

工业园区给排水系统中水资源节约与再利用的设计探索

惠全 权晓慧

中冶京诚工程技术有限公司, 中国·北京 100176

摘要: 随着工业化的快速推进, 工业园区对水资源的需求不断增加, 给排水系统在园区内的设计和管理显得尤为重要。论文主要探讨工业园区给排水系统中水资源节约与再利用的设计策略, 通过对当前给排水系统的现状和面临的挑战进行分析, 总结国内外工业园区在水资源管理方面的最新发展趋势。论文结合节水、雨水收集与再利用、污水回用等设计策略, 并引入海绵城市理念, 提出一系列具体的设计方法, 旨在有效降低工业园区的用水成本和环境负担。论文选取典型案例分析其给排水系统的设计方案和成效, 总结成功经验, 为未来工业园区的水资源节约与再利用提供参考。

关键词: 工业园区; 给排水系统; 水资源节约

Design Exploration of Water Resource Conservation and Reuse in the Water Supply and Drainage System of Industrial Parks

Quan Hui Xiaohui Quan

MCC Jingcheng Engineering Technology Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: With the rapid advancement of industrialization, the demand for water resources in industrial parks continues to increase, and the design and management of water supply and drainage systems within the park are particularly important. The paper mainly explores the design strategies for water resource conservation and reuse in the water supply and drainage system of industrial parks. By analyzing the current situation and challenges faced by the water supply and drainage system, it summarizes the latest development trends in water resource management in industrial parks at home and abroad. The paper combines design strategies such as water conservation, rainwater collection and reuse, and sewage reuse, and introduces the concept of sponge city to propose a series of specific design methods aimed at effectively reducing the water cost and environmental burden of industrial parks. The paper selects typical cases to analyze the design scheme and effectiveness of its water supply and drainage system, summarizes successful experiences, and provides reference for future water resource conservation and reuse in industrial parks.

Keywords: industrial park; water supply and drainage system; water conservation

1 概述

1.1 研究背景

随着水资源短缺问题的加剧, 工业园区作为用水量和排水量集中的区域, 对水资源的消耗和管理产生了巨大影响。传统工业园区的给排水系统多为单向流动模式, 即用水后排放, 缺乏水资源的回收利用, 不仅造成了严重的水资源浪费, 还显著增加了水处理和排放的成本与难度。面对日益严峻的水资源压力, 现代工业园区逐渐将节水和循环利用的设计融入规划中, 以符合绿色建筑和可持续发展的理念, 同时降低运营成本, 提高用水效率和资源利用率。论文围绕工业园区的给排水系统, 分析水资源节约和再利用的设计策略, 并探讨其不同园区中的应用潜力及可能的未来发展方向。

1.2 研究目的

本研究旨在通过优化设计, 提高工业园区给排水系统

的资源利用效率, 实现水资源的节约和循环利用。具体目标包括: 深入分析工业园区给排水系统的现状与问题, 提出基于节水与水资源再利用的设计策略, 如雨水收集、污水处理和中水回用等, 并通过典型案例分析总结出有效的设计实践经验。论文不仅为理论研究提供支持, 更为实际的工程设计和提供具体指导, 推动工业园区在水资源管理方面的创新发展。

1.3 研究意义

本研究在理论和实践方面均具有重要意义: 在理论上, 它通过系统分析水资源节约与再利用策略, 丰富了工业园区水资源管理的学术框架, 为节水技术和循环利用设计提供了系统性理论支持; 在实践上, 研究提出的节水与再利用设计方案有助于降低园区的用水和运营成本, 减少污水排放, 提升园区的资源利用效率, 并显著提高其可持续性, 为水资源管理者和园区设计者提供实际可行的参考, 推动工业园区的绿色化发展和资源管理创新。

2 工业园区给排水系统现状及挑战

2.1 给排水系统概述

工业园区给排水系统在园区运作中起着关键作用,主要包括供水、排水、污水处理和水资源再利用^[1]。供水系统为生产和生活设施提供水源,排水系统收集和输送废水到污水处理环节,通过物理和化学手段净化后达标排放或再利用。工业园区给排水系统通常由水泵、管网、污水处理和回用设备组成,各环节相互协作,以确保水资源的高效利用和环境保护^[2]。不同园区的需求各异,系统设计应适应多样化的用水需求,并结合先进技术,实现水资源的循环利用和节约。

2.2 当前面临的挑战

尽管工业园区给排水系统设计较为完善,但仍面临水资源管理的严峻挑战。园区普遍存在用水量大、浪费严重的问题,特别是高耗水行业,对区域水资源供应带来巨大压力,同时产生大量废水,给污水处理设施带来超负荷运行风险^[3]。传统的污水处理方法效率低,无法彻底去除有害物质,限制了水资源的回用潜力^[4]。此外,部分园区的管网和设备老化、管理不善,导致水资源浪费,增加了维护成本。政策和管理上的不足也进一步影响了水资源节约措施的执行效果,工业园区亟需转型升级,以应对环保政策的要求并实现可持续发展。

