

城市雨水资源利用在建筑给水排水系统设计中的应用分析

吕春曼

广西客家工程设计有限公司

摘要: 本文旨在探究城市雨水资源利用在建筑给水排水系统设计中的应用分析及其对城市可持续发展的意义和作用。首先介绍了城市雨水资源利用的背景和建筑给水排水系统的基本概念。随后,针对城市雨水资源利用在建筑给水排水系统设计中的应用进行了详细分析,包括建筑雨水收集系统设计原则、集成设计、与传统供水系统的比较分析等。最后,本文提出了城市雨水资源利用的发展前景和挑战,并探讨了政策和技术支持对其发展的重要作用。本文可为城市雨水资源利用与建筑给水排水系统的集成设计提供理论和实践参考。

关键词: 城市雨水资源; 建筑给水排水; 水资源利用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.05.106

城市化进程的加速使得城市规模和人口密度不断增加,水资源供应问题日益凸显。与此同时,城市雨水资源被大量排放,容易造成城市洪涝灾害,加剧城市生态环境恶化。因此,研究城市雨水资源的利用已经成为当今城市可持续发展的一个重要课题。建筑是城市雨水资源的一个重要利用载体,建筑给水排水系统的设计对城市雨水资源的利用和环境保护具有重要作用。然而,当前我国城市建筑给水排水系统中对雨水资源的利用率仍然较低,面临着能源消耗大、水资源浪费、污染物排放等问题,迫切需要进行研究和探索^[1]。探究城市雨水资源在建筑给水排水系统设计中的应用分析,可以促进城市雨水资源的综合利用,增加城市水资源供给量,缓解城市水资源短缺的问题。此外,通过建筑雨水收集和利用,可以减少城市雨水径流的量,降低洪涝灾害的发生率,因此,深入研究城市雨水资源在建筑给水排水系统设计中的应用分析,对推动城市水资源可持续利用和促进城市可持续发展具有重要的理论和实践意义。

一、城市雨水资源利用概述

(一) 城市雨水资源利用定义和范围

城市雨水资源利用是指在城市环境下,通过一系列的技术手段,将雨水收集、处理和利用起来,用于替代传统的自来水供应系统,以实现城市水资源的可持续利用和管理。城市雨水资源的范围包括建筑屋顶、道路、广场、公园等城市地表面积,以及城市地下水、雨水花园、湿地等雨水处理设施。

在城市雨水资源利用技术中,建筑雨水收集利用技术是目前最为成熟和普遍采用的一种,可以在很大程度上缓解城市水资源短缺问题。同时,城市雨水资源利用也能够减少城市径流的冲击和污染,提高城市生态环境质量,促进城市可持续发展^[1]。

综上所述,城市雨水资源利用是一种重要的水资源管理方式,可以在保障城市用水的同时,改善城市生态

环境质量,推进城市可持续发展。

(二) 城市雨水资源利用技术分类

城市雨水资源利用技术可分为雨水收集、净化处理和利用三个方面。根据具体应用场景的不同,可以将其进一步细分为不同的分类。

表1 城市雨水资源利用技术分类

| 技术分类 | 技术介绍 |
|--------|---------------------------------------|
| 雨水收集技术 | 建筑屋面收集技术、道路和广场收集技术、景观和绿化收集技术、地下水收集技术 |
| 净化处理技术 | 人工湿地净化技术、生物滤池技术、反渗透技术、紫外线消毒技术、臭氧氧化技术 |
| 利用技术 | 直接利用技术、间接利用技术、地下水补给技术、景观水体构建技术、防洪措施技术 |

其中,建筑屋面收集技术是城市雨水资源利用技术中最为成熟和普遍采用的一种。建筑屋面收集系统主要由屋面集水系统、雨水储存设施、雨水净化处理设施和配管系统等组成,如图1所示。道路和广场收集技术则主要通过路面排水系统,将道路和广场上的雨水进行收集和储存。人工湿地净化技术则是利用湿地植物和微生物对污水进行处理的一种技术。直接利用技术包括景观和农业灌溉等,间接利用技术则包括城市绿化和地下水补给等。

