

基于 5G 的水生态环境监测关键技术及应用

蓝贤桂 宁星 欧阳旭文

东华理工大学软件学院，江西南昌，330013；

摘要：本文聚焦于基于 5G 技术的水生态环境监测关键技术以其应用。在关键技术这方面，通过 5G 的高速数据传输能力，实时采集传输数据信息。与此同时，根据物联网技术，打造分布式智能监测系统，通过边缘计算完善数据处理流程，避免给云端造成负担。在应用层面，5G 支持的无人机能动态监测复杂水域，达到全方位立体监测水生态环境目的。除此之外，在应用基于 5G 监测系统的基础之上，和人工智能算法相结合，实现水质预测功能，为水生态环境保护和管理提供重要依据。

关键词：水生态环境监测；技术；应用

DOI：10.69979/3041-0673.25.12.001

引言

随着全球化工业化和城市化的加速，水生态环境面临一定的压力。水质恶化和生物多样性受损等问题日益突出，对人类社会的可持续发展会造成危险。但在水生态环境监测中，以往传统的监测方式依赖于人工采样和实验室分析，效率不高，无法满足现代水生态环境管理对精准和动态监测的需求。近年来，科学技术的进步和 5G 技术的发展给水生态环境监测带来了革命性变革。5G 网络凭借自身的优势和特点，能够大力的支持大规模传感器网络运行，实时对数据传输和处理进行监测。合理的利用 5G 技术，实现对智能化和自动化的水生态环境监测系统的构建，实时连续监测水质参数和水生生物群落结构，在数据这方面，为水生态环境保护提供重要的支持。

1 基于 5G 的水生态环境监测关键技术

1.1 5G 智能传感器技术

要想确保水生态环境监测工作顺利的实施，在具体工作的过程中，工作人员可利用 5G 智能传感器技术。因为它是智能化监测体系构建的重点，借助 5G 网络高宽带和低时延的特性，实时的对涵盖参数集成传感器和生物指标传感器等数据采集和实时传输进行监测^[1]。

多参数集成传感器和微机电系统以及纳米材料技术实现相融合，提升水质监测功能集成水平。多参数集成传感器和微机电系统利用维纳加工工艺，把传统大型传感器元件缩小至芯片级别。这样除了能降低传感器体积和重量以外，在河流和水库等复杂水域中还能全面的部署。通过纳米材料传感层，强化检测性能，以石墨烯为代表的重要纳米材料，凭借自身的特性能将水中重金属离子等微量物质捕捉到。

通过运用生物指标传感器，借助光学和电化学原理，能实时的监测到浮游生物和微生物群落等生物参数。同时，通过 5G 网络实时上传监测数据，根据气象和水文数据，实现对藻类生长预测模型构建，提前 3 天预警蓝藻水华风险。

总之，在水生态环境监测中，通过应用 5G 智能传感器，除了能提高监测效率以外，还能实现多维感知。

1.2 5G 网络传输和边缘计算技术

这项技术在水生态环境监测中也发挥着重要的作用，通过合理的利用能解决数据传输和处理难题，保障监测系统有效的运行。5G 水下通信面对水体对电磁波的强衰减性，利用“水面基站+水下中继”创新模式。水面部署 5G 宏基站，水下通过光纤中继器和传感器节点相连接，达到数据接力传输目的。与此同时，5G 网络凭借自身的特性，对水下摄像头高清视频流的实时传输提供大力支持^[2]。

5G 的低时延和大连接能力在数据传输优化这方面起着重要的数据。低时延特性使水质和水文监测数据在秒级内向云端上传，提高数据的时效性，如果发生污染事件，还能及时预警。大连接能力特别的重要，对大规模传感器网络接入需求，能给予充分满足。

在数据预处理中，利用边缘计算技术和 5G 网络，实现深度融合，提高数据预处理的水平。部署于水面监测浮标和岸边基站的边缘计算节点，能对原始监测数据静噪和压缩以及初步分析^[3]。比如，如果检测到水质已经超标，边缘节点能及时的触发本地报警，通过 5G 上传关键数据，在本地实施数据清洗和特征提取，避免网络传输压力，提高系统响应速度。