2.3 行业发展趋势

为应对当前工业园区水资源管理中的问题,国内外逐渐引入了新的管理模式和技术手段。随着环保理念的普及,雨水收集、中水回用和污水深度处理等节水技术在工业园区中的应用愈加广泛,通过这些技术,园区可有效减少新水消耗并降低污水排放^[5]。近年来,基于物联网和大数据分析的智能监控系统在水资源管理中得到了推广,能够实时监测园区内水量和水质,优化资源分配,降低运营成本。部分园区还引入“海绵城市”理念,将水资源管理与生态保护相结合,使雨水在园区内形成自循环系统,实现渗透、净化和存储的多重功能。未来,工业园区的水资源管理将更加注重循环利用和智能化,通过技术创新和管理优化,促进绿色转型和可持续发展。

3 工业园区水资源节约与再利用设计策略

3.1 节水策略

分析减少用水需求的具体措施,例如使用低耗水设备、优化园区用水布局等。工业园区实现水资源的有效节约,需要在各类用水环节采取系统性节水措施。优化用水设备选择是实现节水的关键措施之一。例如,低耗水设备和高效节水龙头的使用能够显著减少日常生产和生活用水量。结合园区生产工艺流程进行优化布局,以减少生产线中的用水需求,进一步降低水资源的消耗。此外,管网系统的优化和改造对于节水也至关重要。通过先进的管道检测和维护技术,可以

减少管网泄漏带来的水资源浪费。为了提升节水效果,一些园区还采用计量分区和分层监控的方法,将各用水区域独立监测,实现精准管理。这样不仅能有效减少不必要的用水,还能精确定位用水异常点,及时采取修复措施。

3.2 雨水收集与再利用

雨水作为工业园区中可供再利用的重要水资源,在设计中应当充分考虑其收集和利用潜力。园区可以通过屋顶、道路等硬化地面,配备雨水收集系统,将雨水引流至集水池或地下储水罐,以供后续利用。雨水经简单处理后可用于园区景观绿化、道路清洁和设备冷却等用途,从而减少对新水的需求。设计雨水收集系统时,需考虑园区气候条件、降水量及雨水水质等因素,以便选择合适的收集方式和处理工艺。先进的雨水收集系统还可以与智能监控系统联动,实时调节雨水的储存与分配,提升其利用效率。通过完善的雨水收集和再利用设计,园区可在减少用水量的同时实现水资源的多层次循环利用,达到节水的效果。

3.3 污水回用与中水系统设计

污水处理与中水回用系统是实现工业园区水资源再利用的重要手段。现代化工业园区通常采用物理、化学和生物处理方法相结合的方式,对污水进行深度处理,使其达到中水的回用标准。中水可广泛用于园区的绿化灌溉、道路清洗、冷却系统等非饮用用途。为进一步提高处理效率和水质,部分园区引入了膜分离技术、臭氧消毒等工艺,以去除污水中的细小悬浮物和微生物污染,提高水的净化效果。中水系统设计需要根据园区的污水水质和排放量制定合理的处理方案,并保证系统的稳定性和处理效果。为了确保中水系统的高效运行,可以通过智能化管理平台,对中水处理设备进行实时监控和数据分析,确保出水水质稳定达标,降低中水系统的维护成本。

3.4 海绵城市理念的应用

海绵城市理念为工业园区水资源的节约与再利用提供了创新的设计思路,其核心在于让园区具备“吸水、蓄水、渗水、净水”的功能。在工业园区中,海绵城市的设计可以通过渗透铺装、下沉式绿地和人工湿地等措施来实现。渗透铺装能够让雨水自然下渗至地下,补充地下水资源,避免雨水直接流失。下沉式绿地与人工湿地则可以通过自然过滤和植物吸收,将雨水中的杂质去除,使其得到初步净化。将海绵城市理念应用于工业园区,能够有效地将降水资源化,减少对城市排水系统的压力,并促进园区的生态循环。此外,海绵城市的多层次水资源管理模式在减少洪涝灾害风险的同时,还可提升园区的景观效果和生态价值。

通过将节水策略、雨水收集与再利用、污水回用及海绵城市理念有机结合,工业园区可以在实现用水需求的同时,大幅提升水资源的循环利用率。这些设计策略在有效节水的基础上,不仅促进了水资源的可持续利用,还为园区的环保和经济效益提供了有力支持。

4 典型案例分析与经验总结

4.1 案例选择与背景

为了更好地分析工业园区水资源节约与再利用的设计策略,本研究选择了两个成功实施水资源管理的工业园区作为案例。第一个案例是位于东部沿海地区的某国家级经济开发区,该园区以高科技制造业为主,拥有现代化的给排水系统。园区从建设初期便将水资源节约与循环利用纳入整体设计,通过节水设备、污水处理和中水回用等措施,实现了园区内水资源的高效管理。第二个案例则位于中部内陆地区的化工产业园区,该园区用水需求大、废水排放量高,通过引入先进的雨水收集与污水处理系统,不仅有效减少了新水的需求,还将水资源的再利用水平提升至行业领先地位。两个案例各自具备代表性,涵盖了不同类型工业园区水资源管理的设计和实施,为论文分析节水与再利用策略提供了实际依据。

