

# 建筑给排水系统中的污水回用技术及其应用研究

崔少帅

中睿恒石(北京)工程咨询有限公司, 北京 100000

**摘要:** 随着水资源问题日益严重, 建筑污水回用技术逐渐成为建筑设计中的重要组成部分。本文针对建筑给排水系统中的污水回用技术进行了详细分析, 首先回顾了污水回用技术的发展历程, 随后介绍了物理法、化学法和生物法等常见的污水处理技术及其在建筑中的应用。通过分析国内外的典型案例, 展示了污水回用系统在实际建筑中的应用效果及其优势。最后, 结合技术创新和智能化管理的趋势, 探讨了未来污水回用技术的发展方向。本文旨在为推动建筑污水回用技术的普及和提高提供理论支持与技术参考。

**关键词:** 建筑给排水系统; 污水回用技术; 水资源管理

DOI: 10.63887/fet.2025.1.4.9

## 1 引言

随着全球水资源日益紧张, 水的可持续利用成为各国政府和社会关注的重点问题。在建筑行业, 节水型社会的建设要求不断提升建筑给排水系统的水资源利用效率。污水回用技术, 作为一种节水的重要手段, 逐渐成为建筑给排水系统中的一项核心技术。通过对建筑内部产生的污水进行处理和再利用, 不仅有效节约水资源, 还能减少对环境的污染, 促进绿色建筑和可持续发展的实现。本研究将对建筑给排水系统中污水回用技术的应用及其发展进行详细探讨, 分析常见的污水回用技术, 并提出其在建筑系统中的具体应用方案。

## 2 建筑给排水系统污水回用技术概述

污水回用技术不仅有助于提高水资源的利用效率, 还有助于解决城市水资源短缺和水污染问题。随着技术的不断发展和环境保护要求的提升, 污水回用技术在建筑给排水系统中的应用越来越广泛。污水回用技术涵盖了从污水的收集、处理到回用的全过程, 涉及到多个学科的技术交叉。本节将对污水回用技术的发展历程、常见分类和在建筑给排水系统中的应用进行详细概述。随着全球水资源短缺问题的日益严峻, 污水回用技术被视为缓解水危机的一项重要手段, 尤其是在城市化进程加速和环境保护压力增大的背景下, 污水回用技术的应用日益广泛。近年来, 污水回用技

术在建筑给排水系统中的作用愈加突出, 它不仅能够有效提高水资源的利用效率, 还可以显著减少污水排放、降低环境污染, 推动生态文明建设。污水回用的核心目标是通过高效的污水处理, 将经过净化的水重新利用于非饮用用途, 例如景观用水、冲厕水、绿化灌溉水等, 充分实现水资源的循环利用, 从而减轻对自来水的依赖。在技术发展方面, 随着环保要求的不断提高以及新型技术的不断涌现, 污水回用技术经历了从初期的简单物理过滤到现在的高效膜技术、先进生物处理技术的演变。尤其是在建筑给排水系统中, 污水回用不仅限于生活污水, 还包括雨水回收等多方面的综合应用。现代污水回用系统注重整体设计, 强调系统集成化、智能化与节能化, 涵盖了污水的收集、处理、储存及回用等多个环节。与此同时, 随着信息技术和自动化技术的发展, 智能控制和监测系统被广泛应用于污水回用技术中, 进一步提高了系统的运行效率和水质保障。通过集成先进的水处理技术, 建筑给排水系统中的污水回用已成为绿色建筑的重要组成部分。许多城市和地区已经出台相关政策, 鼓励采用污水回用技术, 以实现可持续发展的目标。此外, 污水回用不仅能为建筑提供部分自用水源, 还能减轻城市的排水负担, 有助于缓解城市内涝问题。因此, 污水回用技术的应用, 不仅是节水的需求, 也是环保政策的推动力量, 且其在建筑给排水系统中的应用前景

十分广阔<sup>[1-3]</sup>。

## 2.1 污水回用技术的发展历程

污水回用技术的发展经历了多个阶段，从最初的简单处理到现代的高效处理技术逐步成熟。最早期，污水回用主要集中在农业灌溉和工业废水的回用中。随着城市化进程的推进和水资源短缺问题的加剧，污水回用的应用开始扩展到生活领域，特别是建筑行业的给排水系统中。

20世纪中期，随着污水处理技术的改进，尤其是膜技术和化学处理方法的发展，污水回用技术得到了大幅提升。现代污水回用系统不仅能够满足对水质的严格要求，还可以适应不同类型的污水回用需求。近年来，随着绿色建筑、生态建筑和可持续城市建设的理念兴起，污水回用技术在建筑给排水系统中的应用逐渐普及，并成为节水建筑的重要组成部分<sup>[4]</sup>。

