

数字水利技术在城市河道污染治理工程中的应用研究

蔡崇杰 闫辉雪 刘雨 张海莹 蒋芳

淮安市水利勘测设计研究院有限公司 江苏 淮安 223001

摘要: 文章旨在探讨数字水利技术在城市河道污染治理工程中的应用与研究。随着城市化进程的加快,城市河道污染问题日益严重,传统治理方法已难以满足当前需求。数字水利技术通过实时监测、大数据分析、人工智能辅助决策及三维可视化等手段,为城市河道污染治理提供高效、精准的解决方案。本文综述了数字水利技术在城市河道污染治理中的具体应用案例,分析其技术优势和效果,旨在为城市河道污染治理提供科学依据和技术支撑。

关键词: 数字水利技术;城市河道;污染治理

1 数字水利技术的定义

数字水利技术是一种新型的、可持续的水资源管理技术,它通过将数字技术与水资源管理相结合,实现了水资源管理的智能化和高效化。数字水利技术的基本思想是利用数字技术来提高水资源的利用效率,减少水资源浪费,合理调整水资源规划,并有效地监控水资源的安全性和可持续性。它借助全数字摄影测量、遥测、遥感(RS)、地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)等手段采集基础数据,通过微波、超短波、光缆、卫星等快捷传输方式,构建数字化数据库平台和虚拟环境。在这一平台和环境中,以系统软件和数学模型对水资源治理方案进行模拟、分析和研究,提供决策支持,增强决策的科学性和预见性。数字水利技术涵盖了传感器微电子技术、3S技术、通信网络技术、数学模拟技术、数据库技术、CAD/CAM技术以及系统集成技术等多种技术手段。这些技术手段共同作用于水资源管理的各个环节,实现了对水资源系统的全面监测、精准模拟和智能管理^[1]。数字水利技术的应用范围广泛,包括水资源监测与管理、水利工程优化、防洪和排涝以及水资源保护等多个方面。它能够帮助水资源管理者更好地了解水资源的状况,为决策制定、危机应对和资源分配提供数据支持,从而实现水资源的可持续利用和保护。

2 城市河道污染的危害与影响

2.1 对生态环境的破坏

城市河道污染对生态环境的破坏是深远且难以逆转的。当含有各种有害物质的污水未经处理或处理不达标直接排入河道时,这些污染物会迅速在水体中扩散,对水生生态系统造成直接冲击。水生生物,特别是那些处于食物链底端的生物,如浮游生物、底栖动物和鱼类,往往首当其冲。它们不仅会因为直接摄入有毒物质而死亡,还可能因为食物链中的生物积累效应,使得更高营

养级的生物也遭受毒害,整个生态系统的稳定性因此受到严重破坏。水体富营养化导致的“水华”现象,不仅使水体变得浑浊不堪,还大量消耗水中的溶解氧,导致水生植物因缺氧而死亡,进一步加剧了生态系统的恶化。这种生态系统的破坏不仅影响水生生物的生存,还可能对周边陆生生态系统产生连锁反应,如土壤污染、植被退化等,形成一个恶性循环。

2.2 对人类健康的威胁

城市河道污染对人类健康的威胁是多方面的,且往往具有长期性和隐蔽性。受污染的水体中含有大量的病原体,如细菌、病毒和寄生虫等,这些病原体可通过饮用水、皮肤接触、食用受污染的水生生物等途径进入人体,引发各种传染病和感染性疾病。水体中的有毒化学物质,如重金属、农药残留、有机污染物等,对人体健康的危害更为隐蔽且持久。它们可能通过食物链在人体内积累,达到一定浓度后,会对人体的多个器官系统造成损害,如神经系统、内分泌系统、免疫系统等。长期暴露于这些污染物中,还可能增加患癌症、心血管疾病、呼吸系统疾病等严重疾病的风险。城市河道污染不仅影响当前的居民健康,还可能对后代产生深远的负面影响。

2.3 对城市形象的负面影响

城市河道作为城市自然景观的重要组成部分,其污染状况直接影响着城市的整体形象和居民的生活质量。一条清澈见底的河流,往往能够提升城市的审美价值,吸引游客和投资者,促进旅游业和房地产业的发展。当河道受到严重污染时,浑浊、发臭的河水不仅降低了城市的观赏性,还可能引发居民的强烈不满和恐慌。这种不满情绪一旦形成,就会对政府的公信力和管理水平产生质疑,进而影响到社会稳定和谐^[2]。城市河道污染还可能成为制约城市经济社会发展的瓶颈。随着人们环保意识

