

Evaluation of Regional Water Environment Carrying Capacity and Planning Strategy of Sewage Treatment Facilities

Shuchen Wang

718 Research Institute of China State Shipbuilding Corporation Limited, Handan, Hebei, 056000, China

Abstract

Water environmental carrying capacity is an index that reflects the pollution emission intensity that water quality can bear when it does not exceed a certain allowable limit. This study focuses on regional water environmental carrying capacity, aiming to provide scientific basis for sewage treatment facility planning. By discussing the evaluation method and index system of water environmental carrying capacity, the main influencing factors such as pollutant load, environmental capacity and pollution bottom number were determined, and the evaluation model of regional water environmental carrying capacity was further constructed. The research shows that the water environmental carrying capacity of different regions is significantly different, and the limit of water environmental carrying capacity of some areas of the city has approached or exceeded. Therefore, when planning sewage treatment facilities, the layout location, treatment capacity and technical level of sewage treatment facilities should be selected according to the regional water environment carrying capacity, population growth and pollutant discharge changes. The research results provide a reference for monitoring and management of regional water environment carrying capacity and rational planning of sewage treatment facilities.

Keywords

water environmental carrying capacity; sewage treatment facilities; pollutant discharge; regional assessment; GIS spatial analysis

区域水环境承载力评估与污水处理设施规划策略

王树臣

中国船舶集团有限公司第七一八研究所, 中国·河北 邯郸 056000

摘要

水环境承载力是反映水质在不超过一定容许限度时可承受的污染排放强度的指标。本研究以区域水环境承载力为核心, 旨在为污水处理设施规划提供科学依据。通过探讨水环境承载力的评价方法和指标体系, 确定了污染物负荷、环境能力和污染底数等主要影响因素, 进一步构建了区域水环境承载力评估模型。研究显示, 不同区域的水环境承载力差异显著, 该城市部分区域的水环境承载力界限已经接近或超出。因此, 规划污水处理设施时, 应根据区域水环境承载力、人口增长和污染物排放量的变化, 有针对性地选择污水处理设施的布局位置、处理能力和技术水平。研究结果为区域水环境承载力监测与管理、污水处理设施合理规划提供了参考意义。

关键词

水环境承载力; 污水处理设施; 污染物排放; 区域评估; GIS空间分析

1 引言

近年来, 随着城市化和工业化的发展, 水污染问题越来越严重。水环境承载力是衡量一个地区水质能承受多少污染的重要指标。很多地方的水环境承载力已经接近或超过了临界值, 这不仅影响居民生活, 还损害了生态环境。为了应对这一问题, 本研究重点评估了区域水环境承载力, 为污水处理设施的规划提供科学依据。我们探讨了影响水环境承载力的主要因素, 如污染物负荷和环境容量, 并构建了评估模

型。以某城市为例, 使用 GIS 技术对该区域的水环境承载力进行了分级评价, 找出了薄弱地区, 并提出了相应的污水处理设施规划策略。本研究填补了污水处理设施布局与区域水环境承载力关系方面的研究空白, 为城市规划和环保决策提供了新方法。通过科学评估水环境承载力, 可以更准确地找出污染源, 制定更有效的污水处理方案。最终目标是根据水环境承载力和污染排放量的变化, 合理选择污水处理设施的位置和技术, 促进区域水环境的可持续发展。本研究通过实证研究验证了所提模型和策略的可行性, 结果为区域水环境监测和管理提供了重要参考。

【作者简介】王树臣(1988-), 男, 中国河北邯郸人, 本科, 助理工程师, 从事环境保护工程研究。

2 区域水环境承载力概述

2.1 水环境承载力的定义与意义

水环境承载力作为衡量区域生态环境中水体容量和污染排放关系的重要指标,广泛应用于水质管理与环境保护领域^[1]。其定义可概括为在特定自然、社会经济条件下,一个区域水环境系统能够承受的污染物排放限度,确保水体质量在规定标准以内。这一概念蕴含着人类活动对水环境的潜在影响以及生态系统的自我净化能力。

水环境承载力的意义主要包括几个方面^[2]。测算区域水环境承载力的能力有助于合理规划和管理水资源,提升水环境保护的科学性与针对性。在地表和地下水资源开发利用过程中,识别和掌握水体的承载限度能够为区域发展提供科学依据,优化水资源的配置和使用。

水环境承载力是区域环境保护的基石,直接关系到当地生态系统的稳定和人群的健康。水体中污染物浓度的增加不仅会导致水质恶化,还可能引发生态系统的退化,影响水生生物的生存。准确了解并掌握水环境承载力,可以有效预防和控制水污染事故的发生,保障居民的饮水安全和生活质量。

