

建筑中雨水收集与再利用技术的应用研究

● 邓辰冰



[摘要] 随着社会经济的快速发展和城市化进程的加快,传统的水资源供应方式面临巨大的压力。天然雨水作为一种可再生水源,具有硬度比较低、污染物较少的优点,其收集和回用具有显著的经济、社会和环境效益。雨水收集与再利用技术是应对城市水资源短缺和水环境污染的重要措施。本文针对雨水收集与再利用系统的技术原理、设计与优化、处理与净化、再利用方案以及自动化控制等方面进行了深入探讨。以期利用雨水的循环利用降低城市的供水压力,有利于水资源的可持续发展。

[关键词] 雨水收集;再利用技术;系统设计;水质净化

近年来,随着科技的进步与人们环保意识的增强,雨水收集技术不断发展和完善。国内外许多建筑已经开始采用雨水收集系统,实现了雨水的有效利用。雨水收集的应用不仅体现在景观绿化、灌溉和冲厕等常规领域,还拓展到冷却系统、建筑空调等高端应用,有助于提高建筑的综合效益。

雨水收集技术原理与基础

(一)雨水收集原理

雨水收集的基本原理是在降水时,通过利用建筑物的屋顶、地面或其他适宜的区域进行雨水的收集,并将其引导至储存系统进行存储、净化及再利用。雨水收集系统通过合理的设计和配置,使得降水能够顺利流入收集设施并储存。这一过程包括雨水的导流、过滤、储存及后期处理等多个环节。在屋顶区域,雨水通过屋面排水管道、集水槽等设备引流至储水池或蓄水池。在降水量较大的区域,雨水还可以通过收集池或沉淀池进行预处理,去除杂质和污染物,为后期的再利用奠定基础。雨水收集原理的核心目标是最大化降水量的收集并确保水质的安全性。

(二)雨水收集系统的基本构成

雨水收集系统通常由几个核心部分组成,包括雨水收集设施、导流系统、过滤系统、储水系统以及后期处理系统。屋顶或地面雨水收集设施用于收集降水,这些设施一般是水槽、集水器、排水管道等设备。收集的雨水随后通过导流系统流向储水系统,导流系统主要包括排水管道、沉淀池等设施。

(三)雨水收集的计算与设计要点

在设计雨水收集系统时,首先需要根据建筑的屋顶面积、年降水量以及区域的降水强度等因素来计算收集水量。这些计算数据为系统容量的确定和各个设施的设计提供依据。常用的计算方法包括年降水量法和设计降水强度法。根据建筑物的屋顶面积和降水量,可以确定蓄水池的容量以及雨水管道的直径和排水能力。

雨水收集系统设计与优化

(一)屋顶雨水收集系统设计

屋顶雨水收集系统是建筑雨水收集系统的关键部分,其设计直接影响到系统的收水效率和水质。需要根据建筑屋顶的面积、形状、坡度等因素进行设计。屋顶雨水收集系统通常包括屋面排水系统、集水槽、雨水管道和储水装置。设计时,要根据屋顶面积和降水强度计算预计的年降水量,并确定合适的管道直径,以确保雨水能够顺畅排入储水系统。屋顶排水管道应设置适当的坡度,确保雨水能够快速流向排水系统,避免积水和污渍对建筑物的结构造成损害。集水槽和排水管道的材质选择也非常重要,一般建议使用耐腐蚀、抗老化的材料,以提高系统的使用寿命。集水槽应具有较大的过滤面积,用于初期雨水的过滤,去除水中的大颗粒杂质和污染物。

(二)地面雨水收集系统设计

地面雨水收集系统主要用于收集和储存来自地面或其他硬化区域的雨水。这类系统常见于城市道路、广场、停车场等非建筑区域。设计地面雨水收集系统时,首先需要评估收集区域的排水需求和降水强度,然后通过设置雨水导流管、沉淀池等设施将地面积水引导至储水设施。

地面雨水收集系统的设计要特别注意排水管道的布置和沉淀池的位置。排水管道应具有足够的承载能力和良好的坡度,以确保雨水快速流向蓄水池,同时避免管道内积水或堵塞。沉淀池在收集系统中的作用是去除水中的泥沙、油污和杂质,因此沉淀池需要根据雨水流量和沉淀时间设计合适的容量。

(三)系统容量计算与蓄水池设计

系统容量的计算是雨水收集系统设计的重要环节,主要目的是确定蓄水池的储水能力。容量的计算一般基于建筑物所在地区的年降水量、降水强度以及收集区域的面积。根据这些数据可以计算出可收集的年雨水量,并据此确定蓄水池的设计容量。蓄水池的设计应根据用水需求来合理确定容量,以满足建筑物非饮用水的需求。例如,在冲厕、灌溉、景观用水等方面,蓄水池的容量应能支持建筑在干旱季节或降水不足时的用水需求。蓄水池容量的设计需要考虑雨水的流入速度和雨水的蒸发损失,避免容量过大或过小而影响系统运行。蓄水池的材质选择应具有耐久性、防渗漏和抗腐蚀性,常用的材料有钢板、混凝土和塑料等。池内应配有水位监测系统,确保水位过低时能够及时补充,水位过高时可通过溢流管道排出多余水量。