5G 网络传输和边缘计算技术的协同，构建数据传输和处理链路，确保水生态环境监测工作顺利的实施，推

动这项技术迈向智能化阶段。

1.3 智能数据分析与AI建模技术

智能数据分析与AI建模技术在5G水生态环境监测体系中特别的关键，通过对大量监测数据深层价值深入挖掘，实现从数据采集到科学决策跨越，有利于推动监测智能化的实现。

在水质预测这一重要领域，AI算法深度和多元数据构建预测模型实现相融合，而且利用机器学习算法，根据历史水质数据，可以精准的对水体中污染物浓度动态变化进行模拟^[4]。同时，在水生态治理中，污染源溯源是重要的环节，但工作人员可利用AI技术通过多源数据融合达到精准定位目的。整合5G传输的水质数据和工业排放数据有效整合，运用图神经网络实现污染源关联图谱构建。比如，如果某河段水质发生异常的现象，AI系统发挥着重要的作用，通过河流应用，及时的对相关信息进行分析，如周边企业排放规律和农业施肥时间，通过节点关系权重计算，锁定最可能的污染源。

总之，在水环境生态监测中，通过运用智能数据分析与AI建模技术，实现算法创新和模型优化，精准预测和评估水生态环境，为水生态保护和治理提供重要决策工具，促进监测体系发展。

1.4 一体化监测平台与应用系统

一体化监测平台和应用系统在5G赋能的水生态环境监测体系中起着重要的作用，通过对“云-边-端-”协同架构合理的明确，提高监测数据的有效性。平台以分层架构设计为主，云端负责对大量历史数据进行存储，通过大数据分析和AI算法对长期预测等复杂任务进行大力的执行^[5]。边缘端部署于水面浮标和岸边基站等节点，实时的对采集数据进行处理。通过这种架构提高数据处理时效性。

平台具有数据可视化模块和预警管理模块、报告生成模块以及移动端APP。其中数据可视化模块利用动态图表的形式，直观的将水质参数分布和污染热点区域展示出来。预警管理模块基于预设阀值，实现对超标数据分级报警，自动向管理人员推送信息。报告生成模块自动生成监测报告，帮助管理人员了解生态变化趋势。现场工作人员借助移动端APP能查看到数据信息，达到线上监测目的。

在具体应用场景当中，一体化平台特别的重要，在流域生态修复项目当中，通过接入传感器数据和数字孪生模型，能实现不同措施对生态系统的影响，为方案的制定可视化依据^[6]。

2 基于5G的水生态环境监测应用

在水生态环境监测中，5G技术的应用主要体现在以下几个方面：

2.1 河流与湖泊生态监测

在河流与湖泊生态监测的过程中，利用5G技术能提高水生态环境监测的精度。第一5G技术在河流监测中的应用。运用无人船搭载水质监测设备，结合北斗高精度定位，到达指定点位采集水质样本。运用无人机对河道情况进行监控，利用5G网络实时回传高清视频数据，实现污染源定准定位。总之，无人机和无人船结合5G技术，不仅能达到全方位监测河道目的，还能提高监测的水平。第二5G技术在湖泊生态监测中的应用^[7]。5G支持“空天地淀”一体化生态监测系统，利用无人机和无人船，根据5G高清视频和北斗导航，实现精准导航。正因为5G技术自身的特性，实时传输和处理监测数据。通过运用这种智能化监测的方式，不仅无需投入更多的人力，还有利于对河流与湖泊生态保护。

2.2 城市水系统监测与管理

城市水系统涵盖的环节比较多，不仅有供水环节，还有排水和污水处理等环节，而传统监测方式单一，在有些方面还面临着挑战。但5G技术的发展和低延迟的特性，为解决这些问题提供了重要的方法。首先，5G技术在供水监测中的应用能实时监测水源地和水厂等，而且将智能传感器在关键节点上部署，利用5G网络实时的向监控中心传输水质数据和水压数据。如果发生水质异常的现象，管理人员还能及时的发现解决，确保城市供水安全；然后，5G技术在排水监测中的应用能实现对排水系统的构建，将传感器安装在排水管网和泵站以及污水处理厂中，实时的对水位和流量以及水质信息进行监测^[8]。借助5G网络的传输，数据能快速回传，再加上运用人工智能算法，实现对排水系统智能调度；最后，5G技术在污水处理环节中的应用能提升污水处理厂精细化管理的水平。通过对污水处理中溶解氧和污泥浓度等参数进行监测，在结合远程控制技术，实现设备自动化处理，提升污水处理的水平。5G网络还能向污水处理厂周边环境监测提供大力的支持，避免影响到周边生态环境。