识的提高和生活水平的提高,越来越多的居民开始关注城市环境的质量,污染严重的河道无疑会成为他们选择居住和投资时的重要考量因素。

3 数字水利技术在城市河道污染治理中的应用

3.1 实时监测与数据采集

数字水利技术在城市河道污染治理中的首要应用体现在实时监测与数据采集方面。这一环节是污染治理工作的基础,也是后续分析与决策的重要依据。通过在城市河道沿线部署各类传感器,如水质监测传感器、水位监测传感器、流量监测传感器等,可以实现对河道水质、水量、流速等关键参数的实时监测。这些传感器利用先进的物联网技术,将采集到的数据实时传输至数据中心,确保数据的准确性和时效性。在数据采集的过程中,数字水利技术还融入了遥感(RS)和地理信息系统(GIS)等技术手段。遥感技术通过卫星或无人机等高空平台,对河道及其周边环境进行大范围、高分辨率的监测,获取河道两岸的植被覆盖、土地利用状况、污染源分布等信息。GIS技术则将这些空间信息整合到一个统一的平台上,形成直观的空间数据库,便于管理者快速定位污染源、分析污染扩散趋势。实时监测与数据采集系统的建立,为城市河道污染治理提供了丰富的数据支持。这些数据不仅可以帮助管理者及时了解河道的污染状况,还可以作为制定污染治理方案、评估治理效果的重要依据。

3.2 大数据分析与应用

在实时监测与数据采集的基础上,数字水利技术进一步利用大数据分析技术,对海量数据进行深度挖掘和应用。大数据分析技术通过算法模型对采集到的水质、水量、污染源等数据进行分析,揭示数据之间的关联性和规律性,为污染治理提供精准预测和决策支持。还可以根据历史数据和实时监测数据,预测未来一段时间内河道的污染趋势,为提前采取预防措施提供时间窗口。大数据分析技术还可以用于评估不同污染治理方案的效果,通过对比不同方案下的水质改善情况,为管理者选择最优方案提供参考。在大数据分析的过程中,数字水利技术还融入了机器学习等人工智能技术。机器学习算法可以通过对历史数据的训练和学习,自动识别数据中的规律和模式,提高数据分析的准确性和效率。

3.3 人工智能辅助决策

在大数据分析的基础上,数字水利技术进一步利用人工智能技术辅助决策。人工智能技术通过深度学习、神经网络等算法模型,对大数据分析的结果进行进一步的加工和处理,形成更加智能化的决策支持。例如,在

污染治理方案制定过程中,人工智能技术可以根据实时监测数据和大数据分析结果,自动推荐最优的污染治理方案^[1]。这些方案不仅考虑了污染源的特性和污染物的种类,还考虑了河道的自然条件和周边环境的限制因素。通过人工智能技术的辅助决策,可以大大提高污染治理方案的针对性和实效性。人工智能技术还可以用于污染治理效果的动态评估和反馈调整,通过实时监测数据和大数据分析结果的持续输入,人工智能技术可以实时评估污染治理方案的效果,并根据评估结果自动调整方案中的参数和措施。

3.4 三维水利模型与可视化监管

数字水利技术在城市河道污染治理中的另一个重要应用是三维水利模型与可视化监管。三维水利模型通过计算机模拟技术,将河道的实际地形、水流条件、污染源分布等信息整合到一个虚拟的三维空间中,形成一个逼真的虚拟河道环境。可视化监管则是利用虚拟现实(VR)、增强现实(AR)等先进技术,将三维水利模型中的信息以直观、生动的形式呈现给管理者和公众。通过可视化监管系统,管理者可以实时查看河道的污染状况、治理进度和效果等信息,为决策制定提供直观依据。公众也可以通过可视化监管系统了解河道的污染状况和治理进展,增强公众的环保意识和参与度。三维水利模型与可视化监管系统的建立,不仅提高城市河道污染治理的透明度和公信力,还增强管理者和公众对污染治理工作的理解和支持。通过这一系统,管理者可以更加直观地了解河道的污染状况和治理需求,为制定更加科学合理的污染治理方案提供依据。公众也可以通过这一系统了解河道的污染状况和治理进展,积极参与环保行动,共同推动城市河道污染治理工作的深入开展。

