

Key points of design of civil building water supply and drainage system based on sponge city concept

Ning Li

Zhongsheng Engineering Technology Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract

With the continuous increase in urban construction density and the growing severity of climate challenges, traditional water supply and drainage systems for civil buildings have become inadequate in addressing complex stormwater management issues while overlooking the potential for water recycling. Against this backdrop, the sponge city concept has emerged as a crucial direction for urban renewal and green development. Guided by this philosophy, this paper analyzes key design elements including roof rainwater harvesting, permeable paving, storage systems, rainwater purification, and reclaimed water reuse. Through practical architectural case studies, it demonstrates the feasibility and effectiveness of these solutions, providing theoretical support and practical guidance for future green building designs.

Keywords

sponge city; civil building; water supply and drainage system; design points

基于海绵城市理念的民用建筑给排水系统设计要点

李宁

中晟工程技术有限公司, 中国·河南郑州 450000

摘要

随着城市建设密度不断攀升以及气候问题日益严峻,传统民用建筑的给排水系统设计已然难以应对当下复杂且多变的雨洪挑战,同时也忽略了水资源的循环利用潜力。在此背景状况下,海绵城市理念顺势产生,并且渐渐成为城市更新以及绿色发展的关键方向。本文以该理念作为指引,针对具体的设计要点展开分析与剖析,着重关注屋面雨水收集、透水铺装、调蓄系统、雨水净化以及中水回用等方面,并结合实际建筑场景归纳其可行性与有效性,为后续的绿色建筑设计给予一定的理论支撑以及实践导向。

关键词

海绵城市; 民用建筑; 给排水系统; 设计要点

1 引言

长期以来民用建筑在给排水设计方面主要关注的是排水的速度以及设施的容量,对于雨水的可持续管理问题很少进行深入思考。如今城市内涝频繁发生,治排成本高昂,同时绿色生态理念得到广泛认同,这使得“海绵城市”不再仅仅是城市规划层面的一句标语,而是切实对建筑单体设计产生关键影响的理念。在民用建筑领域,雨水兼具风险与资源两种属性,若对其疏于管理,便会迅速成为一种负担,然而若能对其进行合理利用,它又可成为建筑与自然和谐共生的连接纽带。

【作者简介】李宁(1984-),女,中国陕西宝鸡人,硕士,工程师,从事给排水设计研究。

2 海绵城市理念下民用建筑给排水系统设计原则

2.1 生态优先原则

设计者首先要转变思路,从以往基于“以人为本”的使用便利性着手,逐步过渡到更为综合的“人与自然和谐共生”理念上来。这就说明在考量建筑功能性以及使用安全之际,设计工作还需尽可能减轻人工设施对自然系统的干预,以此促进雨水在就地或者附近达成滞蓄、渗透以及利用^[1]。比如在建筑区布局里引入绿地、植被隔离带以及下沉式雨水花园,这般做可减缓雨水径流峰值,降低下游排水压力,而且还可以净化水质、美化环境,提升居住的舒适性以及环境友好性。这种设计思维着重让水在城市中“留下来”,而非一味地追求快速排走,使得城市如同“海绵”一般,可弹性应对各种降雨状况。

2.2 系统性原则

海绵城市理念的推广及应用使民用建筑给排水设计受

到广泛关注，应着重融合海绵城市理念，让民用建筑的规划及设计更加合理，实现可持续发展的目标。民用建筑并非独立存在，其给排水系统嵌套于城市水循环网络之中，要顾及建筑自身的引排水需求，还需与周边市政雨污系统、绿化设施以及小区外排口等构建有机连接。设计时不能仅着眼于局部优化，而应进行全面考量。比如建筑屋顶若采用雨水收集系统，上面设置绿化或者铺设透水砖，就要思考雨水如何向下引入地下蓄水池，并且与室外绿地、排水沟渠实现有效衔接，最终达成对城市整体水资源系统的友好调节。如此一来，提升了水资源利用效率，又降低了暴雨时排水系统的超负荷风险，防止了城市内涝。

2.3 因地制宜原则

根据建筑行业的发展趋势，应积极融入崭新思路，融合因地制宜的方针，促使着民用建筑给排水系统建设成果更尽人意。针对不同的自然地理状况、所在城市的气候特性，乃至当地现有的管网布局以及历史背景，设计需要灵活进行调整，科学挑选适宜的技术路径。像南方城市降雨量大，雨水回用系统有经济性与实用性，而在北方部分干旱地区，怎样将有限的雨水切实“利用起来”、减少浪费，或许比快速排水更为关键^[2]。又如老城区因道路狭窄、地下设施陈旧，更新难度较大，新技术的应用大多时候受到限制，此时需采用改造型设计策略，从小处入手，分阶段、逐步推进。在这一进程中，如何寻得原有系统与新理念之间的兼容点，需要技术的协同创新，也考验设计者的综合判断能力。

