

海绵城市技术在高校宿舍建设中的设计研究 ——以湖南第一师范学生宿舍18号楼项目为例

陈龙

湖南第一师范学院 湖南 410000

摘要: 针对高校宿舍建设中海绵城市技术应用面临的高密度开发与雨水控制双重约束问题, 本文以湖南第一师范学院东方红校区学生宿舍18号楼项目为例, 研究了海绵城市技术在高校宿舍项目中的具体应用方案。项目在建筑密度21.07%、容积率2.33的条件下, 通过构建“屋面-地面-地下”三维海绵技术体系, 实现了年径流总量控制率81.62%和径流污染削减率53.05%的技术目标, 为海绵城市技术在高密度高校建筑中的应用提供了实践参考。

关键词: 海绵城市技术; 高校宿舍; 低影响开发; 雨水控制

DOI: 10.63887/fet.2025.1.3.9

1 引言

随着我国高等教育事业的蓬勃发展, 高校建设规模不断扩大, 学生宿舍作为校园建设的重要组成部分, 其建设质量直接关系到广大师生的生活品质。然而, 在土地资源日益紧张的现实背景下, 高校宿舍建设普遍面临着“在有限空间内满足更多需求”的发展困境^[1]。高密度、大体量的开发模式虽然有效缓解了用地压力, 却也带来了不容忽视的生态环境挑战^[2]。

当前, 随着国家对生态文明建设的重视程度不断提升, 海绵城市建设已成为城市可持续发展的重要战略。特别是新建项目年径流总量控制率需达到80%以上的硬性要求, 对高校宿舍这类高密度建筑项目而言, 无疑是一场前所未有的技术考验。如何在“螺蛳壳里做道场”, 通过巧妙的技术手段化解高密度开发与生态保护之间的矛盾, 成为摆在建设者面前的重大课题^[3]。

目前, 海绵城市技术研究主要聚焦于一般性住宅小区和市政基础设施领域, 而针对高校宿舍这一特殊建筑类型的技术应用研究相对薄弱。高校宿舍建设具有人员密集、功能复合、管理特殊等鲜明特点, 其海绵城市技术应用需要在满足基本功能需求的前提下, 兼顾安全性、实用性和经济性等多重考量^[4]。

湖南第一师范学院东方红校区学生宿舍18号楼项目正是在这样的时代背景下应运而生。项目总用地面积10732.25平方米, 总建筑面积25149.56平方米, 建筑密度21.07%, 容积率2.33, 这样的开发强度在同类项目中具有典型代表性。该项目在海绵城市技术应用方面的探索实践, 不仅为自身赢得了良好的生态效益, 更为整个行业提供了可资借鉴的宝贵经验。

2 海绵城市技术应用条件分析

2.1 项目基本条件

项目坐落于长沙市岳麓区这片充满活力的教育热土, 地理位置优越, 交通便捷。场地呈现东北高西南低的天然地形特征, 3-5米的自然高差为海绵城市技术的实施提供了得天独厚的重力排水优势。这种“因势利导”的地形条件, 使得雨水能够在重力作用下自然流动, 为后续技术方案的制定奠定了良好基础。

项目绿地率达到30.20%, 为海绵设施的合理布置提供了必要的空间载体。场地严格执行雨污分流排水体制, 周边市政雨水管网设施完善, 外部排水条件优越, 这些都为项目的成功实施创造了有利条件。

