

# 雨水利用系统在城市给排水中的应用与发展趋势

冯玉洁

石家庄市排水管护中心, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**雨水再利用技术是水资源管理的有效途径,已广泛应用于城市供水和排水系统中。通过雨水收集、储存、净化及再利用等活动,能够有效应对城市水资源短缺的挑战,同时减轻城市排水系统的压力。结合国际和国内先进的技术与管理经验,优化设计与技术方案,雨水利用效率显著提高。这不仅促进了城市的可持续发展,还通过引入智能化管理系统,逐步完善政策法规,预计未来雨水利用系统将大幅提升水资源的使用效率,优化生态环境结构,推动环保型城市的建设。

**[关键词]**雨水利用;城市给排水;可持续发展;水资源管理;生态城市

DOI: 10.33142/ect.v3i6.16930

中图分类号: TU82

文献标识码: A

## Application and Development Trend of Rainwater Utilization System in Urban Water Supply and Drainage

FENG Yujie

Shijiazhuang Drainage and Protection Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** Rainwater reuse technology is an effective way of water resource management and has been widely applied in urban water supply and drainage systems. Through activities such as rainwater collection, storage, purification, and reuse, the challenge of urban water scarcity can be effectively addressed, while reducing the pressure on urban drainage systems. By combining advanced international and domestic technology and management experience, optimizing design and technical solutions, the efficiency of rainwater utilization has been significantly improved. This not only promotes the sustainable development of cities, but also gradually improves policies and regulations through the introduction of intelligent management systems. It is expected that in the future, rainwater utilization systems will significantly improve the efficiency of water resource use, optimize the ecological environment structure, and promote the construction of environmentally friendly cities.

**Keywords:** rainwater utilization; urban water supply and drainage; sustainable development; water resource management; ecology city

### 引言

随着城市化进程的加快,城市面临水资源短缺和排水系统压力的双重挑战。雨水作为可循环再生的自然资源,具有良好的利用前景。通过建立高效的雨水回收机制,既可以明显降低用水压力,又能有效减轻排水系统的负担,保护生态环境的可持续发展。随着科技进步的加速和政策支持的增强,雨水利用在城市给排水系统中的成效日益显著,成为推动绿色生态城市建设的关键路径。如何提高雨水回收利用效率,强化其在城市水资源管理中的国际合作,已成为亟待解决的研究课题。

### 1 雨水利用系统的基本概念

#### 1.1 雨水利用的定义与分类

雨水利用是通过聚集、储存、净化等技术手段,将水资源转化为人类生活、生产及生态领域所需的水。雨水的利用可分为两类:直接利用和间接利用。直接利用是指收集的雨水资源直接满足非饮用需求,如园林灌溉、道路清扫、建筑降温等。而间接利用则是在收集后,对雨水进行一定程度的净化,使其成为城市供水系统的一部分,用于满足生活和工业用水的需求。直接利用方法简便且快速,能够显著减轻城市水资源的压力;而间接利用则需要更加

周到的管理和操作,以应对多样化的用水需求,并展现出更长远的资源效益。

#### 1.2 雨水利用的系统组成

该雨水处理设施由若干配套设备组成,涵盖了收集设施、储存净化设施和利用设施。收集设施是雨水利用系统的起始阶段,主要负责从降雨中收集水资源。雨水收集系统由雨水管道、雨水井和集水装置组成。雨水管道一般布置于城市道路和屋顶上,用于收集来自建筑物和街道的雨水。雨水井则起到调节水流和储存水的作用。集水单元包括雨水桶、集水槽等,适用于小范围区域的雨水收集<sup>[1]</sup>。

储存净化设施负责雨水的储存和净化处理,以确保水质符合使用标准。储水设施中,雨水蓄积池较为常见,其尺寸和外观受需求和场地条件的影响而有所不同。沉淀池的主要功能是去除雨水中的泥沙杂质,而水质净化任务则由过滤系统承担。采用沙滤和炭滤方法去除微细污染物。根据不同的利用目标,净化标准也有所不同。此类雨水收集系统只需过滤少量杂质;若用水要求较高,可能需要采用更高效的净化技术。