## 2.2 常见污水回用技术分类

根据回用技术的处理方式和处理原理，污水回用技术可以分为物理法、化学法和生物法三大类。每种技术各有其优势，适用于不同类型的污水回用需求。

### 2.2.1 物理法：沉淀、过滤、膜分离

物理法污水回用技术主要依靠物理作用去除水中的杂质和悬浮物，常见的方法有沉淀、过滤和膜分离。

**沉淀法：**是利用重力作用，使污水中的悬浮物沉降到底部，通常用于污水的初步处理。该方法简单、经济，但无法去除水中的溶解性污染物。

**过滤法：**利用砂滤、活性炭滤料等对污水进行精细过滤，去除水中的细小颗粒物质和悬浮物。过滤法可以有效提高水质，常与其他处理方法结合使用。

**膜分离法：**通过反渗透、超滤等膜技术，能够高效去除水中的溶解性物质、微生物等。膜技术在水质要求较高的情况下应用广泛，适用于高水质回用。

### 2.2.2 化学法：氧化还原法、吸附法

化学法主要通过化学反应处理污水中的有害物质，适用于复杂污染物的去除。

**氧化还原法：**该方法通过使用氧化剂或还原剂对污水中的有机污染物和有害物质进行氧化还原反应，常用于水质的深度处理，能够去除水中的难降解污染

物。

**吸附法：**通过活性炭、沸石等吸附剂吸附污水中的溶解性有害物质，通常用于去除水中的有机污染物、重金属离子等。这种方法简单、有效，广泛应用于水的后期处理。

### 2.2.3 生物法：活性污泥法、生物滤池

生物法污水回用技术利用微生物的代谢作用，降解水中的有机污染物，适用于处理大宗生活污水和有机物含量较高的污水。

**活性污泥法：**利用活性污泥中的微生物降解水中的有机污染物，该方法具有良好的去除效果，已广泛应用于大中型污水处理厂。

**生物滤池法：**通过滤料（如砂、陶粒等）为载体，支持微生物的生长，微生物在生物膜的作用下，降解污水中的有机物和氮磷化合物。这种方法适用于小型污水回用系统，运行维护成本较低。

## 2.3 污水回用技术在建筑给排水系统中的应用

随着建筑行业对节水和绿色建筑理念的重视，污水回用技术在建筑给排水系统中的应用日益增多。本节将探讨屋顶雨水收集与回用以及中水回用系统设计与实施两种常见的污水回用技术在建筑中的实际应用。

### 2.3.1 屋顶雨水收集与回用

屋顶雨水收集系统是通过建筑屋顶收集降水，并经过简单的物理处理后，回用于非饮用目的（如园林绿化、道路清洗、空调冷却等）。屋顶雨水收集与回用系统不仅能有效缓解城市排水系统压力，还能减少市政水资源的消耗，起到节水环保的作用。

具体应用中，屋顶雨水收集系统通常包括集水装置、储水设施、过滤设备和管道输送系统。集水装置主要通过雨水管道将降水引入储水池，储水池用于储存收集到的雨水，经过过滤设备进行初步净化处理后，水被输送到建筑内的各个用水点。屋顶雨水回用系统的建设有助于提升建筑的绿色环保性能，同时提高水资源的利用效率<sup>[5]</sup>。

### 2.3.2 中水回用系统设计与实施

中水回用系统是指对建筑产生的生活污水、工业废水等进行处理后，回用于建筑内部的非饮用目的（如冲厕、绿化灌溉、空调冷却等）。中水回用系统通常

包括污水收集、预处理、深度处理和回用水系统。

中水回用的关键技术包括物理法、化学法和生物法的综合应用。例如，经过沉淀、过滤、活性炭吸附等处理后，污水中的大部分有害物质被去除，再通过生物处理系统降解有机物，最终达到中水回用标准。该系统的实施可以大大减少建筑对市政供水的依赖，减轻水资源的紧张状况。

### 3 污水回用技术在建筑给排水系统中的应用案例

#### 3.1 国内外建筑污水回用系统实例分

在全球范围内，建筑污水回用技术的应用逐渐成为建筑绿色发展的重要组成部分。国外如新加坡、美国、澳大利亚等国家在建筑污水回用方面走在前列。新加坡的“新水”项目采用先进的膜处理技术与深度水处理技术，实现了废水的多次回用，主要用于工业、建筑及市政用水。该系统通过对污水的深度净化，去除了有害物质，达到了非饮用水标准。美国加利福尼亚州由于长期面临水资源短缺问题，许多建筑项目引入了建筑污水回用技术，通过生物膜技术和化学处理工艺，将废水转化为可用的回用水。国内在建筑污水回用领域的应用逐步增加，尤其在大城市如上海、北京等地，许多大型建筑项目已开始推广中水回用技术，以减少对自来水的依赖，尤其在绿化灌溉、空调冷却等非饮用水领域的应用最为普遍。