根据长沙市海绵城市建设的相关技术要求, 项目需实现年径流总量控制率80%, 对应控制降雨量29.29毫米, 同时年径流污染削减率不低于50%。这些量化

指标既是技术约束，更是项目追求卓越的动力源泉。面对如此严苛的技术标准，项目团队深知任重道远，

必须在技术创新上下足功夫。

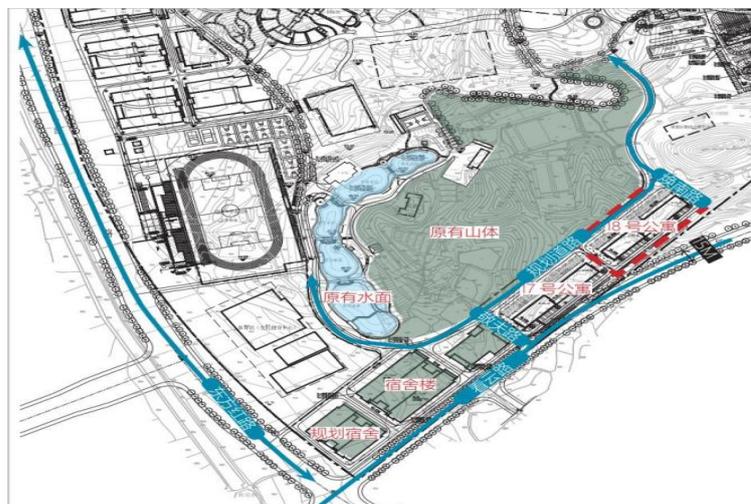


图1 宿舍18号楼项目位置图

2.2 技术应用约束条件

作为高校宿舍项目，18号楼面临着独特而复杂的技术应用约束。首当其冲的是空间条件的极度紧张。21.07%的高建筑密度意味着可用于海绵设施布置的地面空间极为珍贵，每一寸土地都需要精打细算、统筹兼顾。如何在有限的空间内实现海绵功能的最大化，成为项目设计的核心挑战。

人员高度密集的使用特点，对海绵设施的设计提出了更高要求。设施不仅要发挥良好的生态功能，更要确保使用安全，避免对师生的日常生活造成不便。这就要求在设计过程中必须深入考虑人的行为特点和使用需求，实现功能与安全的完美平衡^[5]。

更为复杂的是，项目还需同时满足装配率不低于50%的装配式建筑要求。这对海绵城市技术与现代建筑技术的深度融合提出了前所未有的挑战。如何让两种不同的技术体系实现有机结合，避免“两张皮”现象，需要在设计理念、施工工艺、质量控制等各个环节进行全方位的技术创新。

2.3 技术应用策略

面对诸多挑战和约束，项目团队经过深入调研和反复论证，最终确立了“因地制宜、立体布局、系统

集成”的技术应用策略。这一策略的核心在于充分挖掘和利用项目的每一份潜力，通过创新思维和精细化设计，实现海绵城市技术效益的最大化^[6]。

“因地制宜”强调要充分尊重和利用场地的自然条件，特别是地形高差优势，在地势较低的区域集中布置海绵设施，实现雨水的自然汇集和处理。“立体布局”则突破了传统的平面思维局限，采用屋面、地面、地下三维空间统筹的设计理念，向天空要绿色，向地下要空间，实现空间利用效率的跃升。

“系统集成”体现了项目对技术融合的深度追求，将海绵城市技术与装配式建筑技术进行有机结合，通过标准化设计、模块化生产、装配化施工，实现两种先进技术的协同发展，为绿色建筑技术的集成化应用探索新的路径^[7]。

3 海绵城市技术应用方案

3.1 屋面海绵技术应用

在寸土寸金的高密度开发环境中，屋面空间的充分利用显得尤为珍贵。项目大胆采用种植屋面技术，应用面积达331.84平方米，占建筑屋顶面积的15.1%，实现了“向天空要绿色”的创新突破。这一举措不仅有效增加了项目的绿化面积，更为雨水的源头控制提

供了重要手段。

种植屋面采用了精心设计的多层构造体系，从上到下依次为植被层、基质层、过滤层、排水层、保护层、防水层、找平层和结构层，形成了完整的生态技

术链条。覆土厚度精确控制在 300 毫米以上，既保证了植物的正常生长，又确保了结构的安全可靠。这种精细化的构造设计，将普通屋顶的径流系数从 0.8 大幅降低至 0.4，雨水减排效果显著。