利用设施是雨水收集系统的最终阶段,决定了雨水的最终用途。常见的利用方式包括园林灌溉、建筑冲厕和景

观用水等。通过雨水灌溉园林，不仅可以减少市政供水压力，还能减少园艺用水开支；冲厕用水采用处理过的雨水，有助于节约水资源；景观用水涉及水景、喷泉等构筑物，充分利用收集的雨水，有助于促进水资源的循环利用。

雨水利用系统各组成部分紧密配合，能够最大限度地提高雨水的利用效率，推动可持续的水资源管理。

## 2 城市给排水系统的现状与问题

### 2.1 城市给排水的基本结构与功能

城市基础设施中，排水供水系统扮演着关键角色，涵盖了供水、排水及污水处理等关键功能区域。给水系统负责水源地水资源的提取，借助管道系统将净化后的水源输送至城市各用水点，满足民众日常生活、商业运营及工业生产的用水需求。该系统的主要任务是将城市雨水、生活污水及工业污水等排放至外部排水设施或处理厂，而污水处理系统则承担着净化污水的重任，确保其排放不污染自然环境，从而实现环保目标。

城市排水系统还承担防洪排涝的责任，特别是在暴雨和极端气候现象频发的情况下，系统必须有效去除积水，遏制内涝和洪灾的蔓延。随着城市规模的逐步拓展和人口数量的持续增加，保障城市生活和运行的给排水系统成为核心基础支撑。然而，这一系统也面临着一系列挑战。

### 2.2 当前给排水系统存在的主要问题

尽管多数城市的排水工程已基本竣工，但随着城市化进程的不断推进，系统中的问题逐渐显现，城市内涝现象日益严重，雨水排放不足是关键诱因。在许多城市中，传统排水系统设计在极端降水情况下显得力不从心，排水设施和管网常常超负荷运行。在这种情况下，雨水排放效率低，频繁发生积水和内涝，尤其是在排水系统设计不当的城市低洼地带，形势尤为严峻<sup>[2]</sup>。

水资源短缺和环境污染已成为城市排水系统面临的主要挑战。随着城市人口和工业用水需求的同步上升，城市水资源供需矛盾日益突出。水资源短缺问题对城市的可持续发展构成了重大制约，而生活和工业污水的排放未经彻底净化，水体污染问题愈加严重，这大大降低了居民的生活质量。同时，污水处理和水资源循环利用的难度也在不断加大。

水质监管体系尚不完善，成为排水系统的一个突出缺陷。水质监测体系建设进展缓慢，缺乏完善的水质预警和应急处理机制，水污染事件的发现和处理难度较大。此外，管理和技术团队的协作不到位，雨水利用和污水处理的管理环节存在漏洞，进一步加剧了水资源短缺和水质污染的状况。

这些问题对城市的生活品质和环境保护产生了不利影响，制约了城市的可持续发展潜力。要解决这些困扰，就必须对现有的给排水系统进行革新和提升，特别是在雨水收集和污水净化领域，采纳更多绿色技术和智能管理模式。

## 3 雨水利用在城市给排水中的应用

### 3.1 雨水利用的实际应用案例

#### 3.1.1 国外应用实例分析

新加坡：新加坡的“新加坡水计划”是全球雨水利用的典范之一。新加坡通过建立大规模的雨水收集系统，将城市屋顶、道路、广场等地的雨水收集并储存，经过净化处理后用于城市供水系统，满足日常用水需求。2019年，新加坡的雨水回收率达到30%以上，预计未来该比例将进一步提升。