#### 3.2 典型建筑污水回用案例分析

典型建筑污水回用案例能够为污水回用系统的设计和應用提供借鉴和参考。上海国际金融中心（IFC）作为一个绿色建筑标杆项目，采用了先进的污水回用技术。该项目通过集成膜生物反应器（MBR）技术，对建筑内部产生的生活污水进行处理，将处理后的中水用于绿化灌溉、道路清洗以及空调冷却等非饮用水需求。项目设计时考虑了水质稳定性和能源效率，确保了污水回用系统的高效运行。广州塔项目则通过结合屋顶雨水收集和建筑污水回用系统，实现了水资源的最大化利用。回用水主要用于塔楼周围的绿化灌溉以及内部设施的非饮用水需求，有效减少了对市政供水系统的依赖。通过这些典型案例，我们可以看到，

建筑污水回用不仅节约了水资源，还降低了运营成本，提高了建筑的可持续性。

### 4 污水回用技术优化与创新方向

#### 4.1 提高污水回用水质的技术创新

目前，虽然现有的污水回用技术可以有效处理建筑废水，但如何进一步提高水质，尤其是针对水中微污染物和有害物质的去除能力，仍然是技术发展的关键。未来的技术创新将集中在膜材料的改进和新型水处理技术的开发上。例如，抗污染性更强、处理能力更高的超滤膜和反渗透膜将成为研发的重点。此外，结合先进的氧化还原技术、紫外线消毒技术、催化还原技术等，将进一步提升回用水的水质，使其能够满足更为严格的水质标准。通过这些技术创新，污水回用水质将更加稳定、安全，能够适用于更广泛的建筑非饮用水需求，如空调冷却、冲厕、绿化灌溉等领域。

#### 4.2 污水回用系统的智能化管理

随着信息技术的发展，污水回用系统的智能化管理将成为未来的主要发展趋势。通过物联网、大数据和人工智能等技术，可以实时监控污水回用系统的运行状况，自动调整运行参数，确保系统的高效、稳定运行。例如，智能传感器和数据分析平台可以实时监测水质变化，及时检测到污水中可能存在的污染物，系统能够自动启动补充处理或切换水源，从而保证回用水的水质稳定。通过智能化管理，不仅能够提高水处理效率，降低人工管理成本，还能够实现水质的精准控制，最大限度地提高污水回用系统的效能，满足建筑内对非饮用水的多样化需求。

#### 4.3 未来发展方向

未来，污水回用技术的发展将趋向于更高效、更环保和更智能的方向。随着建筑绿色化、低碳化的推进，污水回用系统将与其他环保技术，如雨水收集、建筑废物资源化技术等实现深度融合，形成更加综合化的水资源管理体系。未来的污水回用系统不仅要处理生活污水，还可能对工业废水、雨水等多种水源进行综合利用，确保建筑内部的水资源得到最大化回收。此外，随着社会对可持续发展的高度关注，政府和社会对绿色建筑和水资源管理的重视将促使相关政策和

法规的完善，为污水回用技术的发展提供更强有力的支持。建筑污水回用系统的普及应用，将成为推动节水型城市和绿色建筑建设的重要力量。

## 结论

本文深入分析了建筑给排水系统中的污水回用技术，探讨了其发展历程、主要技术手段及在实际建筑中的应用案例。污水回用技术不仅能够有效缓解水资源

紧张问题，还能够降低建筑运营成本，提升建筑的绿色和可持续性。通过对不同回用技术的评估，物理法、化学法和生物法各具优势，在建筑给排水系统中得到了广泛应用。结合智能化管理与技术创新，污水回用系统的效率和水质得到了显著提高。未来，随着技术的不断优化和政策的推动，建筑污水回用将在全球范围内得到更加广泛的推广，成为建筑绿色化、节能环保的重要组成部分。

## 参考文献

- [1] 闫林霞, 韩小波, 范翊, 等. 城市污水处理厂尾水安全回用技术研究[J]. 广东化工, 2024, 51(21): 125-127.
- [2] 江志健. 市政道路桥梁污水处理工艺及其回用技术分析[J]. 水上安全, 2024, (17): 78-80.
- [3] 王俊凯. 市政污水处理工艺与回用技术探析[J]. 石材, 2024, (05): 80-82.
- [4] 王慧俊. 市政污水处理工艺与污水回用技术研究[J]. 居业, 2024, (04): 34-36.
- [5] 王宁. 污水处理工艺及回用技术在市政工程中的应用分析[J]. 居业, 2024, (04): 239-241.