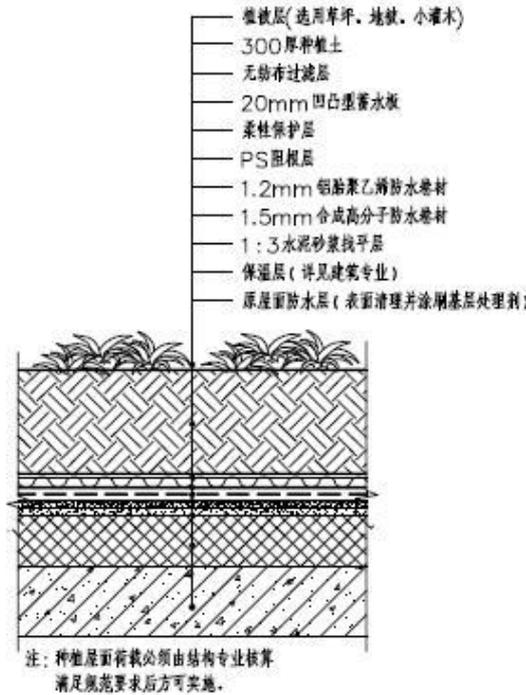


图2 种植屋面大样图

屋面排水坡度科学设置为 1%-2%，当单向坡长超过 9 米时巧妙采用结构找坡的方式，确保排水的顺畅和高效。结合装配式建筑的技术特点，种植屋面创新性地采用了预制基质模块设计，模块尺寸标准化为 1200 毫米×600 毫米，不仅提高了施工效率，更实现了质量的精确控制，为装配式建筑与海绵技术的深度融合开辟了新的途径。

3.2 地面海绵技术应用

地面海绵技术的精髓在于下沉式绿地的巧妙应用，这是整个海绵系统的“调蓄明珠”。项目设置了总面积高达 2458.44 平方米的下沉式绿地，占项目总用地面积的 22.9%，成为雨水收集和处理的的主力军。这种大手笔的空间投入，充分体现了项目对生态效益的执着追求。

下沉式绿地的设计充分体现了“以人为本”的核

心理念。下凹深度根据植物耐淹性能和土壤渗透特性精心确定，严格控制在 100-200 毫米范围内，既确保了雨水收集的有效性，又保障了师生使用的安全性。底部采用原状土，不做换填处理，最大程度保持了土壤的自然渗透能力。

下沉式绿地径流系数优化至 0.3，调蓄深度按 0.07 米精确计算，总调蓄容积达到 172 立方米。设施内精心设置溢流口，当雨水超过设计蓄水深度时，多余雨水将通过溢流口有序排入雨水管道系统，避免了内涝风险，体现了“能蓄则蓄、应排则排”的技术理念。

透水铺装技术在人行通道和停车区域的巧妙应用，进一步丰富了地面海绵技术的内涵。765.81 平方米的透水铺装和 519.09 平方米的透水停车位，径流系数分别降至 0.25 和 0.06，在保持原有使用功能的基础上，显著提升了雨水下渗能力，实现了功能与生态的双重效益。

表1 综合雨量径流系数计算表

下垫面类型	面积 (m ²)	径流系数
普通屋顶	1871.49	0.8
绿化屋面	331.84	0.4
下沉式绿地	2458.44	0.3
普通绿地	782.70	0.15
透水铺装	765.81	0.25
透水停车位	519.09	0.06
普通铺装	1263.98	0.6
混凝土路面	2738.89	0.8
汇水分区	10732.25	0.51

3.3 地下海绵技术应用

地下空间的海绵技术应用虽然不易察觉，却承担着整个系统的“隐形守护”使命。项目在雨水花园底部精心构建了穿孔塑料渗管系统，与溢流井巧妙配合，形成了完整而高效的渗排体系^[8]。这一设计不仅提高了雨水处理效率，更为系统的长期稳定运行提供了可靠保障。

