

建筑给排水设计中雨水回收系统的应用研究

文 / 陈启伟 安徽省建筑设计研究总院股份有限公司

摘要：为探究雨水回收系统在建筑给排水设计中的应用，文章以建筑给排水设计为切入点，研究雨水回收系统的构成、应用方法及优化策略。雨水回收系统主要由收集装置、储存系统、处理与净化系统、输水管道与分配系统构成。其应用于非饮用水需求补充、空调冷却水供应、景观水体和水景设计、消防系统备用水源等方面。通过提高雨水收集效率、增强净化技术、实现智能化管理及优化储水与分配设计等策略，可优化雨水回收系统，为建筑节能与水资源合理利用提供有效途径。

关键词：建筑给排水设计；雨水回收；节水技术；绿色建筑；水资源管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.12.097

引言

随着全球水资源短缺问题日益严峻，节水与水资源高效利用成为关键课题。在建筑领域，给排水系统的用水量巨大，对水资源消耗影响显著。传统建筑给排水依赖市政供水，不仅加重供水负担，还造成水资源浪费。绿色建筑理念兴起，强调节能减排与资源可持续利用。雨水作为一种优质的淡水资源，具有量大、可再生等特点。将雨水回收系统应用于建筑给排水设计，能有效补充建筑非饮用水需求，降低市政供水依赖，实现水资源的循环利用，对推动建筑行业向绿色、可持续方向发展，缓解城市水资源压力，具有重要现实意义和研究价值。

一、雨水回收系统的主要构成部分

（一）收集设备

集雨装置是集雨系统的始端，其功能是对集雨系统进行有效的集雨。常用的集雨设备有屋顶集雨系统和地面集雨系统。屋面集雨系统采用建筑物屋面作为集雨面，通过合理的坡度设计及雨水斗的布置，使雨水能够快速地向集雨管。例如，大型商业大厦的金属屋顶，其表面平滑，便于雨水通过，配合高效率的虹吸式雨水漏斗，可在较短的时间内，将大量的雨水收集起来。虹吸式雨水斗利用虹吸原理，在降雨初期即形成满管流，与传统的重力式雨水斗相比，其排水效率大大提高。地面集雨覆盖道路和广场，并通过设置雨水口和截水沟等设施将地表径流引入收集管网。比如城市公园里铺设的透水路面，不但可以使雨水快速下渗，而且可以减少地面积水。某些新型透水材料还具有自清洗功能，能有效防止杂物堵塞，确保雨水的持续收集。高品质的集雨器必须具有优良的耐候、耐腐蚀、耐各种气候条件，确保集雨器能够长期、稳定地收集雨水。如果是在沿海地区，则要求收集设备采用耐腐蚀材料，以防止海风对设备的腐蚀。

（二）贮存系统

雨水收集系统是雨水循环利用系统的重要组成部分。普通的储藏设备有储水罐和储水池。储水池一般为钢筋混凝土结构，根据施工要求及场地条件，可设计成不同的容积及形状，适合于大型建筑物或建筑群。如住宅区

的地下储水池，可贮存大量的雨水，供小区绿化灌溉和道路冲洗之用。储水罐的设计应充分考虑其抗震性能，并对其进行加固，以保证其在地震等自然灾害中的正常蓄水能力。储水罐主要是由塑料或不锈钢制成，具有体积小、安装灵活等特点，通常应用于小型建筑物或对空间要求很高的地方^[1]。部分储水箱还配备了智能化监测系统，实现了对水位、水质等的远程监控。贮存系统应做好防渗及防漏工作，以防止水的流失。同时，还需要安装水位监测仪，以便及时掌握水量，合理调配和使用。比如，将水位传感器连接到智能控制系统中，当水位下降时，会自动提醒用户补充水源。

