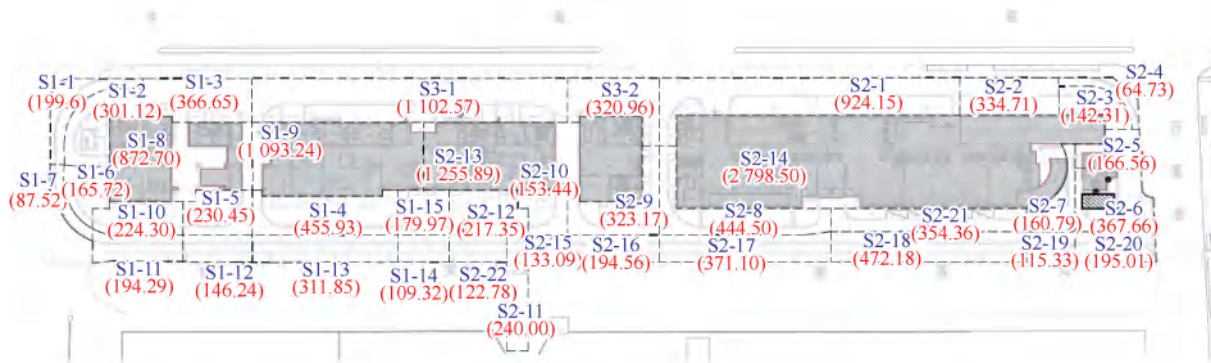
场地铺装采用景观铺装或者透水铺装,强化径流

的入渗,按照地面雨水→透水铺装→雨水花园→溢流口→小区雨水管进行其他场地雨水的收集与处置。

2.4 设计分区与设施布设

2.4.1 汇水分区

图4为汇水分区图,根据屋面雨水立管和不透水场地的分布,结合绿地的分布,争取每一处的雨水都能得到处理与控制,将整个场地划分39汇水区。各汇水区内尽可能均匀布置LID设施,场地雨水经LID设施控制后溢流至场地雨水管网,汇流至雨水回用池。



注:图中数值单位为 m²。

图4 汇水分区图

Fig. 4 Map of Catchment Division

2.4.2 设施布局

图5呈现了海绵措施布置情况,在该项目实施范围内,自然生态空间以绿地为主。在严格遵循雨污分流体制下,增加滞蓄、入渗绿色雨水基础设施技术,削减城市径流外排、降低面源污染程度,并达成年径流总量控制率目标。

2.4.3 设施设计

(1) 透水铺装

相比传统的道路、广场硬化地面设计主要关注其耐久性等技术性能指标及视觉美观方面要求而言,透水性铺装更生态环保,生态效益高。透水性铺装更容易与城市声、光、热等物理及生态环境结合,

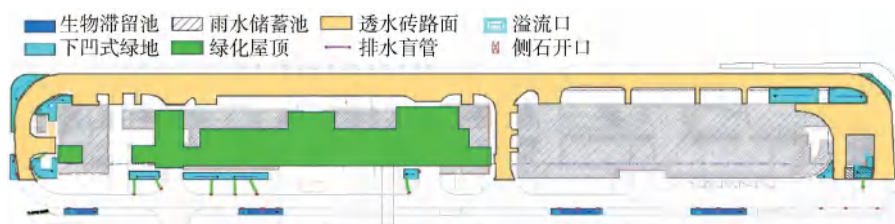


图5 海绵措施布置图

Fig. 5 Layout of Sponge City Facilities

更易与环境共生。图6中铺装采用了透水铺装构造示意,一般铺装分为5层,底层为素土夯实层,从下往上分别为碎石层、砾石层、砂垫层和透水面层,孔隙从下往上依次降低,以防止深层次堵塞,影响后期使用。通过采用大空隙结构层或排水渗透设施使雨水能够通过铺装结构就地下渗,从而达到消除地表径流、雨水还原地下等目的。本项目结合实际情况,在非重载硬质地面大量使用透水铺装;步道、广场使用卵石、透水砖等铺装,地面停车位使用镂空率不低于40%植草砖,路面采用透水混凝土。

(2)下沉式绿地

在本项目路边、建筑物边构建了下沉式绿地,设计标高低于周边路面或建筑场地,结合土壤、植被及渗透设施构建的“绿色储水单元”,实现对降雨的“渗、滞、蓄、用、排”协同调控,更降低了雨水径流。图7为下沉式绿地构造示意,主要包含原土层、种植

