

海绵城市理念下住宅小区雨水收集与再利用系统设计研究

张海林

山东省交通工程监理咨询有限公司 山东 济宁 250000

摘要: 本文聚焦海绵城市理念, 深入探讨住宅小区雨水收集与再利用系统设计。通过分析海绵城市内涵与住宅小区雨水特点, 从系统规划、收集、净化、储存及再利用等环节展开研究, 旨在构建科学合理、高效可持续的雨水收集与再利用系统, 为住宅小区水资源循环利用及海绵城市建设提供理论支持与实践参考。

关键词: 海绵城市; 住宅小区; 雨水收集; 再利用系统

1 海绵城市理念与住宅小区雨水特性分析

海绵城市理念强调城市像海绵一样, 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。这一理念要求城市在规划、建设和运营过程中, 充分考虑雨水资源的自然循环和合理利用, 构建低影响开发雨水系统。住宅小区的雨水特性受到多种因素的影响, 包括小区的地理位置、气候条件、建筑布局、绿化率等。一般来说, 住宅小区雨水具有以下特点: 一是雨水的时空分布不均, 不同季节和地区的降雨量差异较大, 导致雨水资源的可利用性不稳定; 二是雨水水质相对较好, 但受到屋顶、路面等下垫面的污染, 含有一定量的悬浮物、有机物和重金属等污染物, 需要进行适当的净化处理后才能再利用; 三是雨水径流具有一定的峰值流量和冲刷作用, 在降雨过程中可能会对小区的排水系统造成冲击, 引发内涝等问题^[1]。

2 住宅小区雨水收集与再利用系统规划

2.1 整体布局规划

住宅小区雨水收集与再利用系统的整体布局规划是确保系统高效运行的基础。在进行规划时, 需要全面考虑小区的地形地貌、建筑布局和绿化分布等因素。地形地貌决定了雨水的自然流向和汇集区域, 利用小区的低洼地带或绿地作为雨水滞蓄区是一种常见且有效的方法。这些滞蓄区可以在降雨时暂时储存雨水, 减缓雨水径流的流速, 同时通过植物的过滤和土壤的渗透作用, 对雨水进行初步净化。建筑布局影响着雨水收集区域的划分和输送路径的设计。根据建筑物的位置和朝向, 合理确定屋顶雨水收集的范围, 并通过雨水管渠将收集到的雨水引入滞蓄区或雨水储存设施。同时, 要注意雨水管渠的布局应尽量简洁明了, 减少弯头和变径的使用, 以降低水流阻力, 确保雨水能够顺畅输送。绿化分布不仅为小区提供了美观的环境, 还在雨水收集与再利用系

统中发挥着重要作用。结合小区的景观设计, 将雨水储存设施与景观水体相结合, 可以实现一举多得的效果。例如, 在景观水体周边设置雨水收集口, 将周边区域的雨水引入水体中进行储存和净化; 同时, 利用水体周边的绿地和植物进一步净化雨水, 提升水质。这种设计既实现了雨水的储存和再利用, 又提升了小区的景观品质, 为居民创造了更加舒适宜居的居住环境。

2.2 与小区其他系统的协同规划

雨水收集与再利用系统不是孤立存在的, 它与小区的给排水系统、绿化灌溉系统、景观水体系统等密切相关, 需要进行协同规划, 以实现资源的优化配置和高效利用。与给排水系统的协同规划是关键环节。将雨水收集系统与小区的中水回用系统相结合, 可以将经过净化处理的雨水用于小区的非饮用水用途, 如绿化灌溉、道路冲洗、景观补水等。这样不仅可以减少对市政供水的依赖, 降低水资源的消耗, 还能减轻城市污水处理厂的负担。在规划设计时, 要合理设置雨水收集和中水回用的管道网络, 确保雨水能够顺利进入中水处理设施, 并将处理后的中水输送到各个用水点。与绿化灌溉系统的协同规划可以提高水资源的利用效率。根据小区绿化的布局和植物的水分需求, 合理设计雨水灌溉系统。可以采用滴灌、微喷灌等节水灌溉方式, 将雨水均匀地输送到植物根部, 减少水分的蒸发和流失。同时, 结合雨水储存设施的容量和绿化灌溉的用水规律, 制定合理的灌溉计划, 确保在干旱季节能够及时为植物提供充足的水分。与景观水体系统的协同规划要注重水质的维护和生态平衡。将雨水收集后用于景观补水时, 要确保雨水水质符合景观水体的水质要求。可以通过设置前置处理设施, 如沉淀池、过滤池等, 对雨水进行初步净化, 去除其中的悬浮物和较大颗粒杂质。同时, 在景观水体中种植水生植物、放养鱼类等, 构建完整的水生态系统, 利用生态系统的自我净化能力维持水体的水质稳定。此