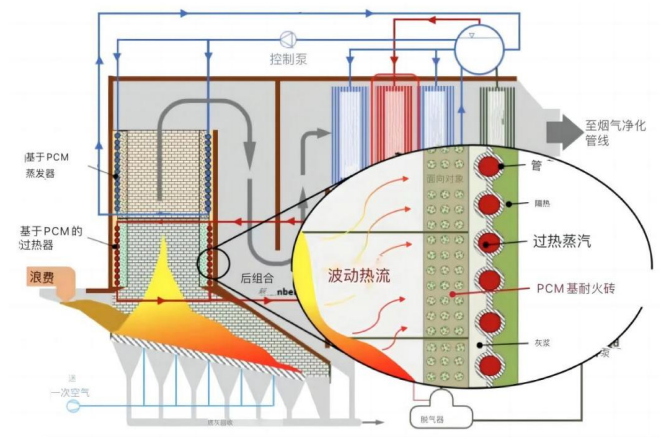


图1 建筑屋面雨水净化系统

随着城市雨水资源利用技术的不断发展和完善,越来越多的新型技术不断涌现。例如,基于智能控制和数据分析的城市雨水管理系统,以及利用新型材料和技术进行雨水净化和利用的新型技术。这些新型技术的出现,为城市雨水资源利用技术的发展和应用提供了更多的选择和可能性。

(三) 应用现状和发展趋势

城市雨水资源利用是可持续发展的重要方向之一，具有节约水资源、减少城市洪涝灾害和环境保护等显著优势。目前，国内外已经出现了多种城市雨水资源利用技术，并且已经在不同程度上得到了应用。

在国内，城市雨水资源利用得到了政策的支持和鼓励，相关法律法规逐步完善，各种城市雨水资源利用技术也在不断发展和应用。例如，中国建筑标准设计研究院出版的《建筑节能技术规范》中，对于建筑屋面、地面、道路雨水的收集和利用提出了详细的规定和标准。同时，一些地方政府也出台了相关的奖励政策，鼓励居民和企业采用城市雨水资源利用技术。

在国际上，城市雨水资源利用技术也在不断推广和应用。例如，澳大利亚、新加坡等国家已经将城市雨水资源利用技术纳入国家的水资源管理体系中。新加坡更是通过政策引导和技术创新，将城市雨水资源利用率提高到了55%以上。此外，欧洲、美国等国家和地区也在大力推广城市雨水资源利用技术，并且在政策和技术方面都取得了一定的进展。

未来，随着城市化进程的加快和水资源日益紧缺的形势，城市雨水资源利用将会越来越受到重视。在技术方面，随着科技的不断进步，城市雨水资源利用技术将会更加成熟和智能化，例如智能控制、物联网等技术的应用将会为城市雨水资源利用带来新的机遇和挑战。

二、建筑给水排水系统设计基础

（一）建筑给水排水系统概述

建筑给水排水系统是建筑物内部的一种基础设施，用于提供清洁的饮用水和有效地排放污水和废水。这种系统的设计和建造需要考虑多种因素，如水质要求、安全性、环境保护、建筑结构等^[2]。同时，给水排水系统的性能也受到管道材料、管径、布局、阀门和泵等设备的影响。

建筑给水排水系统的设计需要遵循相关的国家标准和规范，例如中国的《建筑给水排水设计规范》（GB 50015-2015）和《建筑给水排水工程施工及验收规范》（GB 50242-2002）。这些规范对给水排水系统的设计、安装、调试、验收等方面提出了具体要求，以确保系统的可靠性和安全性。

在建筑给水排水系统中，给水系统通常包括水源、水箱、管道和配件等组成部分^[3]。水源可以是自来水、地下水、雨水等，需要经过处理和过滤后才能供给建筑物内的用户使用。水箱是给水系统的重要组成部分，用于储存和平衡水压，避免水压过大或过小。管道和配件是连接各个部分的关键，管道需要选择合适的材料和直径，以满足水流量和压力的要求。在建筑给水系统中，需要设置各种阀门、流量计等装置，以便对水流进行控制和监测。

排水系统通常包括排水管道、排水设备和排放口等部分^[4]。排水管道可以分为污水管道和雨水管道，前者用于排放卫生间、厨房等产生的废水，后者用于排放雨水和地面积水。排水设备包括下水道、地漏、水封管、隔油池等，用于收集和处理废水。排放口是废水流出系统的终点，需要设置合适的排放口和防止污水反流的措