(四)系统优化方法与流程

雨水收集系统的优化设计旨在提高系统的效率、降低成本、减少维护工作并延长使用寿命。优化过程首先从设计阶段开始,重点关注系统容量、管道布置、过滤装置和储水系统等方面。通过合理计算雨水流量和系统需求,避免容量过大或过小带来的不必要的经济负担。优化时,需要考虑雨水收集区域的面积与降水规律,通过采用更高效的导流管道设计、增加多点集水装置等方法,提高收水率。管道布置的合理性至关重要,设计时要避免排水管道的交叉和过度弯曲,以减少水流阻力和堵塞的风险。对于过滤装置,要根据雨水中污染物的特性选择合适的过滤技术,确保水质达到使用标准。

Q 雨水处理与净化技术

(一)初期雨水的预处理技术

滤网与沉淀池:初期雨水的预处理技术主要用于去除水中的大颗粒杂质、悬浮物和污染物,以确保后续的净化处理效果,是两种常见的预处理技术。滤网通常用于阻止较大颗粒物进入雨水收集系统,它的安装位置通常设在屋面排水管道或集水槽入口处。滤网根据过滤精度的不同,可以选择不同孔径的网格,较大孔径可用于去除树叶、枝条等较大物体,而较小孔径则能过滤掉灰尘、沙粒等细小杂质。

油脂与悬浮物分离技术:在雨水收集系统中,油脂和悬浮物常常是水质污染的主要成分,特别是在城市环境中,雨

水常常夹杂着机动车排放的油污、路面污染物等。油脂与悬浮物的分离技术主要通过物理或化学手段去除水中的油类物质和悬浮颗粒。悬浮物的分离通常采用沉淀池或过滤器。沉淀池利用水流停留时间的延长,使悬浮物沉淀至池底;而过滤器则通过不同孔径的滤材,如砂滤器、活性炭滤器等,去除水中的固体颗粒和悬浮物。

(二)雨水净化技术

物理净化:沉降、过滤。物理净化技术主要通过物理手段去除水中的悬浮物、颗粒物和泥沙,常见的净化方法包括沉降和过滤。沉降是通过重力作用,使水中的悬浮物和颗粒物在静止状态下沉降到底部,从而达到去除杂质的目的。沉降池是最常见的应用场所,其设计需要考虑足够的沉降时间和流速,以确保颗粒物能够完全沉降。

化学净化:絮凝、氧化还原。化学净化技术主要通过添加化学药剂使水中的污染物发生化学反应,从而去除水中的有害物质。絮凝技术是其中一种常用的方法,絮凝剂通过与水中的悬浮颗粒物反应,形成大颗粒的絮状物,这些絮状物在重力作用下会沉降到池底,从而有效去除水中的悬浮颗粒和胶体物质。常用的絮凝剂有铝盐、铁盐等无机化学物质。

生物净化:植物根系吸附与微生物降解。生物净化技术通过自然界中的植物或微生物来降解或吸附水中的污染物。植物根系吸附是利用植物根系与水中污染物之间的相互作用,吸收水中的有机物、重金属和一些无机盐类。植物通过根系吸附和转化水中的污染物,不仅能够改善水质,还能通过蒸发作用调节水体的湿度,促进生态平衡。

(三)雨水净化设备的选择与配置

选择和配置雨水净化设备时,应根据具体的水质要求和系统需求进行合理搭配。需要根据雨水的污染程度选择适当的净化设备。对于初期雨水中的大颗粒污染物,可以选择沉淀池、滤网和砂滤器等设备;对于水中的油脂和悬浮物,则可以采用油水分离器和更精细的过滤设备。

Q 雨水再利用技术

(一)雨水再利用的技术方案

雨水灌溉系统是雨水再利用的一项重要技术应用,特别适用于园林绿化和农业灌溉。在设计雨水灌溉系统时,首先需要考虑收集雨水的有效性,包括屋顶、地面和其他硬化面水流的引导与收集。雨水经过预处理后,通过管道系统输送至储水池或蓄水池中,并配备合适的滤网和沉淀池去除杂质,确保水质适宜灌溉使用。