4 数字水利技术在城市河道污染治理中的效果分析

4.1 水质改善程度的监测与评估

数字水利技术在城市河道污染治理中的首要效果体现在水质改善程度的监测与评估上。通过实时监测与数据采集系统,数字水利技术能够持续、准确地收集河道水质数据,包括溶解氧、化学需氧量(COD)、氨氮、总磷等关键水质指标。在监测过程中,数字水利技术利用先进的传感器和物联网技术,确保数据的准确性和时效性^[4]。传感器能够实时感知水质变化,并通过无线网络将数据传输至数据中心,实现数据的实时更新和分析。结合地理信息系统(GIS)和遥感技术,数字水利技术还能够对水质数据进行空间分析和可视化展示,帮助管理者直观了解河道的整体水质状况和污染分布情况。在评估水质改善程度时,数字水利技术通过对比分析污染

治理前后的水质数据,可以量化水质改善的效果。还可以利用大数据分析技术,对历史水质数据进行挖掘和分析,揭示水质变化的趋势和规律,为未来的污染治理工作提供科学依据。通过数字水利技术的监测与评估,管理者可以及时了解河道的污染状况和治理效果,为制定和调整污染治理方案提供依据。公众也可以通过公开的水质数据,了解河道的污染状况和治理进展,增强环保意识,积极参与环保行动。

4.2 生态系统恢复情况的评估

生态系统恢复是河道污染治理的重要目标之一,通过恢复水生生物的多样性和生态系统的稳定性,可以进一步提高河道的自净能力和抗污染能力。数字水利技术通过实时监测水质、水量、流速等关键参数,以及利用遥感技术和GIS技术对河道两岸的植被覆盖、土地利用状况进行监测,可以全面了解生态系统的恢复情况。在评估过程中,数字水利技术还可以利用大数据分析技术,对生态系统恢复的数据进行深度挖掘和分析。通过构建生态系统恢复评估模型,结合历史数据和实时监测数据,可以预测未来一段时间内生态系统的恢复情况,为制定和调整生态系统恢复方案提供依据。数字水利技术还可以通过三维水利模型和可视化监管系统,直观展示生态系统的恢复情况。通过模拟和展示河道的自然景观和水生生物分布情况,可以帮助管理者和公众更加直观地了解生态系统的恢复状况,增强对河道污染治理工作的理解和支持。

4.3 数字水利技术对治理效率的提升

数字水利技术在城市河道污染治理中的显著效果还体现在对治理效率的提升上。通过实时监测与数据采集、大数据分析与应用、人工智能辅助决策以及三维水利模型与可视化监管等技术的应用,数字水利技术能够大幅提高污染治理的效率和效果。在实时监测与数据采集方面,数字水利技术能够实时感知水质变化,确保数据的准确性和时效性,为污染治理提供及时、准确的数据支持^[5]。在大数据分析与应用方面,数字水利技术能够

深入挖掘数据背后的规律和趋势,为污染治理提供科学依据和决策支持。在人工智能辅助决策方面,数字水利技术能够自动推荐最优的污染治理方案,并根据实时数据动态调整方案中的参数和措施,提高污染治理的针对性和实效性。在三维水利模型与可视化监管方面,数字水利技术能够直观展示河道的污染状况和治理进展,增强管理者和公众对污染治理工作的理解和支持。通过数字水利技术的应用,城市河道污染治理工作变得更加高效、精准和科学。管理者可以及时了解河道的污染状况和治理效果,制定和调整污染治理方案;公众也可以通过公开的水质数据和可视化监管系统,了解河道的污染状况和治理进展,积极参与环保行动。数字水利技术的应用不仅提高污染治理的效率和效果,也为推动城市河道污染治理工作的深入开展提供了有力支持。

结束语

综上所述,数字水利技术在城市河道污染治理工程中展现出巨大的应用潜力和价值。通过实时监测、数据分析与可视化展示,该技术不仅提高污染治理的效率和精准度,还为管理者提供科学的决策依据。未来,随着技术的不断进步和应用场景的拓展,数字水利技术将在城市河道污染治理中发挥更加重要的作用,为构建美丽宜居的城市环境贡献力量。

参考文献

- [1]任钟刚,石现春.数字水利技术在城市河道污染治理工程中的应用研究[J].环境科学与管理,2024,49(8):80-85. DOI:10.3969/j.issn.1673-1212.2024.08.019.
- [2]金星,强超,闫东宇,金扬泉,王克磊.水生态修复技术在河道治理中的应用与研究[J].珠江水运,2021,4(13):6-8.
- [3]马原.水生态修复技术在城市河道污染治理工程中的应用[J].能源与节能,2021,5(07):87-88+96.
- [4]周向栋.数字水利设计在城市河道治理工程中的应用研究[J].地下水,2023,45(04):310-311.
- [5]高新颖.生态水利设计理念在城市河道治理工程中的应用分析[J].水上安全,2023,(06):49-51.