渗管开孔率精确控制在 1%-3% 的科学范围内，四周采用砾石等多孔材料填充，砾石层外包透水土工布，

土工布搭接宽度严格控制在 200 毫米以上。这种精细化的构造处理，确保了渗管系统的高效运行和持久耐用。

溢流雨水口采用国标砖砌平篦式单篦雨水口，雨水口位置根据景观效果进行适当调整，在保证相应临时蓄水深度要求的同时，实现了功能与美观的有机统一。溢流口周围巧妙散铺卵石，既起到沉淀杂质、缓冲径流的实用功能，又为景观增添了自然的韵味，体现了“寓工程于景观”的设计理念^[9]。

表2 LID设施技术应用规模表

技术措施类型	面积 (m ²)	调蓄深度 (m)	调蓄容积 (m ³)	技术特点
下沉式绿地	2458.44	0.07	172	主要调蓄设施
透水铺装	765.81	—	—	渗透功能
透水停车位	519.09	—	—	高效渗透
种植屋面	331.84	—	—	源头控制

3.4 海绵技术系统集成

项目最大的技术亮点在于各类海绵技术的深度融合和系统集成，形成了“源头控制-过程调节-末端处理”的完整技术链条。这种全过程、全要素的技术应用模式，实现了雨水从“天空到大地”的全程管控，充分体现了系统工程的科学理念。

屋面种植屋面承担着源头减排的重要使命，通过植物截留、土壤吸收等自然过程，实现雨水的初步处理；地面下沉式绿地和透水铺装发挥过程调蓄功能，通过收集、储存、渗透等手段，实现雨水的中间处理；地下渗管系统则担负末端净化职责，确保处理后的雨水达到排放标准。三个层面各司其职、相互配合，构建起立体化、全覆盖的雨水管理网络。

海绵技术与装配式建筑技术的深度融合，更是项目的重大创新突破。通过预制构件的标准化设计、防水系统的优化升级、施工工艺的精心协调，实现了两

种先进技术的完美结合。这种集成化的技术应用模式，不仅提高了工程质量和施工效率，更为绿色建筑技术的发展探索了新的方向。

海绵设施维护管理采用分级管理的科学模式，日常维护、专业维护和技术维护相结合，形成了全方位、多层次的管理体系。这种精细化的管理模式，确保了海绵技术应用效果的长期稳定和持续优化。

4 海绵城市技术应用效果

4.1 径流控制技术效果

项目海绵城市技术应用取得了令人瞩目的优异成效，各项技术指标均超出预期目标。综合雨量径流系数成功控制在 0.51 的理想水平，LID 设施总调蓄容积达到 172 立方米，控制降雨量达到 31.52 毫米，这些数据充分证明了技术方案的科学性和有效性。

年径流总量控制率高达 81.62%，不仅轻松超越了 80% 的设计目标，更为同类项目树立了新的行业标杆；

年径流污染削减率达到 53.05%，充分满足了不低于 50%的技术规范要求。这些优异成绩的取得，是项目团队精心设计和严格施工的结果，也是各项海绵技术措施协同发挥作用的体现。

下沉式绿地作为整个系统的“主力军”，其 22.9%的面积占比和 0.3 的径流系数，对综合径流控制效果发挥了决定性作用。透水停车位虽然面积相对较小，但 0.06 的超低径流系数充分展现了其卓越的技术性能，体现了“好钢用在刀刃上”的设计理念。

4.2 技术集成应用效果

装配式建筑与海绵城市技术的集成应用实现了真

表3 技术应用效果评价表

技术指标	目标值	实现值	技术效果
年径流总量控制率	≥80%	81.62%	达到要求
年径流污染削减率	≥50%	53.05%	达到要求
综合径流系数	—	0.51	控制良好
LID调蓄容积	≥160m ³	172m ³	超出要求
装配率	≥50%	满足要求	技术集成