(二)雨水再利用的水质检测与控制

雨水回用系统中的水质检测与控制是确保回用水符合卫生标准和使用要求的关键环节。雨水在进入储水池之前需要经过初期的预处理,包括滤网、沉淀池等设施的使用,以

去除较大颗粒的杂质。雨水水质会受到降水时间、地点和环境的影响，因此水质的监测是不可忽视的环节。

（三）雨水回用系统的控制与调度技术

雨水回用系统的控制与调度技术对于确保整个系统的高效运行至关重要。控制与调度技术主要包括水流的自动监控与调节、储水池和蓄水池的水位控制、以及不同用水场景的智能分配。通过自动化控制系统，雨水的收集、储存、处理和分配可以实现智能调度，确保雨水能够在合适的时间和场合得到有效利用。在雨水回用系统中，水位控制是基础。通过安装水位传感器，实时监测储水池和蓄水池的水位，当水位达到预定值时自动切换系统进入下一阶段操作，避免溢流或水资源浪费。

Q 雨水收集与再利用系统的集成与自动化

（一）系统集成设计与功能模块

雨水收集与再利用系统的集成设计旨在将各个独立功能模块有机结合，形成一个高效、智能的整体系统。在系统设计阶段，需要综合考虑雨水的来源、收集、储存、处理、分配和回用等多个环节，确保各环节之间的协调运作。系统的基本功能模块包括雨水收集装置、预处理单元、储水池、分配系统和回用系统等。每个模块需根据其具体功能与需求进行精确设计。

（二）自动化控制系统设计

自动化控制系统是提升雨水收集与再利用系统运行效率和可靠性的关键。其主要功能是根据实时数据调节系统中的各个设备和组件，确保水的合理分配和利用，降低人工干预，提高运行效率。自动化控制系统设计涵盖了水位监测与自动调节、水质监测与自动净化、以及系统状态监控等多个方面。通过智能化的控制策略，系统能够自动调节水流、储水池的水位以及水质处理过程，实现全自动运行。水位监测与自动调节，水位监测与自动调节是雨水收集与再利用系统中至关重要的一环。通过在储水池或蓄水池安装水位传感器，能够实时监测水池内水位的变化。当水位过低时，系统会自动启动雨水收集装置进行收集，以确保系统不会因缺水而停止运行；当水位过高时，系统则会自动停止水的输入或开启溢水装置，避免水的浪费或溢出。

Q 雨水收集与再利用系统的施工与安装

（一）系统安装流程与关键技术

雨水收集与再利用系统的安装流程通常包括设计阶段的确认、施工准备、设备安装、管道连接以及系统调试等多个步骤。在系统设计阶段，应根据雨水收集系统的具体要求，确定各模块的安装位置和技术参数。施工准备阶段要确保所有设备、材料和工具的到位，进行详细的施工方案编

制，并做好施工现场的布置工作。

（二）雨水收集装置的施工技术

雨水收集装置是系统中的重要组成部分，通常包括屋顶集水装置、地面收集装置和雨水导流管道。在施工过程中，屋顶的排水系统需要根据建筑物的屋顶结构、坡度和雨水流量进行设计。要确保屋顶的排水口位于适当位置，并安装合适的雨水槽和落水管，以引导雨水流入集水管道。对屋顶进行防水处理时，需使用防腐蚀材料，避免雨水渗漏对屋顶结构造成损害。

（三）雨水管道与排水系统的施工要点

雨水管道系统是连接雨水收集装置、储水池和回用设施的核心部分。其施工的关键在于确保管道的坡度、接头密封性、耐腐蚀性以及耐压性。管道的坡度设计需符合水流的流动要求，保证雨水能够顺畅地通过管道流入储水池。在施工过程中，应使用具有较高耐腐蚀性能的材料，如PVC、HDPE或钢管等，以确保长期使用过程中不发生腐蚀、老化或泄漏。

（四）系统验收与调试

在雨水收集与再利用系统的安装完成后，验收与调试是确保系统正常运行的关键环节。验收首先要根据设计标准和施工规范对各个部分进行全面检查，确保所有设备、管道的安装质量符合技术要求。水池、管道的密封性、防腐处理、接头连接等都需要经过严格检查，确保没有渗漏和其他质量隐患。

Q 结束语

为了缓解城市水资源的供给压力，雨水收集与再利用技术在节水、环保、减排等方面展现出巨大的潜力。本文通过对雨水收集与再利用系统的技术分析和应用研究，提出了一系列优化设计方案和技术解决方案，旨在推动雨水资源的高效利用。未来，随着技术的不断创新与完善，雨水收集与再利用将更加广泛应用在城市水资源管理中，为应对全球水资源短缺问题提供有效的解决方案。

参考文献

- [1]张瑞,顾伟东,王凤飞.施工过程中水回收与再利用技术的创新与应用[J].建筑施工,2018,40(12):2186-2188.
- [2]张超,张天宝.沙北实验学校基坑降水及地表水循环收集再利用技术[J].工程技术研究,2021,6(05):52-53.
- [3]卢宣竹.高层楼房建筑过程中雨水再利用系统的研究[J].科学技术创新,2019(11):100-101.

作者简介:

邓辰冰(1989—),男,汉族,宁夏银川人,本科,工程师,银川房投鸿博房地产开发有限公司,研究方向:给排水。