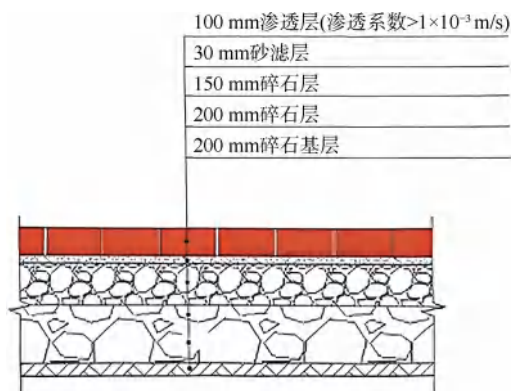


图6 透水铺装构造示意图

土层和蓄水层。本项目下沉式绿地种植土底部距离季节性最高地下水位在1m以上,下沉式绿地边缘距离建筑物基础控制在3m(水平距离)以上,雨水进水口设置拦污设施,防止堵塞。

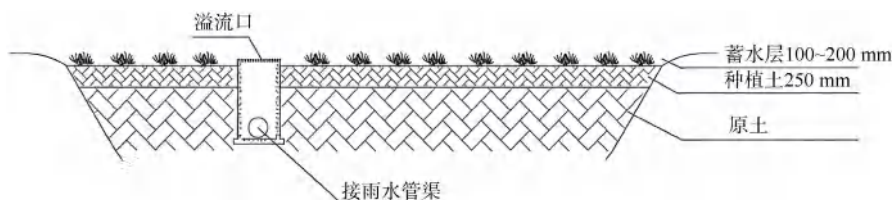


图7 下沉式绿地构造示意图

Fig. 7 Schematic Diagram of Sunken Green Space Construction

由于下沉式绿地种植土底部在最高地下水位以上,通常情况下雨季处于水淹状态,旱天属于干涸状态。从功能角度划分,下沉式绿地主要功效为蓄水,因此整个植物品种应以草坪方式为主。在植物配置层面,综合考量转化医学中心高端品质定位刚需,开展全品类筛选工作。筛选过程中,规避选用具有毒性、带刺、产生飞絮以及高致敏性的植物品种,同时兼顾植物易于养护的特性以及四季景观效果,进行合理的植物配置。所营造的景观需凸显大气高端的特质,确保空间通透且不遮挡光线,呈现出舒缓而有

序的视觉效果。表2呈现了本项目下沉式绿地的植物品种配置状况,项目草坪主要选用狗牙根、匍匐剪股颖和结缕草;观赏草则兼顾选用了马蹄金、金边阔叶麦冬、麦冬、鸢尾和狼尾草。布置方面兼顾水处理与观赏性,同时考虑高低搭配。设置时按照S市的气候特点,全年降雨集中在梅雨季节,大部分时间下沉式绿地处于干涸状态,因此绿植应具备抗旱特点,同时兼顾耐湿性能。与此同时,本项目属于转化医学绿植配套需要具备观赏性,要“花草结合”“高低错落”“长花期”“长年青”相搭配,整个植物品种选

择当地适生的耐水湿植物和宜共生群生的观赏性植物。

表 2 本项目下沉式绿地植物品种配置

Tab. 2 Plant Species Configuration of the Sunken Green Space in the Project

| 植物类型 | 植物名称 | 生态习性 | 观赏特性 |
|------|--------|------------|------------------|
| 草坪 | 狗牙根 | 喜光、耐热、耐轻盐碱 | 绿期长 |
| | 匍匐剪股颖 | 喜光、耐荫蔽 | 绿期长 |
| | 结缕草 | 喜光、抗旱、抗盐碱 | 绿期长 |
| 观赏草 | 马蹄金 | 喜光、耐荫蔽 | 匍匐性 |
| | 金边阔叶麦冬 | 抗旱、耐湿 | 花果期在 7 月—8 月、花紫 |
| | 麦冬 | 喜温暖、湿润 | 花期在 5 月—8 月 |
| | 鸢尾 | 抗旱、喜湿 | 花期在 5 月—7 月、花黄/红 |
| | 狼尾草 | 抗旱、耐湿 | 花期在 6 月—10 月 |