（三）净化装置

污水处理净化系统的目的是除去雨水中的杂质，使之符合使用标准。初期雨水中含有大量的尘埃、落叶和油污等杂质，首先要经过格栅和滤网的物理过滤，将大颗粒物质拦截下来。其次，采用沉降、絮凝等方法去除悬浮颗粒物及胶体物。对于污染比较严重的雨水，也会进行紫外线消毒、加氯消毒等消毒处理，对水中的细菌和病毒进行杀灭。在沉淀过程中，采用斜管沉淀工艺，可以大幅度地提高沉淀效率，缩短沉淀时间。根据雨水水质的不同，采用不同的絮凝剂进行精确处理。例如，用来补充景观水的雨水，经沉淀、过滤后，再经紫外线杀菌处理，保证水质清澈，不含有害微生物，满足园林用水的需要。采用先进的污水处理和净化技术，可以有效地提高污水的利用率，处理的安全性。例如，采用薄膜过滤技术，可以将雨水中的微量污染物进一步滤除，从而达到更高的水质标准。

（四）输水管线及管网系统

给水管网和管网系统负责把经过处理的雨水输送到各用水站点。在供水管网设计中，要根据用水需求及水压要求，合理选择管径及管材。常用的管材有：PPR管，PE管（见图1）。配水系统通过配水阀门和水表等设备，可以准确地分配不同地区和用途的雨水。比如教学楼的雨水分流，卫生间，校园的绿化灌溉等等。合理的配水管线和配水系统是保证雨水高效稳定供给的关键，也是提高雨水回收利用效率的关键。



图 1: PPR 管、PE 管

二、雨水回收系统在建筑给排水设计中的应用方法

(一) 非饮用水需求补充

在建筑的日常运行中，非饮用水的使用量不容小觑。像冲厕、道路冲洗以及车辆清洗等场景，对水质的要求相对较低，而雨水回收系统回收的雨水经过简单处理后，便能满足这些需求。以大型办公建筑为例，其内部人员众多冲厕用水量大。引入雨水回收系统后，将收集并净化的雨水用于冲厕，经统计，每月可节省大量市政供水，有效降低了建筑的用水成本。在道路冲洗方面，使用雨水不仅经济实惠还能减少因使用自来水带来的水资源浪费^[2]。城市中的商业街区，利用雨水冲洗街道，既保持了路面清洁又避免了对有限水资源的过度消耗。对于车辆清洗而言，雨水的水质不会对车辆造成损害且能降低洗车成本。例如一些大型停车场配套的洗车服务，采用雨水清洗车辆既满足了清洗需求又践行了节水理念。将雨水应用于非饮用水需求补充，是一种简单易行且成效显著的节水方式，有助于推动建筑行业向绿色环保方向发展。

(二) 空调冷却水供应

现代建筑中，空调系统广泛应用，其冷却水的用量占据建筑用水的相当比例。雨水回收系统应用于空调冷却水供应具有诸多优势。首先，雨水温度相对较低，在夏季高温时段，经处理后的雨水作为空调冷却水，能够有效提高空调系统的制冷效率。比如在大型商场，由于人员密集、设备运行发热量大，对空调制冷需求高。采用雨水作为空调冷却水后，冷凝器的散热效果得到提升，制冷机组的能耗降低，不仅节约了能源成本还减少了设备的磨损，延长了使用寿命。其次，使用雨水作为空调冷却水，可减少对市政供水的依赖，降低运营成本。通过合理设计雨水收集、处理和输送流程确保雨水能稳定地供应到空调冷却系统中。在一些水资源相对匮乏的地区，这种应用方式更为重要它为建筑空调系统的稳定运行提供了可靠的水源保障，同时也减轻了当地水资源供应的压力。

(三) 景观水体和水景设计

景观水体和水景是提升建筑环境品质的重要元素。将雨水回收系统应用于景观水体和水景设计，既能美化环境，又能实现水资源的循环利用。在景观水体方面，如城市公园的人工湖、住宅小区的景观池塘等，使用雨水作为补水水源，可使水体与自然水循环相融合，维持