再者,评价和管理水环境承载力能够推动污水处理设施的科学布局。当水体的污染负荷接近或超出其承载限度时,需及时采取污水处理和其他控制措施^[3]。水环境承载力的定量评估对于决策者选择适当的污水处理设施的位置、规模和技术水平具有指导意义,确保这些设施在减少污染排放、保护水资源方面起到实质性作用。

水环境承载力对协调区域经济发展和环境保护之间的矛盾具有重要作用。通过合理确定不同区域的水环境承载力,可以实现经济活动与生态环境的和谐共存,促进区域的可持续发展。这一指标不仅反映了生态环境对人类活动的容纳能力,还提示了经济活动与环境承载能力之间的潜在冲突。

明确的水环境承载力定义和其重要意义为区域水环境保护和污水处理设施规划提供了坚实的理论基础,指导污染治理和资源管理工作中的科学决策,从而实现社会经济发展与环境保护的双赢。

2.2 区域水环境承载力影响因素分析

区域水环境承载力受多种因素影响,这些因素可大致分为自然环境因素和人为活动因素两大类。自然环境因素主要包括水资源总量、降水量、水文特征和生态系统状态等。水资源总量和降水量直接决定了区域水体的自净能力和水环境容量,水文特征则影响水体的流动性和污染物的稀释扩散效果,生态系统状态则通过生物群落的结构和功能影响水体对污染物的降解能力。

人为活动因素是影响区域水环境承载力的主要方面,主要包括人口密度、工业和农业活动、城市化水平和污水处理能力等。人口密度高的区域往往污染物排放量大,对水环

境的压力也相应增加。工业活动尤其是重污染工业,产生大量的工业废水,若处理不当,极易超出水环境的承载力。农业活动则主要通过施肥和农药使用等方式,造成面源污染,影响水质。城市化水平的提高通常伴随着土地利用变化和水体污染负荷增加,对水环境承载力形成挑战。污水处理能力是调节水环境压力的重要手段,污水处理设施的数量、处理技术和运行管理水平直接影响区域水环境的净化能力。

综合来看,区域水环境承载力的影响因素具有复杂性和多样性,不同区域由于自然条件和人类活动方式的差异,其水环境承载力也有所不同。在评估和管理区域水环境承载力时,需要综合考虑各种影响因素,并针对具体情况采取相应的管理措施,以实现水环境的可持续发展。

2.3 水环境承载力评价指标体系

水环境承载力评价指标体系是对区域水环境的综合评价和科学管理的关键。该体系主要包括污染物负荷、环境容量和污染底数三大核心指标。污染物负荷指区域内污染源的排放情况,包括工业废水、生活污水和农业径流等来源的污染物质及其浓度。环境容量则反映了水体对污染物的自然净化能力,这是由水体自身的物理、化学和生物特性所决定的,如水体流量、流速、溶解氧含量和水生生态系统的健康状况。污染指数是指历史以来积累在水体中的污染物质总量,这一指标对水环境的污染状况具有长期影响。

建立水环境承载力评价指标体系,还需考虑区域的水质标准和环境保护目标,通过综合评价上述指标来确定水环境的承载水平。指标需要具有科学性、可操作性和全面性,不仅要反映当前水质状况,还要预测未来发展趋势和潜在环境风险。量化的评价指标体系能够帮助决策者明确重点治理区域和治理力度,为污水处理设施的合理布局提供数据支持。通过动态监测和评估,可以及时调整政策和措施,确保区域水环境在可持续发展的框架内运行。

3 污水处理设施规划策略

3.1 GIS 空间分析在水环境承载力评估中的应用

在区域水环境承载力评估过程中,GIS(地理信息系统)空间分析技术具有重要作用。GIS技术通过空间数据的采集、处理、分析和显示,为水环境承载力的分级评价和薄弱区识别提供了科学有效的工具。

GIS空间分析在水环境承载力评估中的应用主要体现在数据集成与处理、空间分布特征分析和结果可视化等方面。GIS能够集成多源数据,包括地形、土地利用、人口分布、水文特征和污染源信息等,为区域水环境承载力评估提供全面的数据支持。通过将这些数据进行空间叠加分析,可以准确描述污染物在不同区域的分布及其对水环境的影响程度。

在数据处理方面,GIS技术可以通过空间插值、缓冲区分析等方法,对区域内的污染负荷和环境容量进行精细化刻画。空间插值技术能够根据有限的监测点数据,预测整个

区域的污染物浓度分布；缓冲区分析则可以评估污染源周围一定范围内的环境承载力，为污染源管理和控制提供科学依据。

GIS 空间分析还可以有效揭示区域水环境承载力的空间分布特征，通过分级评价方法，将评估区域划分为不同的承载力等级。具体而言，利用 GIS 的空间分析功能，可以将区域内的水环境承载力指标进行分级，识别出高、中、低承载力区。此过程不仅为区域水环境管理提供了直观的数据支持，也为决策者在制定污水处理设施规划策略时提供了重要参考。