(3) 绿色屋顶

图 8 为绿色屋顶断面示意图,结构主要包括:防水层、保护层、排水层、过滤层、种植土壤层和植物。转化医学中心屋顶分为 2 类:一类为简单式绿色屋顶,主要降低城市热岛,降低径流系数,这类绿色屋顶基质深度一般不大于 150 mm;另外一类为花园式绿色屋顶,需要注重观赏性,整个花园需要搭配各高程、各色彩的植物,需要种植灌木,对于种植层高度要求较高,基质深度控制在 600 mm 以上^[17]。

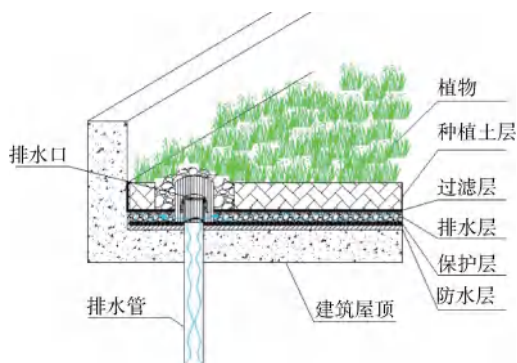


图 8 绿色屋顶断面示意图

Fig. 8 Cross-Section Diagram of Green Roof

表 3 为项目花园式绿色屋顶植物品种配置,综合考虑观赏性与功能性,植物搭配以灌木为主导,搭配部分草木,以提高观赏性。花园式绿色屋顶植物的服务对象主要为医疗服务人员、研究人员以及部分患者。针对医疗服务人员所在楼层,选用高端

精致、格调高雅的植物,此类植物需契合形象展示需求,同时兼顾规整性与品质感;对于患者集中的楼层,则优先采用具有较强康养属性、散发轻度芳香且色彩柔和的植物,以助力患者舒缓身心,适配康复锻炼与休憩放松之需。在上述需求基础上,植物选配重视不同颜色,不同季节开花的草本,因此本项目选择了 2 月—10 月均包含的草本和灌木,从而凸显四季常绿的特点。

表 3 花园式绿色屋顶植物品种配置

Tab. 3 Plant Species Configuration of Garden-Style Green Roof

| 植物类型 | 植物名称 | 生态习性 | 观赏特性 | |
|------|--------|--------------|---------------------|--------------------------------|
| 草本 | 花叶芦竹 | 早湿两栖 | 挺水、斑叶 | |
| | 千屈菜 | 早湿两栖 | 挺水、花期在 7 月—9 月、花紫 | |
| | 旱伞草 | 早湿两栖 | 挺水 | |
| | 花菖蒲 | 早湿两栖 | 挺水、花期在 6 月—7 月、花紫 | |
| | 黄菖蒲 | 早湿两栖 | 挺水、花期 5 月—6 月、花黄 | |
| | 常绿水生鸢尾 | 早湿两栖 | 挺水、花期在 5 月—7 月、花黄/红 | |
| | 细叶芒 | 早湿两栖 | 花期在 9 月—10 月、花粉转白 | |
| | 菖蒲 | 早湿两栖 | 挺水、花期在 6 月—9 月、花黄绿 | |
| | 玉带草 | 早湿两栖、耐盐碱 | 斑叶 | |
| | 灌木 | 花叶杞柳 | 抗旱、耐湿 | 斑叶 |
| | | 雪柳 | 抗旱、耐湿 | 花期在 4 月—6 月、花白 |
| | | 小叶蚊母 | 喜光、耐阴湿 | 花期在 2 月—4 月 |
| | | 南天竹 | 喜光、耐湿 | 花期在 5 月—7 月、花白;果期在 5 月—11 月、果红 |
| | | 海滨木槿 | 喜半阴、耐短期水涝 | 花期在 7 月—10 月、花黄 |
| 紫惠槐 | | 抗旱、耐湿 | 花期在 5 月、花紫 | |
| 木芙蓉 | 耐贫瘠、耐湿 | 花期在 8 月—10 月 | | |

2.4.4 调蓄回用

传统雨水径流处置思路是尽快将雨水排除,忽略了水循环利用,将雨水作为废弃资源考虑,造成大量雨水资源的流失,加重城市缺水。图 9 为本文雨水回用系统流程示意,本文通过增加绿化、透水铺装、下沉式绿地,增加土壤水分的相对含量,促进树木、草坪生长良好,调节气温,净化空气、美化生态。本文停车楼屋面雨水经初期弃流后进入雨水收集池,经过滤、消毒处理后用于绿化浇灌、道路冲洗,在院区南侧设置容积为 52.5 m³ 的雨水收集池。