4.2 设计方案与成效分析

在东部沿海经济开发区,该园区的水资源管理方案采取了系统性的节水措施与水资源回用设计。园区采用了高效节水设备,生产线用水量大幅减少。此外,园区建设了集中式污水处理厂,采用了物理、化学和生物处理相结合的工艺,污水处理后的出水达到了再利用标准。通过中水回用系统,处理后的水被用于园区的绿化灌溉、冷却用水和卫生冲洗等非饮用场景。为提高处理效果,园区还引入了膜分离技术与臭氧消毒工艺,出水水质稳定达标,水资源利用率显著提升。根据统计,园区在全年的水资源节约率达到了 30% 以上,有效缓解了区域用水压力。

在中部内陆化工园区,为应对降水季节性差异带来的水资源压力,园区设计了雨水收集与回用系统,并结合海绵城市理念,实现了水资源的综合管理。园区铺设了大量透水铺装,修建了雨水集水池,雨水通过自然渗透和集水系统进入储水罐,经简单净化处理后用于绿化、道路清洁和生产冷却。园区还配备了智能水资源管理系统,可以实时监控雨水的储存量和分配情况,动态调节雨水的使用效率。此外,园区内的污水处理设施采用了生物处理结合高效沉淀技术,对生产废水进行深度处理,出水水质达到中水标准。处理后的中水在园区内广泛应用于非饮用水场景,据园区统计,雨水和中水的循环利用率接近 40%,在减少水资源消耗的同时,有效降低了污水排放对区域环境的影响。

4.3 成功经验总结

通过对两个园区的分析,可以总结出若干在工业园区水资源节约与再利用方面的成功经验。首先,系统性的节水措施和中水回用是提高园区水资源利用效率的核心策略。无论是高效节水设备的应用,还是中水回用系统的设计,均有效降低了园区对新水的依赖。这类措施在园区内部各个用水环节中灵活应用,实现了水资源的高效循环。此外,污水深度处理和中水再利用技术在减少水污染的同时,能够为园区提供稳定的再生水源,保障了园区内生产和绿化等方面的用

水需求。

其次,雨水收集系统和智能管理技术的引入进一步提升了园区的节水成效。通过雨水收集系统和渗透设施的设计,园区能够有效利用雨水资源,减少排水系统负担,并实现水资源的综合循环。配合智能水资源管理系统的应用,园区能够实时监测用水数据,优化资源分配,确保用水效率的最大化。智能监控技术的应用不但提高了园区的管理水平,还降低了维护成本,为园区提供了更具经济性的水资源管理方案。

最后,海绵城市理念的融入也为工业园区的水资源管理提供了新的思路。通过将海绵城市设计理念应用到园区内的道路、绿地和建筑区域,园区实现了雨水的自然渗透和循环再利用。海绵城市设计不仅改善了园区水资源循环体系,还提升了园区的生态环境质量,为水资源管理带来了长远的可持续发展效益。

综合来看,工业园区在水资源节约和再利用设计中的成功经验表明,科学的技术组合与系统化管理对提升园区水资源利用效率至关重要。这些经验为其他工业园区提供了实际可行的参考,推动更多园区在节水和循环利用设计方面实现绿色转型和持续创新。

5 结论

本研究探讨了工业园区水资源节约与再利用的设计策略,通过分析节水措施、雨水收集、中水回用以及海绵城市理念的应用,总结出系统化水资源管理的关键方法。研究表明,采用多种节水技术组合和智能化管理系统,能有效提升水资源利用效率,减少新水需求,降低污水排放量,为工业园区的可持续发展提供了强大支撑。未来,随着环保政策的不断完善与新技术的快速发展,工业园区的水资源管理将更加智能化与生态化,通过技术创新与管理优化,实现资源的高效循环与区域的绿色转型,为生态和经济双赢目标注入新动力。

参考文献:

- [1] 陈小荣,伍培,李晖,等.工业园区集中生活区水系统的绿色化设计[J].工业安全与环保,2019,45(9):102-106.
- [2] 张静.水利工程中的水资源节约与生态环保技术[C]//东北四省区2024年水利学术年会暨水利先进技术(产品)推介会论文集,2024.
- [3] 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.
- [4] 沈延达,李思如,陈洋,等.“深床滤池+膜分离+臭氧”在工业园区污水处理及中水回用的应用研究[J].化纤与纺织技术,2023,52(12):56-59+183.
- [5] 李超华,梁如心.水资源管理在海绵城市中的应用[C]//天津市水利学会.2023(第二届)城市水利与洪涝防治学术研讨会论文集,2023.

作者简介: 惠全(1987-),男,中国北京人,本科,中级,从事建筑给排水研究。