GIS 技术的结果可视化功能，使得复杂的水环境承载力数据和分析结果能够以直观、易理解的地图形式展示出来。通过生成专题地图，能够清晰地显示各区域的水环境承载力状况，帮助识别薄弱区并提出针对性的污水处理设施规划建议。这些地图可以作为科学决策的重要依据，提高污水处理设施布局的合理性和科学性。

GIS 空间分析技术在区域水环境承载力评估中发挥了不可替代的作用。通过集成和分析多源空间数据，揭示区域水环境承载力的空间分布特征，并直观展示评估结果，GIS 技术为科学规划污水处理设施提供了坚实的技术支持和保障。

3.2 水环境承载力分级评价与薄弱区识别

在进行水环境承载力的分级评价与薄弱区识别过程中，采用定量和定性相结合的方法，确保结果的科学性和准确性。通过 GIS 空间分析技术，对研究区域内各水体的污染物负荷、环境容量及其变化进行全面解剖，形成多变量分析的基础数据。

明确水环境承载力的分级标准。依据水质指标、水量和污染物类型，将区域水体划分为不同承载力等级。如高承载力区、中承载力区和低承载力区，不同等级对应的污水处理需求与环境承载能力差异显著。

利用 GIS 空间分析技术，对各子区域水体的污染物浓度与排放源进行逐一评测，绘制污染负荷与水环境承载力的空间分布图。将各子区域的承载力分级评价结果与水体现状数据进行比对，识别出高污染、高负荷且低承载力的薄弱区。这些薄弱区通常表现为环境容量较小、污染物浓度超标的现象，主要位于人口密集、工业活动频繁且污水处理设施不足的区域。

通过对薄弱区的识别，为这些区域提出具体的污水处理设施规划策略。针对薄弱区，应加快污水处理厂的建设与升级，提升污水处理能力，采用更高效的处理技术，并设置科学合理的排放标准。需加强薄弱区的环境监测与管理，建立长效监测机制，实时掌握水环境变化，以便及时采取应对

措施。这一系统评估过程为全面提升区域水环境质量，合理规划污水处理设施奠定了坚实的科学基础。

3.3 基于水环境承载力的污水处理设施规划策略

基于水环境承载力的污水处理设施规划策略应针对不同区域的承载能力和具体环境需求，制定科学合理的规划方案。应全面评估各区域的水环境承载力，了解污染物负荷及其空间分布特征，从而识别出水环境承载力较弱的区域。对于这些薄弱区，应优先考虑建设新污水处理设施或提升现有设施的处理能力。

在选址方面，污水处理设施应尽可能选择在能够最大化减轻环境压力的位置，要考虑现有基础设施的兼容性和未来扩展的可能性，确保设施的长期有效运营。不同处理能力和技术水平的设施应根据区域实际需求进行布局。一些污染负荷较重且增长较快的区域，可以优先采用高效、先进的污水处理技术，以应对日益增加的污染压力。

对人口增长迅速的区域，需综合考虑未来污染物排放量的变化趋势，预留污水处理设施的扩建空间，确保在城市扩张过程中仍能满足水环境承载力的要求。通过精准调整设施布局及规模，有效提升区域整体的污水处理效能，维护水环境的可持续性，最终形成科学的污水处理设施规划策略，保障区域水环境的健康发展。

4 结语

本研究关注区域水环境承载力，帮助规划污水处理设施。研究者找出了影响水环境承载力的因素，比如污染物负荷、环境能力和污染底数，并建立了一个评估模型。在一个城市为例，研究者用 GIS 空间分析方法分析了水环境承载力，提出相应的污水处理设施规划策略。结果表明，不同区域的水环境承载力差别很大，部分区域的水环境承载力已经达到或超过限度。因此，在规划污水处理设施时，要考虑区域水环境承载力、人口增长和污染物排放量的变化。但是，本研究还存在一些局限性，比如数据获取、污染物种类和浓度的选择，以及 GIS 空间分析方法需要结合更多的地理和环境因素。未来的研究可以提升数据精度，更全面分析污染物，结合地理信息系统技术，为水环境管理和污水处理设施规划提供更好的支持。

参考文献

- [1] 陈艳,林斌,张品汉.基于水环境容量的水环境承载力分析[J].皮革制作与环保科技,2021,2(14):40-41.
- [2] 王若冰.小流域水环境承载力评估预警分析[J].环境保护科学,2022,48(1):115-119.
- [3] 吴曦.某污水处理厂地基承载力确定[J].资源信息与工程,2019,34(4):111-112.