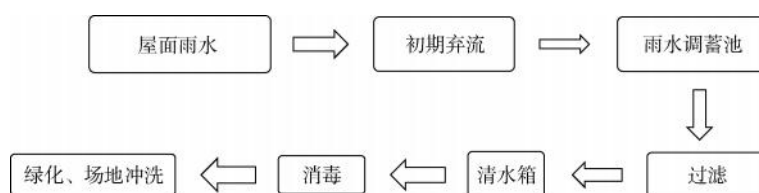


图9 雨水回用系统流程示意图

Fig. 9 Process Diagram of Rainwater Reuse System

2.5 设施规模计算

2.5.1 调蓄容量计算

结合国家海绵城市建设要求^[17]和本项目年径流总量控制率不低于70%的目标,对应的设计降雨量为17.38 mm,综合余量径流系数为0.45,汇水面积为16 014 hm²。

所需总调蓄容积如式(1)。

$$V = 10H\varphi F \quad (1)$$

其中:V——所需总调蓄容积,m³;

H——设计降雨量,mm;

φ ——综合雨量径流系数;

F——汇水面积,km²。

经计算,本文理论所需调蓄量约为125.25 m³。

2.5.2 实际调蓄容量

(1) 雨水回用容积(V₁)

本文所使用雨水回用池总调蓄容积为50.00 m³,V₁=50.00 m³。

(2) 下沉式绿地调蓄容积(V₂)

本文单位面积下沉式绿地调蓄容积为0.288 m³,下沉式绿地总面积为414.2 m²,则下沉式绿地能够调蓄的容积为119.30 m³。

(3) 生物滞留池容积(V₃)

本文生物滞留池设计深度为0.25 m,单位面积调蓄容积为0.25 m³,生物滞留池总面积为127.3 m²,则下沉式绿地能够调蓄的容积为31.83 m³。

2.6 建设目标复核

2.6.1 综合径流系数

表4为本项目地块面积及对应径流系数,根据式(2)计算综合径流系数为0.45,达到了综合径流系数0.45的目标要求。

$$\varphi_z = \frac{\sum S_i \times \varphi_i}{S} \quad (2)$$

其中: φ_z ——综合雨量径流系数;

φ_i ——雨量径流系数;

S——户外汇水总面积,m²;

S_i——户外分汇水面积,m²。

表4 户外分汇水面积及对应径流系数

Tab. 4 Plot Area and Corresponding Runoff Coefficients

| 项目 | 户外分汇水面积/m ² | 径流系数 |
|---------|------------------------|------|
| 硬屋面 | 2 913.38 | 0.80 |
| 轻质绿化屋面 | 4 158.41 | 0.15 |
| 绿化屋面 | 172.80 | 0.80 |
| 透水砖铺装 | 1 936.64 | 0.35 |
| 透水沥青路面 | 2 741.54 | 0.50 |
| 大块石铺砌路面 | 2 434.50 | 0.50 |
| 绿地 | 1 758.88 | 0.50 |
| 总和 | 16 116.15 | 0.45 |

2.6.2 年径流总量控制率

年径流总量控制率指一年内场地雨水径流通过自然和人工强化的入渗、滞留、调蓄和回用而得到控制的径流雨量占全年全部雨量的百分比,即为年雨水入渗量与年雨水滞蓄量的和与全年降雨总量的比值。根据本文的方案及相关计算反算得控制降雨量为28.12 mm,对应年径流总量控制率为83%,超出了年径流总量控制率大于70%的要求。

2.6.3 其他分项指标

(1) 总调蓄容积

根据2.5.2小节可知,所需总调蓄容积V(V=V₁+V₂+V₃)为201.13 m³,大于理论设计调蓄水量125.25 m³需求,满足要求。

(2) 单位面积控制容积

单位面积控制容积为125.58 m³/ha,达到了单位面积控制容积大于80 mm³/h的要求。

(3) 年径流污染控制率

本工程设计蓄调容积为125.25 m³,其中:119.30 m³为下沉式绿地调节容积;50.00 m³为雨水回用设施调节容积;31.83 m³为生物滞留池容

积,年径流总量控制率为 83%。按此计算,下沉式绿地悬浮固体(SS)去除率为 60%,生物滞留池 SS 去除率为 80%,雨水收集池 SS 去除率为 85%,TSS 总去除率为 57.44%,满足去除率 $\geq 40\%$ 指标要求。