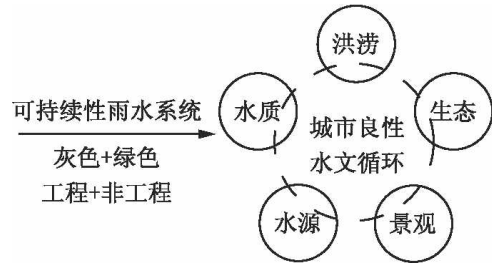
3 海绵城市理念的民用建筑给排水系统设计要点

在海绵城市理念的引导下，民用建筑给排水系统设计备受关注，需从屋面雨水收集系统、地面透水铺装、雨水调蓄设施、雨水净化处理等多个方面加以分析，确定最佳的方案，让民用建筑给排水系统发挥出最大价值。

3.1 屋面雨水收集系统设计方法

屋面作为直接接触天然降水的“收水单元”，在雨水管理系统中起着核心作用，其设计需明确集水效率、调蓄能力与后续处理系统的衔接逻辑。设计时应依据建筑所在区域的年降水量、降雨强度以及雨水水质特点，结合屋面材质、坡度与朝向合理划分汇水区，建议优先采用搪瓷钢板、光滑混凝土板或绿色屋顶等平整、排水效率高的材料，以减少污染附着、提升初期水质^[3]。雨水经落水系统引入初级管网后，应在首汇点附近设置初期弃流装置，一般弃流前 5 至 10 毫米的降雨携带大量浮尘、鸟粪和油膜等污染物，弃流装置需具备自动分流和便于清掏的结构，确保污染物有效截留，防止堵塞和水质恶化。后续净化后的雨水可连接至地下调蓄池、过滤单元或回用系统，在系统中还应设计溢流排水口或高位泄水通道，应对调蓄设施满负荷时的超标雨水排放需求，保证极端天气下排水安全。对于具备承重条件的建筑，

建议设置绿色屋顶，引入轻质基质与本地适生植物，提升滞蓄性能，有效削减径流量、缓释雨峰，并兼具降温隔热与生态美化功能；局部可打造“雨水花园式屋顶”，利用浅盆地形与控制排水层，增强屋顶调蓄和初步净化能力。同时结合垂直绿化，在外立面设置植物墙或藤本绿化，可进一步提升建筑立体绿量，增强雨水拦截与微气候调节效果，实现屋面雨水收集与生态设计的深度融合。



海绵城市设计理念下新型城市雨水利用系统

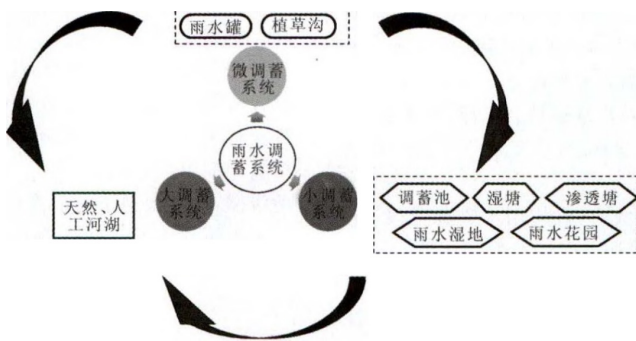
3.2 地面透水铺装技术应用

透水铺装并非仅仅是简单更换砖块这般轻松，其涉及了基底结构的分层规划、材料的颗粒构成、水力特性以及安装压实工艺等诸多方面。基础做法采用自下而上的三层结构：底层是透水碎石基材，有承重与疏导功能；中层为级配碎石，起到蓄水及排水的作用；面层是透水砖或沥青混合物，可保证表面雨水可迅速进入系统。为防止地面长期使用后出现堵塞失效的情况，在铺装前要对铺装区域进行精确高程控制，使周边道路和绿地的坡度保持一致，防止积水或杂质回流。铺设材料应优先选用孔隙度高、抗压能力强的高强透水砖，并且预留合理伸缩缝以适应季节性胀缩。另外还可在透水铺装系统下设置三级过滤层和地基筛网，以此延长使用寿命。这类设计减少了城市的径流总量和洪峰压力，还提升了道路下垫面的水文恢复度，让雨水在局部区域达成“就地调节、就地排放”，从源头上把控了流域总污染负荷^[4]。