水体的生态平衡。雨水携带的部分矿物质和微量元素，有利于水中生物的生长和繁殖，增强景观水体的生态活力^[3]。例如，某生态住宅小区的景观池塘，利用雨水补水池塘中的水生植物生长茂盛，吸引了众多鸟类栖息形成了良好的生态小环境。在水景设计中，喷泉、瀑布等动态水景对水质要求相对较低，雨水经过简单处理后即可满足使用需求。某酒店的室外喷泉景观，采用雨水作为水源，不仅降低了运营成本还为酒店营造出独特的自然景观氛围，提升了酒店的吸引力和竞争力。雨水在景观水体和水景设计中的应用，体现了建筑与自然和谐共生的理念为打造绿色生态建筑提供了有力支持。

(四) 消防系统备用水源

消防系统是保障建筑安全的关键设施，可靠的水源是消防系统有效运行的基础。雨水回收系统作为消防系统的备用水源，具有重要的应急保障作用。在一些火灾事故中，市政供水可能因各种原因无法满足消防用水需求，此时雨水回收系统储存的雨水就能发挥关键作用。例如，在一些工业园区的大型厂房，由于建筑面积大、火灾风险高，对消防用水的需求量大（见图 2）。设置大容量的雨水收集池和完善的处理系统后，在紧急情况下，消防系统能够迅速取用雨水进行灭火作业^[4]。为确保雨水能满足消防用水要求，需对其进行适当的处理和净化，去除杂质和微生物，避免对消防设备造成损坏。同时，建立可靠的联动机制至关重要，当市政供水不足时，能及时切换至雨水供水模式，为消防系统提供持续稳定的水源。这不仅提高了建筑的消防安全保障能力，还体现了对水资源的合理利用，为应对突发火灾事件提供了多一层的保障。



图 2: 消防用水

三、建筑给排水设计中雨水回收系统的优化策略

(一) 改进集雨率

提高雨水收集效率是优化雨水回收利用的前提。一方面，可以从雨水收集表面的设计和改造开始。对于建筑物屋顶，应适当调节屋顶坡度，以保证雨水能快速流畅地流向集流装置。如采用具有高光滑性、自清洁等性

能的新型屋面材料，可减少屋面雨水的积聚与附着，加快雨水的滑落速率。在此基础上，扩大集雨面的面积，将建筑物周围的硬化地面和停车场等区域纳入集雨系统，并在集雨系统中设置导流槽、雨水口等设施，实现地表径流的高效导入。另外，选择合适的集雨设备也是非常重要的。例如，采用先进的虹吸式雨水斗，与传统的重力式雨水斗相比，它可以在较短的时间内排出大量的雨水，减少屋顶的积水深度，有效地提高了集雨效率，特别适合大型商业、工业厂房等屋顶面积较大的地方。例如，某大型物流园区在改造前雨水收集效率不高，雨水经常溢出，造成浪费。通过对屋面坡度进行改造，采用自洁屋面瓦和安装虹吸式雨水斗，大大提高了集雨能力，使其利用率提高了30%左右，满足了园区绿化灌溉、道路冲洗等用水需求，大大减少了对城市供水的依赖性。

（二）强化雨污净化处理工艺

随着人们对雨水利用水质的要求越来越高，强化雨水净化技术已成为当务之急。在物理处理方面，除传统的格栅和滤网外，还可以引入超滤膜等更精细的过滤介质，对雨水中的小颗粒、胶体及细菌等进行有效去除，使出水水质达到较高标准。在化学处理方面，优化絮凝剂用量，针对不同区域降雨水质特征，精确配比不同区域雨水水质特征，提高其对雨水中可溶性污染物的去除效率。同时，在传统的紫外线消毒和加氯消毒的基础上，探索采用二氧化氯消毒等新技术，不仅可以高效杀灭水中有害微生物，还可以减少消毒副产品的生成，保证雨水的安全。在某些对水质有很高要求的场合，例如作为生活饮用水补充水源，也可以与反渗透等深度处理技术相结合，进一步提高雨水的纯度。以某高档住宅区为例，为了满足居民高质量生活用水的需要，将超滤膜过滤与反渗透技术相结合，使经过处理的雨水能满足居民日常生活用水的需要，经过严格的检测，有些指标甚至可以达到生活饮用水的标准，极大地提升了雨水的利用价值。