2.7 效果评价

依据该地块 10%绿地率的规划要求,运用常规的绿化实施方式,采用 810 m² 草地,种植 410 m² 树木,并考虑设置 50 m² 雨水利用水池进行测算,所形成的年径流总量控制率与 TSS 去除率结果如图 10 所示。由图(10)可知,传统做法下年径流总量控制率与 TSS 去除率分别为 45%和 17%。相较于海绵城市措施下的 83%和 57%,其效果欠佳。总体而言,本项目方案对整个地块的径流控制与 TSS 去除率分别提升了 84%和 228%。

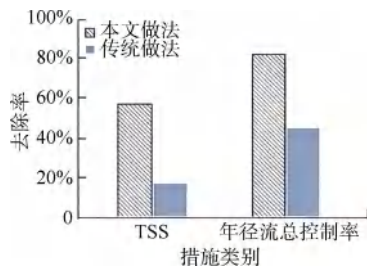


图 10 不同措施下效果对比

Fig. 10 Comparison of Effects under Different Measures

3 设计相关思考

转化医学中心开展海绵城市建设具备若干典型特征与优势:一般而言,转化医学中心建于医院周边,其海绵城市建设可与医院开展协同共建。污水处理可直接与医院污水处理站联合建设,雨水径流分区可契合医院的建设需求。当医院汇水面积过大时,可借助转化医学中心予以辅助解决,予以消纳。径流污染控制可就近处理、可利用再生水浇灌海绵设施、运行维护可以与医院绿化养护协同考虑等。同时,设计过程中还应注意以下要点。

3.1 海绵设施选型

转化医学中心的海绵城市设计需秉持因地制宜的设施选型原则。一方面,鉴于转化医学中心以研究为主、医疗为辅的定位,其具有注重环境与效果的特征。故而,在周边医院污水处理能力有富余时,转化医学中心的污水应集中于医院进行处理。此举不仅能够提高医院污水处理的集中度,还可降低处理成本。另一方面,转化医学中心的设计应注重美观性,对于下沉式绿地、绿色屋顶、透水铺装等设施,需

在保障其基本功能的基础上,强化功能、色调及比例方面的协同性,运用系统性思维开展设计工作。下沉式绿地与绿色屋顶宜采用花园式设计,这既能提升雨水径流的调蓄与处理能力,又能提高其观赏价值,为医护人员营造舒适的工作环境。再者,海绵城市设计应充分考量转化医学中心各分区主体的功能需求定位,并据此进行海绵城市资源与设施的合理配置。例如,车行通道及人群出入集中的区域,路面污染通常较为严重,对荷载的要求也较高,应优先选用大块石砌路面或硬化路面,谨慎采用透水铺装,且路面雨水应优先导入污水系统进行处理。此外,在标高允许的情况下,应尽量提高绿地种植土底部标高,避免设置防渗土工布以隔离地下水。

3.2 海绵设施设计计算

在对转化医学中心的海绵设施效果进行计算时,应秉持“系统思维,分期实施”的原则,规避海绵设施重复建设或闲置废弃的状况。同时,需充分考量不同设施的具体用途与功能。例如,对于防潮要求较高的医技间房顶,应审慎设置绿色屋顶;若确需设置,需完善屋顶的防水与隔水功能。对于临近道路的路面,可考虑设置下凹式绿地或植草沟,路面雨水汇聚至植草沟与下沉式绿地进行消能、净化后,可直接排入河道或回用水池,进而减少雨水管路的建设。此外,海绵城市设计需注重整体性,下凹式绿地、绿色屋顶、调蓄池构成一个系统整体,而非孤立的单一设施。设计时应优先满足主体功能需求,其比例及设计参数应根据建设目标进行合理调整。

3.3 海绵设施的运维

在海绵设施运维方面:其一,在设计阶段便需充分考量运维的复杂程度与工作量。例如,在绿植选型时应优先选用易于养护或无需频繁养护的植物品种,如麦冬;其二,海绵城市绿植布局亦需确保其雨水消纳性能与回用水池容积相适配,以达成收集雨水用于绿化灌溉的目标,更有效地践行节水理念。

4 结论与展望

4.1 结论

本文依托 S 市某转化医学中心新建工程项目,开展转化医学中心海绵城市的研究与试点工作。通过开展本底条件剖析、设施选型分析、设计分区划定、设施规模核算、平面布局规划以及建设目标复核等环节,将海绵城市设施有效融入转化医学中心建