施。

（二）建筑给水排水系统设计基本原则

1. 安全可靠原则

建筑给水排水系统的设计需要考虑到系统的安全可靠性，包括水质安全、水流稳定性、防污染措施等方面。设计时需要合理考虑系统的结构和布局，以确保系统的运行安全和可靠性。

2. 经济性原则

建筑给水排水系统的设计需要考虑到经济性，即在保证系统功能的前提下，尽可能降低系统的成本^[5]。设计时需要根据具体情况进行综合考虑，选择适当的材料和设备，进行合理的布局和设计，以降低系统的投资和运行成本。

3. 适用性原则

建筑给水排水系统的设计需要考虑到系统的适用性，即根据具体情况选择适当的系统类型和设备，以满足不同的使用需求和水质要求。设计时需要根据建筑物的功能和使用情况进行综合考虑，确保系统的适用性和功能性。

4. 可维护性原则

建筑给水排水系统的设计需要考虑到系统的可维护性，即在设计时需要考虑系统的维修和保养需求，选择易于维修和保养的材料和设备，并进行合理的布局和设计，以确保系统的正常维护和运行。

（三）建筑给水排水系统设计中的节水原则

建筑给水排水系统设计中的节水原则是建筑节能的重要组成部分，它通过减少建筑用水和排水损失，实现可持续水资源利用和环境保护^[6]。下面从供水和排水两个方面，阐述建筑给水排水系统设计中的节水原则。

1. 优化供水系统设计

采用高效节水设备，如节水龙头、节水淋浴喷头、低流量马桶等，减少用水量。其中，节水龙头采用自动感应或限制水流的技术，可以减少60%~70%的用水量，低流量马桶比传统马桶可以减少20%的用水量。