（三）智能管理系统

采用智能化管理手段，可以大大提高雨水回收系统的运行效率与可靠性。通过安装各种传感器，实现对集雨量、水质参数和储水水位等关键参数的实时监测。比如，利用雨量传感器对降雨进行精准感知，根据降雨强度自动调整采集装置运行方式，在暴雨发生时加大收集力度，防止降雨损失。同时，水质传感器可以实时反馈污水中的污染物浓度，及时调整净化工艺。在此基础上，结合智能控制系统，实现了雨水回收系统的自动控制。当贮水水位达到设定的上限，集水装置自动停止工作；当水质达不到标准时，强化处理流程会自动启动^[5]。另外，利用物联网技术，可以将雨水回收系统接入到整个建筑智能化管理平台中，对其进行远程监控和管理，使管理者能够在任何时间、任何地点了解系统的运行状况，并及时发现和解决存在的问题。某智能化办公大楼采用智能化管理系统，实现了24小时全天候实时监测雨水回收系统。管理者可以通过手机APP实时查看系统的运行情

况，当出现异常情况时，系统会自动报警，并给出相应的解决方案，从而极大地提高了系统的运行稳定性和维修效率，降低了人工巡视的成本，降低了潜在的失效风险。

（四）优化储水分配方案

合理地储存和分布是保证雨水充分利用的关键。在储水设计中，根据建筑用水需求及当地降雨规律，科学地确定储水池容积；对于雨量充沛、需水稳定地区，水库容量可以适当增加，以备长期用水；对于降雨量少或水量变动较大的地区，可采取灵活的储存模式，如建立若干个小蓄水池，按实际用水情况组合配置。在配水设计中，通过对管网布置进行优化，降低水头损失，保证各用水节点均能得到稳定的压力。同时，针对不同水源地的水质及水量需求，进行差异化配置。例如，将水质优良的雨水优先分配给水质要求高的景观水，而一般雨水则用来冲洗道路、厕所等，实现水资源的有效分配，提升雨水回收系统的综合效益。在某公园内，根据季节性降雨特征及公园用水需求，设置了若干个大小不等的储水池。在雨季，大型水库优先存储雨水；在旱季，根据不同地区的用水需求，对各个水库进行合理配置。同时，对输水管线进行优化布置，使园区内各景观水域、灌区均能得到稳定用水，雨水利用率可提高25%左右，有效降低园区运行费用，提高用水效率。

结语

综上所述，雨水回收系统在建筑给排水设计中具有重要意义。从系统构成来看，其涵盖收集、储存、处理净化以及输水分配等多个部分，各部分协同工作，为雨水的回收利用提供基础。在应用方面，可满足非饮用水需求补充、空调冷却水供应、景观水体和水景设计以及作为消防系统备用水源等，有效降低建筑对市政供水的依赖，实现水资源的循环利用。通过提高雨水收集效率、增强净化处理技术、实施智能化管理以及优化储水与分配设计等策略，能进一步提升雨水回收系统的性能。随着技术的不断进步和人们环保意识的增强，雨水回收系统在建筑领域的应用将更加广泛，为缓解水资源短缺、推动绿色建筑发展发挥更大作用。

参考文献

- [1] 朱昱. 虹吸式雨水排水系统在建筑给排水设计中的应用[J]. 工程技术研究, 2020, 5(04): 222-223.
- [2] 殷宗宁. 建筑给排水设计中节能减排设计分析[J]. 安徽建筑, 2021, 28(04): 90-91.
- [3] 盛飞. 建筑给排水设计施工中节水节能技术的应用[J]. 居舍, 2018, (32): 62.
- [4] 李东方. 绿色建筑给排水设计的节水措施探讨[J]. 江西建材, 2017, (09): 55+59.
- [5] 何小庆. 民用建筑给排水设计中应用海绵城市理念的困境及出路[J]. 智能建筑与智慧城市, 2024, (10): 182-184.

作者简介：陈启伟（1993.8-），男，汉族，安徽安庆人，工程师，研究生学历，研究方向：建筑给排水。