设方案,达成了年径流总量控制率和年径流污染控制率目标。通过该项目研究,取得以下研究成果与结论。

(1)在开展转化医学中心海绵城市设计工作时,需首先针对周边设施配套情况、各构筑物的功能定位、地块的水文特征、地形地貌、土壤条件以及植被种植条件等要素展开勘察与调研,对存在的问题进行分析和归纳,并基于此明确海绵城市建设目标。在此前提下,结合场地条件与特点,推进雨水渗透、储蓄、净化利用及植物搭配等设施的设计与调配工作。

(2)转化医学中心海绵城市建设需与市政、水利以及周边设施实现协同。转化医学中心开展海绵城市的试点应用具备独特的特征与优势。在功能复用层面,当周边医院污水处理能力存在余量时,转化医学中心的污水应集中至医院进行处理,以提升处理效率,降低处理成本。在景观协调方面,应重视与周边医院造型美观的协调性,在确保其基本功能的前提下,增强功能、色调及比例等方面的协同效应,运用系统性思维开展设计工作。

(3)海绵城市建设应与转化医学中心的使用功能相契合,而非让转化医学中心去适配海绵城市建设。针对对防潮要求较高的医技间屋顶,设置绿色屋顶需审慎考量;若确有设置必要,则需强化屋顶的防水与隔水功能。对于有景观观赏需求的屋顶及区域,绿色屋顶与下沉式绿地宜采用花园式设计,不仅可增强雨水径流的调蓄与处理能力,还能提升其景观观赏价值,为医护人员创造舒适的工作环境。对于临近河道的路面,可考虑设置下凹式绿地或植草沟,路面雨水汇聚至植草沟与下沉式绿地进行消能、净化后,可直接排入河道或回用水池,从而减少雨水管路的建设。

(4)海绵城市建设属于一项涵盖排水、绿化、道路、建筑等多个领域的系统工程,要求各专业从以往仅关注自身单一目标,逐步转变为兼顾多目标与多效能。设施设计计算应秉持“系统思维,分期实施”的原则,基于相对不利工况展开考量,合理配置各设施的比例与建设面积。在植物选择环节,需综合权衡美观性、养护要求、耗水量等多方面因素,以促进海绵城市与环境实现深度融合。

(5)为实现海绵城市建设在综合径流系数、年径流总量控制率、年 TSS 等整体建设指标方面的目

标,可采用下凹式绿地、雨水收集回用、初期径流污水系统处置、绿色屋顶等多项举措。上述各系统的设计参数与建设要求可依据转化医学中心的使用需求进行科学、协调的配置。

4.2 展望

转化医学中心作为新兴事物,当前相关知识体系尚不完善,可参考借鉴的案例亦较为匮乏。海绵城市是一个内涵广泛的概念,涵盖排水、绿化、道路、建筑等多个专业领域。推动转化医学中心的海绵城市建设是行业发展的迫切需求,在技术支撑和政策扶持方面均亟待强化。特别是在思维模式、标准规范以及定额体系等方面,需要进一步深化研究与拓展。未来可结合数字化技术,构建海绵设施全生命周期管理平台,通过实时监测降雨数据、设施运行状态及水质变化,实现对雨水资源利用效率的动态评估与优化。同时,应加强跨学科合作,联合医学、环境科学、土木工程等领域专家,针对转化医学中心特殊的用水需求与污染防控要求,研发定制化的海绵技术方案,如具有抗菌功能的透水铺装材料、适用于医疗废水预处理的生物滞留设施等。此外,还需积极探索海绵城市建设与转化医学中心科研功能的融合路径,将场地内的雨水花园、生态沟渠等设施打造为科普教育基地和科研观测点,为医学研究提供生态环境数据支持,形成“建设-科研-教育”相互促进的良性循环。

参考文献

- [1] 张辰. 基于海绵城市建设理念的排水工程设计[J]. 给水排水, 2019, 45(6): 1-5.
Zhang C. Drainage engineering design based on the concept of sponge city construction[J]. Water & Wastewater Engineering, 2019, 45(6): 1-5.
- [2] 刘登伟, 张媛. 国外绿色基础设施建设经验对我国“海绵城市”建设的启示[J]. 水利发展研究, 2022, 22(2): 71-76.
Liu D W, Zhang Y. The enlightenment of foreign experience of green infrastructure on the construction of “sponge city” in China [J]. Water Resources Development Research, 2022, 22(2): 71-76.
- [3] 章林伟. 中国海绵城市的定位、概念与策略——回顾与解读国办发[2015]75号文件[J]. 给水排水, 2021, 47(10): 1-8.
Zhang L W. Positioning, concept and strategy of China's sponge city: Review and interpretation of document No. 75 [2105] of State Council[J]. Water & Wastewater Engineering, 2021, 47