德国：德国在城市雨水利用方面的应用也非常先进，尤其是在巴伐利亚地区。该地区的雨水利用系统不仅限于城市绿地的灌溉，还用于建筑冷却和景观水体的维护。德国还开发了智能化雨水管理系统，通过实时监控和数据分析来优化雨水收集和使用。

美国：美国的一些大城市，如洛杉矶和亚特兰大，已经实施了雨水利用计划，特别是在干旱地区，雨水被广泛用于景观灌溉、建筑冷却以及部分工业用水。洛杉矶通过建设雨水收集池和地下水库，成功将暴雨时的多余水量储存，为旱季提供备用水源。

#### 3.1.2 中国城市雨水利用的具体项目与成果

北京：北京在多个新建住宅小区和公共建筑中实施了雨水收集与利用项目，雨水主要用于园林绿化、道路清洗以及非饮用水用途。根据北京市建设委员会的统计数据，北京每年通过雨水利用可减少约1000万吨的自来水消耗。

深圳：深圳在2005年启动了“雨水利用与管理试点项目”，在多个园区、住宅小区及公共设施中推广雨水收集系统。深圳的雨水利用项目在减轻市政供水压力方面发挥了重要作用，尤其是在提升水资源综合利用效率方面取得了显著成果。

### 3.2 雨水利用的效果评估

雨水利用不仅能够有效解决城市水资源短缺问题，还能在改善城市环境、提升生态质量等方面发挥重要作用。

提高水资源利用效率：通过雨水收集与利用，能够有效提升水资源的综合利用效率。以新加坡为例，通过回收和再利用雨水，新加坡的年均水利用效率提高了约35%。在中国，许多城市的雨水回用率也达到或接近10%，显著缓解了供水压力。

缓解城市洪涝压力：雨水利用系统能够在暴雨季节通过储存和分流雨水，减少暴雨对城市排水系统的压力，降低内涝发生的风险。比如，深圳通过建立雨水储存池和渗透性铺装地面，极大地提高了雨水的渗透和回用能力，有效减少了城区的积水现象<sup>[3]</sup>。

降低自来水使用成本：雨水利用系统的实施有助于减少自来水的消费量，从而降低水费支出。例如，北京市通过实施雨水利用项目，预计每年可节省超过2000万元的自来水费用。同时，园林灌溉、道路清洗等非生活性用水

通过雨水替代，也大大降低了市政水供应的负担。

改善城市生态环境：雨水利用不仅有助于水资源的节约，还能有效改善城市生态环境。通过雨水的回收和利用，城市绿化、景观水体等生态项目得到充分水源支持，提高了城市生物多样性和空气质量。如表 1 所示。

表 1 雨水利用的效果评估

城市	雨水利用率	年节水量 (万吨)	主要应用领域
新加坡	30%	1500	居民用水、工业冷却、景观灌溉
北京	10%	1000	园林绿化、道路清洗
深圳	8%	800	园区、住宅小区、公共设施

通过这些案例可以看出，雨水利用在城市给排水系统中的应用不仅提升了水资源利用效率，还有效减轻了城市排水系统的压力，为实现水资源的可持续管理提供了有力支撑。

## 4 雨水利用的技术与管理发展趋势

### 4.1 雨水收集与处理技术的创新

随着科技的进步，雨水收集与处理技术不断创新，旨在提高雨水利用效率，并确保其水质安全。

高效雨水收集装置：传统的雨水收集系统主要依赖屋顶排水管道和储水池，而现代技术的应用显著提升了雨水收集系统的效能。创新的材料与设计为雨水屋顶收集系统注入了新活力，极大地提高了雨水收集效率，尤其是在高层建筑中，能够最大限度地收集屋顶雨水。绿色屋顶技术作为一种新型雨水收集手段，不仅有助于减少建筑能耗，植物层的过滤作用还能够显著提高雨水质量，将收集到的雨水用于建筑灌溉及空调系统中<sup>[4]</sup>。