4.3 技术应用适应性

项目海绵城市技术应用充分体现了良好的适应性和可操作性。技术措施的选择深度契合了高校宿舍的特殊使用需求，设施规模和技术参数经过精心计算和反复验证，确保了应用效果的稳定可靠。下沉式绿地、透水铺装等核心技术措施运行状态良好，维护管理相对简便，具备了良好的可持续性。

“屋面-地面-地下”立体化海绵技术应用模式的成功构建，为破解高密度开发条件下的空间约束难题提供了创新性的解决路径。技术应用的高度标准化和模块化特征，为同类项目的复制推广奠定了坚实基础，展现了广阔的应用前景。

项目在技术创新、工程实践、管理运维等方面积累的宝贵经验，不仅为高校宿舍建设提供了技术参考，更为整个海绵城市建设事业贡献了有益探索。这些经验的推广应用，必将推动海绵城市技术在更广领域的发展和完善。

正意义上的协同创新。种植屋面预制基质模块与装配式构件模数的精确协调，实现了从设计标准化到施工装配化的全过程优化；防水系统技术的创新处理有效破解了装配式结构接缝防水这一行业技术难题，为系统的长期稳定运行提供了可靠技术保障。

海绵技术应用与建筑功能需求的和谐统一，充分体现了“以人为本”的设计理念。下沉式绿地 100-200 毫米的人性化深度设计，既保证了雨水收集的显著效果，又确保了师生使用的绝对安全；透水铺装的功能区域的精准应用，实现了使用功能与生态功能的完美平衡，展现了技术应用的精细化水平。

结束语

湖南第一师范学院学生宿舍 18 号楼项目采取种植屋面、下沉式绿地、透水铺装等一系列海绵城市技术措施，并将屋面雨水引入生态设施，改变了场地雨水原有的快排、直排模式，极大地减少了场地雨水的外排，有效缓解了市政雨水管网的压力。通过计算本项目年径流总量控制率达到了 81.62%，年径流污染削减率达到了 53.05%。

开展高校宿舍海绵城市设计工作时，既要立足项目实际，充分考虑高密度开发的空间约束，严格保证设计方案的适宜性、可行性，也要基于功能性、安全性、经济性等多元思维，对设计成果进行评价与优化。只有这样才能充分保证设计质量，对后续施工建设起到源头性的指导与保障作用。与此同时，应该将海绵城市技术与装配式建筑技术相结合，以达到技术集成和效益提升的双重目标。

参考文献

- [1]王祎昱. 校园海绵城市设计思考与探索——以长沙市湘江新区某学校为例[J]. 低碳世界, 2025, 15(04): 94-96.

- [2]战楠,黄俊雄,于磊,等.北京市海绵城市建设实施路径与成效[J].中国给水排水,2025,41(06):41-45.
- [3]李云龙.海绵城市理念在城市防洪工程中的应用研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(04):190-192.
- [4]仇添一.海绵城市理念指导下的市政道路改造设计实践——以盐城市长亭路道路提升改造设计项目为例[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(06):16-18.
- [5]邵文祯.基于海绵城市理念的道路设计分析——以武汉市南新街为例[J].城市道桥与防洪,2025,(02):63-67.
- [6]李洪书.青岛海绵城市试点建设的经验与思考[J].中国工程咨询,2025,(02):100-104.
- [7]刘念,刘思霖.海绵城市与智慧城市融合——生态智慧共生的城市可持续发展之路[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(03):25-30.
- [8]陈昌津.“海绵城市”在工业建筑项目中的应用[J].山西建筑,2025,51(04):117-121.
- [9]马研.海绵城市技术在别墅项目的设计及研究——以厦门特房樾琴墅项目为例[J].中国住宅设施,2024,(12):19-21.