- (10): 1-8.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建(试行)[R]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Technical guidelines for sponge city construction—Construction of low-impact development rainwater systems (trial) [R]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2014.
- [5] 陈华. 关于推进海绵城市建设若干问题的探析[J]. 净水技术, 2016, 35(1): 102-106.
Chen H. Exploration and analysis on the problems of promotion for sponge city construction[J]. Water Purification Technology, 2016, 35(1): 102-106.
- [6] 谷甜甜. 老旧小区海绵化改造的居民参与治理研究[D]. 南京: 东南大学, 2019.
Gu T T. Research on residents' engagement in governance of sponge-style old community renewal [D]. Nanjing: Southeast University, 2019.
- [7] 徐浩. 以海绵城市为导向的街区城市设计策略研究[D]. 苏州: 苏州科技大学, 2017.
Xu H. Research on strategies of sponge-city-oriented block urban design [D]. Suzhou: Suzhou University of Science and Technology, 2017.
- [8] 彭乐乐. 海绵城市目标下的公园绿地规划设计研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2016.
Peng L L. Planning and design of park green space based on sponge city [D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2016.
- [9] 邹萍秀, 曹磊, 王焱, 等. 海绵城市理念在校园风景园林规划设计中的应用——以天津大学北洋园校区为例[J]. 中国园林, 2019, 35(8): 72-76.
Zou P X, Cao L, Wang Y, et al. Tianjin University Peiyang campus: Application of sponge city concept in campus landscape planning and design [J]. Chinese Landscape Architecture, 2019, 35(8): 72-76.
- [10] 余金子. 基于海绵城市理念的某医院院区雨水系统改造工程设计探讨[J]. 工程建设与设计, 2022(7): 59-61.
Yu J Z. Design of rainwater system renovation of a hospital area based on sponge city [J]. Construction & Design for Project, 2022(7): 59-61.
- [11] 段梦云. 长沙市某医院海绵城市设施设计模拟与评估[D]. 长沙: 湖南大学, 2018.
Duan M Y. Simulation and evaluation of sponge city facility design in a hospital in Changsha [D]. Changsha: Hunan University, 2018.
- [12] 谭晓莲. 新兴社区医院给排水设计的实践与探索——以南京市某社区医院为例[J]. 住宅与房地产, 2019(36): 79-80.
Tan X L. Practice and exploration of water supply and drainage design in emerging community hospitals—Taking a community hospital in Nanjing as an example [J]. Housing and Real Estate, 2019(36): 79-80.
- [13] 王永炎, 黄璐琦. 立足高远, 建设中国中医药循证医学中心[J]. 中国循证医学杂志, 2019, 19(10): 1131-1137.
Wang Y Y, Huang L Q. Taking a broad and long-term view to establish China Center for Evidence Based Traditional Chinese Medicine (CCEBTCM) [J]. Chinese Journal of Evidence-Based Medicine, 2019, 19(10): 1131-1137.
- [14] 李玲, 樊春良. 转化医学的理论演化及其发展的主要问题[J]. 医学与哲学, 2021, 42(6): 22-27.
Li L, Fan C L. Theory evolution and development problems of translational medicine [J]. Medicine & Philosophy, 2021, 42(6): 22-27.
- [15] 王畅, 王蒲生. 欧洲转化医学平台对中国医学转化中心建设的启示[J]. 科技管理研究, 2022, 42(4): 60-65.
Wang C, Wang P S. Enlightenment of EATRIS on the translational medicine centers construction in China [J]. Science and Technology Management Research, 2022, 42(4): 60-65.
- [16] 弗朗西斯科. 转化医学: 一条双向之路[J]. 转化医学杂志, 2003, 1(1): 1-2.
Francesco M M. Translational medicine: A two-way road [J]. Journal of Translational Medicine, 2003, 1(1): 1-2.
- [17] JGJ 155—2013 种植屋面工程技术规程[S].
JGJ 155—2013 Technical specification for planted roof [S].