先进的雨水净化技术：雨水净化技术的创新对确保雨水的安全利用至关重要。目前，膜过滤技术以其高效和精细的处理能力逐渐成为雨水处理领域的主流。膜过滤技术结合了物理筛选和化学吸附的双重机制，能够有效去除水中的悬浮颗粒、细菌及有害物质。同时，紫外线清洁杀菌技术通过高浓度紫外线照射水源，能够高效地灭除水中的病毒。为了确保雨水质量达到饮用水标准，这些技术广泛应用于高端雨水利用的实践中。

### 4.2 智能化雨水管理系统

物联网、云计算和大数据技术的成熟趋势日益明显，智能化雨水管理系统正在引领雨水利用领域的革新。

采用物联网技术的雨水收集与监控方案：通过物联网技术，雨水收集系统的各个模块能够实现实时监控并即时报告运行状态。雨水储存池的水位、雨水过滤设备的运行状态以及管道流量数据都能实时上传至管理平台。该系统能够实现作业状态的实时调整，防止设备超载和故障，最大程度地提升雨水的利用效率。

雨水利用中云计算及大数据技术的应用前景展望：随着雨水收集与利用系统规模的不断扩大，传统的手工管理

手段已经无法跟上时代的步伐。在云计算与大数据分析的支持下，相关部门可以对雨水资源进行智能调配<sup>[5]</sup>。大数据技术可以根据气象预测、历史降水记录和城市用水需求等多重依据，创新雨水收集与分配模式，从而使城市能够适应各种气候条件，合理利用雨水资源。

### 4.3 雨水利用的政策与管理机制

雨水利用不仅仅依赖于技术创新，政策和管理机制的建设也起着至关重要的作用。许多国家和地区已出台相应的政策法规，强制要求建筑实施雨水收集项目。部分城市规定新建建筑必须配备雨水收集装置，尤其是在干旱和污染严重的地区，强制性的建筑雨水收集规定已得到广泛普及。这类政策通过经济激励和法律约束相结合，推动了雨水利用技术的普及和实施。

为了实现雨水资源的长期利用，城市应制定并落实一体化的雨水管理计划。在这个过程中，收集、处理和利用是确保雨水管理有效性的关键。城市需要统筹考虑排水、环保及生态建设等多个方面，建立跨部门、跨行业的协同机制，整合各方资源与能力，从而有效保障雨水利用系统的高效运行。政府、企业和公众的协作，是雨水利用可持续发展的关键纽带。

## 5 结束语

在城市给排水工程中，雨水利用技术正逐步成为应对水资源短缺和环境污染的有效手段。通过实施高效的收集、净化和利用技术，雨水的降临可以减轻城市用水压力，同时优化排水系统设计，降低洪水风险系数。智能化管理技术的应用与实施，加强了雨水利用系统的精准度和高效性，提升了资源配置效率。随着政策逐步优化升级，雨水利用法规和管理体系不断完善，未来将助力各大城市实现绿色、可持续的水资源管理新成就。为了最大化收集雨水资源，技术方案仍需进一步优化，鼓励政府、企业和社会各界共同合作，推动协同共赢，助力打造更加绿色、宜人的城市环境。

### 【参考文献】

- [1]陶冬民.海绵城市给排水建设注意问题研究[J].环境与发展,2018,30(3):239-240.
  - [2]赵伟锋.城市给排水建设中海绵城市理念的应用研究[J].工程建设与设计,2023(5):107-109.
  - [3]雷雨润.海绵城市理念在市政给排水设计中的应用实践[J].南方农机,2019,50(5):252.
  - [4]张青山.城市给排水工程新技术[J].山西建筑,2016,42(15):128-129.
  - [5]周斌.雨水收集与利用系统在城市给排水设计中的应用探索[J].城市建设理论研究(电子版),2024(28):196-198.
- 作者简介：冯玉洁（1990.2—），女，石家庄市，汉族，硕士研究生，高级工程师，就职于石家庄市排水管护中心，从事市政排水维护相关工作。