外,合理设计景观水体的循环系统,增加水体的流动性,也有助于提高水体的自净能力。

3 住宅小区雨水收集系统设计

3.1 屋顶雨水收集

屋顶是住宅小区重要的雨水收集面,具有面积较大、收集雨水水质相对较好的特点。屋顶雨水收集系统的设计主要包括雨水斗、雨水管和初雨弃流装置等关键部分。雨水斗的作用是高效地收集屋顶的雨水,其设计应考虑排水能力和防堵塞性能。常见的雨水斗类型有虹吸式雨水斗和重力式雨水斗,虹吸式雨水斗能够在较短的排水时间内排出大量雨水,适用于大面积屋顶的雨水收集;重力式雨水斗则结构简单,维护方便,适用于小面积屋顶。在选择雨水斗时,要根据屋顶的面积、坡度和降雨强度等因素进行合理选型。雨水管是将收集到的雨水从屋顶输送到初雨弃流装置或雨水储存设施的重要通道。雨水管的设计应保证足够的排水能力,避免在降雨过程中出现积水或溢流现象。同时,要注意雨水管的材质选择,常见的材质有塑料管、钢管和铸铁管等^[2]。塑料管具有重量轻、耐腐蚀、安装方便等优点,广泛应用于住宅小区雨水收集系统;钢管和铸铁管则具有强度高、耐久性好等特点,适用于对管道强度要求较高的场合。初雨弃流装置是确保收集雨水水质的关键设备。在降雨初期,屋顶会积累大量的灰尘、杂物和污染物,这部分雨水的污染程度较高,不宜直接收集进入雨水储存设施。初雨弃流装置能够在降雨初期自动将受污染较严重的雨水弃流,待雨水水质稳定后再将其引入储存设施。初雨弃流量的确定需要综合考虑当地的降雨特性、屋顶材质和污染程度等因素。一般来说,可以通过实地监测或参考相关标准规范来确定合适的初雨弃流量。

3.2 路面雨水收集

路面雨水收集是住宅小区雨水收集的重要组成部分,主要通过设置雨水口、雨水管渠和渗透设施等来实现。雨水口的合理布置是确保路面雨水能够有效收集的关键。雨水口应设置在小区道路两侧、路口和低洼地带等容易积水的地方,其间距应根据道路的坡度、降雨强度和排水能力等因素进行确定。一般来说,雨水口的间距不宜过大,以确保在降雨过程中能够及时收集路面雨水,避免积水现象的发生。雨水管渠是将收集到的路面雨水输送到雨水储存设施或渗透设施的重要通道。雨水管渠的设计应满足一定的排水能力要求,其管径和坡度应根据降雨强度、汇水面积和流速等因素进行计算确定。在设计过程中,要充分考虑雨水管渠的施工和维护

便利性,避免出现过多的弯头和变径,以减少水流阻力,确保雨水能够顺畅输送。为了提高路面的雨水渗透能力,减少路面的不透水面积,可以采用透水铺装材料,如透水砖、透水混凝土等^[3]。透水砖具有良好的透水性和透气性,能够让雨水迅速渗透到地下,补充地下水资源。同时,透水砖的表面纹理丰富,色彩多样,能够提升小区道路的美观度。透水混凝土则是一种由骨料、水泥和水等材料制成的多孔混凝土,具有较高的强度和透水性,适用于小区停车场、广场等大面积铺装区域。采用透水铺装材料不仅可以增加雨水的下渗量,还能缓解城市热岛效应,改善小区的生态环境。

3.3 绿地雨水收集

绿地是住宅小区天然的雨水滞蓄和净化场所,通过合理设计绿地的地形和植被,可以充分发挥绿地的雨水收集和净化功能。下凹式绿地设计是一种有效的雨水收集方式。通过降低绿地的地面标高,使其低于周围路面标高,便于雨水自然流入绿地中进行滞蓄和净化。下凹式绿地的深度应根据当地的降雨特性和土壤渗透能力等因素进行确定,一般以能够容纳一定降雨量的雨水为宜。在下凹式绿地中,可以设置溢流口,当绿地中的雨水超过一定水位时,多余的雨水可以通过溢流口排入雨水管渠,避免绿地积水对植物造成损害。在绿地中种植具有较强吸水和净化能力的植物,如芦苇、菖蒲等,可以进一步提高绿地对雨水的净化效果。这些植物具有发达的根系,能够吸收和吸附雨水中的污染物,同时通过光合作用和微生物的作用,将有机物分解转化为无机物,改善雨水水质。此外,植物的蒸腾作用还能增加空气湿度,调节小区的微气候,为居民创造更加舒适的生活环境。

4 住宅小区雨水净化系统设计

4.1 物理净化方法

物理净化方法主要包括过滤、沉淀和吸附等。过滤是通过设置过滤层,如砂滤层、活性炭滤层等,去除雨水中的悬浮物和部分有机物;沉淀是利用重力作用使雨水中的较大颗粒杂质沉淀到底部,从而达到净化雨水的目的;吸附则是利用吸附剂的吸附作用,去除雨水中的重金属、有机物等污染物。物理净化方法具有操作简单、成本较低等优点,但净化效果相对有限,通常需要与其他净化方法结合使用。