3.3 雨水调蓄设施配置方案

调蓄设施一般被划分为地上型、地下型以及组合型这三类，需要依据场地的具体条件来灵活地做出选择。在小区层面，大多时候会采用地上型的调蓄绿地，像下沉式雨水花园、生态植物洼地以及草沟等，借助微地形的设计让雨水可优先在景观设施当中进行停留、调蓄以及渗透，这可起到削减径流峰值、净化初期雨水的效果，还可缓解热岛效应并且提高绿化功能。这类设施可与绿色屋顶以及垂直绿化一同构建起多层次的生态系统，屋顶绿化借助植被与基质来延缓径流并且起到隔热保温的作用，垂直绿化则在有限的空间之内增加绿量，并且拥有滞留雨水、降噪以及改善小气候等诸多优势。对于地面空间比较紧张、开发密度相对较高的区域而言，更加适宜采用地下调蓄系统，比如在地下车库的下方设置钢筋混凝土水池，或者采用装配式 PP 模块调蓄设施。PP 模块有轻质高强、空隙率高以及布置灵活等优点，可在不占

用地表功能的情况下嵌入到城市基础设施当中，同时搭配沉砂、排气以及自动抽排系统来提升运行效率。池体容积的设计应当综合考量“年径流总量控制率”与“设计降雨量”，并且纳入“十年一遇”或者“二十五年一遇”的应急调蓄能力作为冗余储备。为了提升雨水资源化的水平，调蓄系统还应当预留备用出水口以及水质预处理接口，方便与中水回用、园林灌溉等系统协同集成，以此推动海绵城市的可持续建设。



雨水调蓄设施分类示意

3.4 雨水净化处理工艺选择

调蓄可暂时存储雨水，不过在雨水回用之前，要经过净化处理，以此来保证综合水质达到标准，防止出现二次污染。这便涉及到雨水净化处理工艺的选择这一问题。在不同场景需求下，应当选择合适的工艺流程，一般可以分为初级沉淀、筛滤预处理、生物接触、景观过滤等多个层次。对于屋面雨水而言，污染物相对单一，主要是浮尘以及初期泥沙，设计的时候采用格栅加沉淀池就可以了。而对于地表径流或者混合沙化雨水，就需要多级预处理工艺组合，像“雨水弃流阀加多级絮凝沉淀加生物滤池加紫外消毒”等连续流程。在净化系统与雨水回用工程相结合的时候，水质参数要契合地方标准，比如《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》，净化系统应该有长期运维能力以及超负荷保障措施。要是考虑生态景观功能，那么可以引入人工湿地或者植被及滤石混合系统，在净化的同时提高生态美感以及城市亲水体验^[5]。

3.5 中水回用系统集成设计

项目刚开始的时候，系统布局要全面考虑重力回流和主动加压之间的能效平衡问题，一般建议把中水箱放置在半地下或者地下空间里，这个阶段要对设备基础以及管线走向进行调整，保证出口压力可契合系统末端压强不低于

0.15MPa 的需求，并且配备有压力调节功能的变频泵站来适应各种用水场景。等到结构主体完工后，中水系统的管网布局要和生活用水系统清楚区分开，在物理上严格隔离，还要配置防回流阀组、防污染接头以及数字化在线监测仪器，在用户端设置使用终端水质分级切断模块，保证一旦水质出现异常就马上中断供水，彻底杜绝交叉污染的风险。进入安装及调试阶段，系统要有一定的智能化能力，能依据实际用水和回收水的情况动态优化调度策略，一旦检测到雨水回收不足或者运行异常，就要自动切换到市政补水端口，保障使用的连续性并防止运行中断。在运维阶段，中水利用可持续安全高效依赖于前期设计的前瞻性和扩展性，项目一开始就要把中水系统集成当作建筑水环境规划的核心内容之一，要明确界定清晰的水源利用边界以及不同水质的使用优先级，还得在结构及管井中预留未来扩容与升级的接口，给后期系统扩展和技术革新提供足够的物理和系统保障，真正实现节能降耗、安全可靠与经济可持续的有机统一。

4 结语

总之，在海绵城市理念的引导之下，民用建筑的给排水系统设计正慢慢脱离传统“快排直排”的思维模式，朝着更为系统、生态、可持续的发展方向转变。设计要解决功能方面的问题，还要关注生态效益，只有充分明白雨水的流动路径以及每一个环节之间的内在逻辑关系，才可达成建筑与自然的有机融合。未来的建筑要拥有主动“参与”城市水循环的能力，而不是被动“接管”排水任务，这给设计者和管理者提出了更高的要求，同时也为民用建筑的绿色转型提供了更为广阔的实践空间。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 陈金求, 胡志远. 超高层建筑给排水及消防设计分析探讨——以创智云城项目4标段为例[J]. 住宅与房地产, 2024, (23): 48-52.
- [3] 赵靖. 智能化建筑给排水系统的设计与应用——评《建筑给排水设计标准理解与应用》[J]. 人民黄河, 2024, 46 (03): 170.
- [4] 陈利华. 海绵城市建设理念下的城市公园场景化设计策略研究——以深圳前海运动公园为例[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023, (09): 57-60.
- [5] 颜仁骁. 建筑小区海绵城市给排水设计分析——以中国铁建·青秀湾项目为例[J]. 中国住宅设施, 2023, (01): 31-33.