总之，在城市水系统监测与管理中，通过应用5G技术，除了能确保监测质量以外，还能推动城市水务可持续发展。

2.3 工业废水和农业面源污染监测

在工业废水和农业面源污染监测中，5G技术发挥着重要的作用，通过应用为水生态环境保护提供重要解决方案。同时，5G技术还适用于工业废水监测，它结合物

联网和智能传感器，实时监测工业区周边水域。通过对水质在线自动监测站和水下传感器进行部署，能全天候的对关键指标进行监测，识别污染源。比如，某地区在农业面源污染监测的过程中，发挥 5G 技术的优势，合理运用这项技术，结合卫星遥感和无人机等手段，达到动态监测农业面源污染目的。除此之外，5G 技术对远程视频监控和智能分析提供大力的支持，能实现污染现场自动识别，从而确保监测质量^[9]。

总之，在进行工业废水与农业面源污染监测的过程中，通过应用 5G 技术，除了能提高监测时效性以外，在技术这方面，还能为污染治理和生态修复提供中重要的支持，进一步的促进水生态环境监测发展。

2.4 海洋生态和近岸海域监测

海洋生态和近岸海域监测也是基于 5G 的水生态环境监测应用领域之一，因为它能为海洋生态保护提供重要的解决方案。5G 技术凭借自身的特性，能提高海洋监测的精度。

首先，5G 技术在海洋生态监测中的应用。在具体监测的过程中，利用 5G 技术，借助无人船和无人机等设备，达到海洋环境多参数智能立体监测目的。比如，某大学和联通共同实现的“海洋综合水生态海啄号 5G 无人船”，能一次性的采集海底地形和船舶污染排放等重要的信息，通过 5G 网络实时的向监控中心传输图像和监测数据。

然后，5G 技术在近岸海域监测中的应用。在具体监测中，对 5G 技术充分的运用，能建立“空天海”一体化监测体系。比如，某县在对渔业资源和海洋污染进行监测的过程中，利用无人机，结合卫星遥感数据，达到大力监管近岸海域目的。与此同时，通过多功能智能生态感知航标系统，搭载多种智能传感设备，利用 5G 网络实时的对水文和水质传输，能连续的监测近岸海域目的。

最后，5G 技术的发展和应用，实现海洋生态环境数字化监测和污染监管执法。合理应用 5G+海洋生态保护，提升海洋生态环境精细化管理的水平。以黄河三角洲生态监测平台为例，运用 5G 专网精准监测黄河入海口水文和气象，实现自然保护区智慧监测。

在海洋生态和近岸海域监测中，通过应用 5G 技术，除了能完成监测任务以外，还能提高数据传输速度，在技术这方面，为海洋生态环境保护提供重要的支撑，以促进智慧海洋建设发展。

3 结束语

综上所述，5G 技术凭借自身特性在水生态环境监测中的应用，除了能实时传输监测设备数据信息以外，还能实现远程监控和协同作业，全方位的监测水质和水生生物等要素，为水生态系统的保护和修复提供重要的依据。未来，随着 5G 技术迅速的发展和应用，将这项技术和人工智能以及大数据相融合，并在水生态环境监测中的应用，提高监测的精度，水生态环境更加智能化，确保水生态系统可持续发展，以促进生态文明建设。

参考文献

- [1] 杜鑫鸿,李俊.生态环境应急监测技术发展趋势[J].山东化工,2025,54(09):161-162+216.
- [2] 杨丽静.环保视域下的生态环境监测技术分析[J].皮革制作与环保科技,2025,6(06):28-30.
- [3] 孙鹏,谢银凤,刘全波,崔胜红.生态环境监测在生物多样性保护中的作用探析[J].皮革制作与环保科技,2025,6(06):60-62.
- [4] 吴云云,何贤保.生态环境监测及环保技术发展分析[J].皮革制作与环保科技,2025,6(06):83-85.
- [5] 李茜.生态环境监测在生态环境保护中的作用及意义研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(06):72-73+76.
- [6] 赵晓娟.生态环境监测在环境保护中的作用与发展措施研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(05):106-108.
- [7] 齐宜波,孟静.论环境监测在生态环境保护中的作用与发展措施[J].皮革制作与环保科技,2025,6(04):66-67+70.
- [8] 刘寒冰,王小涵.基于物联网的水生态环境智慧监测及管理系统[J].物联网技术,2024,14(02):33-36+39.
- [9] 战风娇,钱英晖.基于 5G 与 AI 的生态环境监测网络平台探讨[J].皮革制作与环保科技,2022,3(21):32-34.

作者简介：蓝贤桂（1979.02-），男，畲族，江西大余人，副教授，研究生，主要研究方向：物联网技术及应用。

课题项目：抚州市科技计划项目，基于 5G 的水生态环境监测关键技术研究及应用示范（项目编号 2022CC01）。