4.2 生物净化方法

生物净化方法是利用微生物和植物的代谢作用,对雨水中的有机物和营养物质进行分解和转化,从而达到净化雨水的目的。常见的生物净化方法包括人工湿地、

生物滞留池等。人工湿地是通过模拟自然湿地的生态系统的结构和功能,在人工建造的基质上种植水生植物,利用植物、微生物和基质的协同作用,对雨水进行净化处理;生物滞留池则是利用填料和植物的过滤、吸附和生物降解作用,去除雨水中的污染物。生物净化方法具有净化效果好、运行成本低、生态效益显著等优点,广泛应用于住宅小区雨水净化处理中。

4.3 化学净化方法

化学净化方法是利用化学药剂与雨水中的污染物发生化学反应,将其转化为无害物质或易于分离的物质,从而达到净化雨水的目的。常见的化学净化方法包括混凝沉淀、氧化消毒等。混凝沉淀是通过向雨水中投加混凝剂,使雨水中的胶体颗粒和悬浮物凝聚成较大的颗粒,然后通过沉淀作用将其去除;氧化消毒则是利用氧化剂如氯气、臭氧等对雨水进行氧化消毒处理,杀灭雨水中的细菌和病毒等微生物。化学净化方法具有净化效果好、处理速度快等优点,但可能会产生二次污染,需要严格控制化学药剂的投加量和处理工艺。

5 住宅小区雨水储存系统设计

5.1 雨水储存设施类型选择

常见的雨水储存设施包括雨水桶、雨水池、地下蓄水池等。雨水桶适用于收集屋顶雨水,具有体积小、安装方便等优点,但储存容量有限;雨水池可以根据小区的实际需求进行设计和建造,储存容量较大,但占地面积较大;地下蓄水池则可以将储存设施设置在地下,不占用地面空间,同时具有良好的保温性能,但施工难度较大,成本较高。在选择雨水储存设施类型时,应综合考虑小区的用地条件、雨水收集量、再利用需求等因素,选择合适的雨水储存设施^[4]。

5.2 雨水储存设施容量设计

雨水储存设施的容量应根据小区的雨水收集量、再利用需求和降雨特性等因素进行合理设计。一般来说,雨水储存设施的容量应能够满足小区在干旱季节一定时间内的非饮用水需求,同时考虑到雨水资源的可利用性和经济性,避免储存设施容量过大造成浪费。可以通过建立雨水水量平衡模型,对小区的雨水收集量、蒸发量、渗透量、再利用量等进行计算和分析,从而确定雨水储存设施的合理容量。

6 住宅小区雨水再利用系统设计

6.1 绿化灌溉

将经过净化处理的雨水用于小区的绿化灌溉是雨水再利用的主要方式之一。通过设置灌溉管网和喷头等设备,将雨水均匀地喷洒在绿地和植物上,满足植物的生长需求。与传统的市政供水灌溉相比,雨水灌溉具有节水、环保、成本低等优点,同时还可以改善土壤结构,提高植物的抗逆性。

6.2 景观补水

住宅小区的景观水体如人工湖、喷泉等需要定期补充水量,以维持水体的生态平衡和景观效果。将雨水收集后用于景观补水,不仅可以减少对市政供水的依赖,还可以降低景观水体的运行成本。在将雨水引入景观水体之前,应确保雨水水质符合景观水体的水质要求,避免对水体生态环境造成破坏。

6.3 道路冲洗和厕所冲洗

经过适当净化处理的雨水还可以用于小区的道路冲洗和厕所冲洗等用途。通过设置专门的供水管道和用水设备,将雨水输送到需要用水的地方,实现雨水的资源化利用。这不仅可以节约水资源,还可以减少污水排放,降低对环境的影响。

结束语

未来的研究可以进一步聚焦于降低系统建设成本、提高居民环保意识、完善后期运行维护管理机制等方面,推动住宅小区雨水收集与再利用系统的广泛应用和可持续发展。同时,随着科技的不断进步,新的雨水收集、净化和再利用技术将不断涌现,应加强对这些新技术的研究和应用,不断提升住宅小区雨水收集与再利用系统的性能和效益。

参考文献

- [1]李伟.基于海绵城市理念的建筑设计方式研究[J].山西建筑,2021,47(19):10-12.
- [2]姚乐.海绵城市建设中老旧小区雨污分流改造设计探讨[J].中国设备工程,2021(16):191-192.
- [3]黄铸颖.探讨海绵城市在珠三角城市建筑与小区的设计应用[J].科技创新与应用,2021,11(20):95-97.
- [4]张其宏.海绵城市理念在住宅小区景观设计中应用探析[J].中国住宅设施,2021(06):57-58.