合理布局供水管道，降低供水管道长度和压力损失，减少能耗。采用垂直供水和二次供水系统，可实现循环供水，降低供水量。

采用水资源管理系统，根据实际需求控制供水量，实现智能化管理，节约用水。

2. 排水系统设计中的节水原则

采用高效的排水设备，如低流量洗衣机、喷淋系统等，降低用水量和排污量。低流量洗衣机比传统洗衣机可减少50%的用水量。

合理设计排水管道和排污设备，避免堵塞和水流不畅问题，减少排污量和用水量。

利用雨水回收系统，将雨水用于植物浇灌、冲厕所等，减少用水量。

3. 智能化水管理系统

智能化水管理系统可以通过实时监控水的使用情况，提高用水效率，降低水资源消耗。具体措施包括：

安装智能水表和水质检测设备，实时监控水的使用量和水质状况，发现问题及时调整用水量和水质，减少

浪费和污染。

利用水资源信息化管理系统，实时监控供水、排水、再利用情况，提高水资源利用效率。

三、城市雨水资源利用在建筑给水排水系统中的应用分析

(一) 建筑雨水收集系统设计原则

采用合适的收集面积，如建筑屋面、园林、道路等，选择合适的材料和设备，如雨水收集槽、过滤器等，确保收集的雨水符合使用标准。

制定合理的收集计划和管理方案，包括定期清洗、维护和修缮，确保雨水的质量和安全。

设计适当的雨水存储和利用系统，如地下蓄水池、雨水花园、冲厕所等，根据实际需求设计，确保雨水的充分利用。

(二) 城市雨水资源利用与建筑给水排水系统的集成设计

设计雨水再利用系统，将收集的雨水用于植物浇灌、公共绿化、消防用水等方面，减少水用量和排水量。

利用雨水进行建筑冷却系统，降低空调的负荷，节约能源。

利用雨水进行城市景观设计，打造雨水花园、雨水湖等，提高城市生态环境和景观价值。

(三) 建筑雨水利用系统与传统供水系统的比较分析

表2 建筑雨水利用系统与传统供水系统的比较分析

| 比较项目 | 建筑雨水利用系统 | 传统供水系统 |
|---------|---|--|
| 负荷缓解 | 可以有效减轻城市排水系统的负荷，缓解城市内涝等问题。 | 无法缓解城市排水系统的负荷，导致城市内涝等问题。 |
| 缓解水资源短缺 | 可以降低城市供水压力，缓解城市水资源短缺问题。 | 无法缓解城市供水压力，加重城市水资源短缺问题。 |
| 用水成本 | 可以降低建筑物对传统自来水的依赖程度，降低建筑物的用水成本。 | 传统自来水系统的用水成本较高。 |
| 投资和维护成本 | 可以减少传统自来水系统所需的投资和维护成本。 | 传统自来水系统需要大量投资和维护成本。 |
| 水质稳定性 | 受到建筑物屋面和收集管道的影响，水质通常较为清洁。但在储存和利用过程中，水质容易受到污染，需要进行相应的处理。 | 传统自来水系统的水质经过专门的处理后，水质较为稳定，符合国家标准。 |
| 生态环境影响 | 可以利用可再生资源，减少对环境的破坏，符合可持续发展理念。 | 传统自来水系统需要对水资源进行大量的开采和加工，会产生大量的废水和废气，对环境造成不良影响。 |

(四) 案例分析

某研究团队对北京某住宅小区进行了雨水资源利用方案的设计和实施。该小区共有三个地下储水池，总储水量为800立方米。雨水经过自然降解、网格过滤、细

菌过滤等处理后，通过管道输送至储水池进行存储。在需要用水的时候，可将储水池内的雨水进行处理后用于景观绿化、地下室冲洗等用途。

通过实施雨水资源利用方案，该住宅小区的用水量得到了明显的降低。根据研究团队的统计，实施方案后，小区总用水量从2014年的1289392吨降至2015年的1089000吨，同比下降15.56%。其中，自来水用量从2014年的1227710吨降至2015年的1015500吨，同比下降17.32%；雨水利用量从2014年的61682吨增加至2015年的73500吨，同比增长19.11%。

同时，雨水资源利用方案还对城市环境产生了积极的影响。通过减少对自来水的依赖，该方案降低了自来水的抽取量，减轻了城市水资源的压力，有利于城市可持续发展。此外，雨水资源的利用还可以减轻城市排水系统的负荷，缓解城市内涝等问题。

四、总结和展望

本文介绍了城市雨水资源利用在建筑给水排水系统设计中的应用分析，并探讨了其对城市可持续发展的意义和作用。先介绍了城市雨水资源利用的定义、技术分类、应用现状和发展趋势，然后介绍了建筑给水排水系统的基础和设计原则。针对城市雨水资源利用在建筑给水排水系统设计中的应用，详细分析了建筑雨水收集系统设计原则、集成设计、与传统供水系统的比较分析等，并结合实际案例进行了说明，提出了城市雨水资源利用的发展前景和挑战，并探讨了政策和技术支持对其发展的重要作用。

城市雨水资源利用在建筑给水排水系统设计中的应用是城市可持续发展的重要组成部分。未来，随着城市化进程的加快和水资源短缺问题的加剧，城市雨水资源利用将会得到更广泛的应用。同时，应加强政策和技术支持，推广城市雨水资源利用技术，并提高公众的环保意识。此外，需要进一步研究城市雨水资源的质量问题，完善城市雨水资源利用的技术和管理体系，以推动城市雨水资源利用的可持续发展。

参考文献

- [1]王云, 龚云鹏, 何源, 等. 城市雨水资源利用技术发展现状及趋势分析[J]. 环境科学与管理, 2021, 46(4): 73-77.
- [2]张峰, 王涛. 城市雨水资源利用技术现状与发展趋势[J]. 建筑节能, 2018(6): 49-51.
- [3]王翰宇, 刘锦龙, 马彦红. 城市雨水资源利用技术研究进展[J]. 城市建筑, 2019(15): 66-69.
- [4]张鹏飞, 吴福利, 邓瑶, 等. 建筑雨水利用技术研究综述[J]. 环境科学与管理, 2019, 44(5): 152-156.
- [5]赵冬, 李莎, 马丽丽, 等. 城市雨水资源利用的可行性及政策支持研究[J]. 北京市建筑工程学院学报, 2018, 35(4): 62-65.
- [6]贾伟, 钟小慧, 马恺, 等. 基于景观设计思想的城市雨水资源利用与建筑环境整合研究[J]. 城市建筑, 2020, 18(2): 66-69.