

水生态环境物联网智慧监测 技术发展及应用研究

李梦娅

(四川佳士特环境检测有限公司, 四川 成都 611730)

摘要 水生态环境物联网智慧监测系统, 可以直观显示水生态环境监测结果, 为水环境保护工作提供准确的参考依据。本文基于物联网总体架构, 分析水生态环境物联网监测网络的主要类型, 并从 ZigBee 的技术优势、水生态环境物联网智慧监测系统整体设计、改善系统硬件电路、促进系统软件升级等方面, 系统地介绍了水生态环境物联网智慧监测技术发展及应用方案, 以期水生态环境监测工作提供借鉴。

关键词 水生态环境; 物联网; 智慧监测技术

中图分类号: X83; TP27

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)10-0025-03

水是人类赖以生存的生命资源, 实时、准确地掌握水质参数状况尤为重要。将物联网智慧监测技术应用于水生态环境监测工作中, 可以全面监控水质指标, 及时掌握水质信息, 实现连续监控, 提高水资源循环利用率, 解决水污染问题。

1 物联网技术及应用

物联网的结构大致分为三层:

第一, 感知层。本层为感知终端, 其组合包括传感器技术、RFID 射频标识技术、视频采集设备, 感知层能够实现短距离的通信, 将采集的环境参数转变为电信号, 按照电信号编码生成传输数据报。

第二, 传输层。本层能够对所采集的对象信息实施快速传递与高效处理, 传输层集合了通信网络技术功能, 其通信方式主要有三种, 分别是 5G 网络通信、ZigBee 网络通信和蓝牙通信^[1]。

第三, 应用层。本层能够做好数据链路层与数据层处理作业, 提供各种服务, 包括监测服务、交通服务、医疗服务、远程教育服务等。

当前, 水生态环境监测工作模式不断优化升级, 将物联网技术应用于水生态环境监测工作, 构成水生态环境物联网智慧监测系统。水生态环境物联网智慧监测技术系统网络覆盖范围很大, 拥有完善的网络拓扑结构, 能够适应多种气候变化, 监测精度较高, 主要可分为以下四种:

第一, ZigBee 网络。这种监测网络系统主要用于监测面积相对较大的湖泊、池塘, 其传输距离在 100

米范围内, 属于近距离监测和信息传输, 网络复杂度低, 耗用成本较少, 数据传输速率也相对较低, 工作时长在半年到两年。

第二, 5G 网络。5G 网络覆盖范围广泛, 传输速度快, 距离远, 能及时收集和发送信息, 准确获取水生态环境监测结果, 工作时长为数小时。

第三, 蓝牙网络。这种监测网络系统的体积、功耗与成本都比较小, 传输速度快, 通常难以实现大范围 and 远距离传输。因而, 只能监测小面积水域。

第四, Wi-Fi 网络。这种监测网络系统能够实现长距离传输, 传输速度也很快, 主要应用于 Web、图像和 Email 管理, 工作时长在数小时内。

相比之下, ZigBee 网络应用频率更高, 范围更广泛, 可以监测大面积水域, 工作时长比另外三种网络系统更具优势, 成本与能耗低。同时, ZigBee 技术网络系统严格遵循 IEEE802.15.4 标准, 构建了完善的物理层, 集中整合了网络安全、逻辑网络与物联网应用层技术, 安全可靠性能良好, 能够适应不同的气候环境, 应对能力很强。

2 水生态环境物联网智慧监测技术发展及应用方案

2.1 发挥 ZigBee 技术优势

ZigBee 网络系统有显著的优势, 能够满足大面积水域监测工作需求。在水生态环境物联网智慧监测技术发展和应用过程中, 首先, 要充分发挥 ZigBee 技术优势, 进一步改善水环境监测技术体系, 运用 ZigBee

技术来实现无线监测,优化网络结构,促进远程监测控制系统升级,确保在线监测的连续性。其次,国家环保部门为了进一步优化 ZigBee 技术网络系统,构建了 ZigBee 协议栈。在组合架构中,ZigBee 协议栈是由应用层/行规、应用架构、网络/安全层、数据链路层和物理层共同组成。各层结构发挥各自功能的同时会密切配合,全面做好水环境监测工作。其中,应用层/行规对所有传感器的应用规则予以规范,重点做好水环境监测代码开发工作。应用架构层会在 ZigBee 网络上对应用层的各项应用予以映射^[2]。网络/安全层可以提升各节点的通信服务效率,建立完善的网络拓扑结构。数据链路层会处理好链路上的数据流,仔细检查数据结构,处理错误问题。物理层用于选择适宜的频段,探测信号,做好数据调制与解调工作。

2.2 水生态环境物联网智慧监测系统整体设计工作

发挥水生态环境物联网智慧监测技术系统功能,要做好系统整体设计工作。从设计流程来看,首先要立足于整体设计目标,精准选择系统监测项目。水生态环境监测项目要结合水体要求进行合理选择,要注意根据河流、湖泊、饮用水源地等不同水体的要求,一并纳入必测项目,科学选择其他项目。河流的必测项目包括溶解氧含量、水温、pH 值、高锰酸盐指数、BOD₅、总氮含量、化学需氧量、氨氮含量、总磷含量、铜元素含量、锌元素含量、氟化物含量、硒元素含量、砷元素含量、汞元素含量、镉元素含量、铬元素含量(六价)、铅含量、氰化物含量、挥发酚、石油类含量、阴离子表面活性剂、硫化物含量等。选择项目通常有两个:甲基汞和总有机碳。

湖泊(包括水库)必测项目与河流基本一致,并在其基础上增加了粪大肠菌群。湖泊的选测项目有四个:甲基汞、总有机碳、硝酸盐、亚硝酸盐。在准确监测湖泊的溶解氧、盐分含量、pH 值、亚硝基氮、氨氮和总氮等水质参数后,需要结合实际情况实施调整与控制。如果是淡水湖,就要将水体的 pH 值控制在 7.5 到 8.5 之间。如果湖泊水体的 pH 值小于 7,就要通过加入生石灰来增加 pH 值。假如湖泊中的 pH 值大于 9,就需要通过加注足量的淡水予以调节。对于溶解氧,需要将其调整到 5mg/L 以上,如果缺氧,就要注入氧,以免湖泊中的水生物死亡,并定期对湖泊水体进行洁净处理。为了降低淡水湖里的有机物,则需要根据水

质监测数据来投入足量的沸石粉,这样可以对水质进行优化和改善,使水中的有机物得以降解,并吸附氨氮。对于湖泊中的亚硝酸盐,要确保其低于 0.1mg/L,二氧化碳不能高于 20mg/L 到 25mg/L 的范围,要将硫化氢控制在 0.2mg/L 以下。对于湖泊中的浮游植物量,需要控制在 20mg/L 到 100mg/L 的范围内。

饮用水源地对水质的要求非常高,水生态环境监测工作比普通的河流、湖泊严格,必测项目包括溶解氧含量、水温、pH 值、水中悬浮物、高锰酸盐指数、化学需氧量、BOD₅、氨氮含量、总磷含量、总氮含量、铜元素含量、锌元素含量、氟化物含量、铁元素含量、锰元素含量、硒元素含量、砷元素含量、汞元素含量、镉元素含量、铬元素含量(六价)、铅含量、氰化物含量、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物含量、硫酸盐含量、氯化物含量、硝酸盐含量和粪大肠菌群等。选测项目有三个:有机磷农药、硫酸盐、碳酸根。

在整个必测项目中,工作人员应着重监测五大参数,分别是溶解氧、水温、pH 值、电导率和水体的浊度。选定监测项目后,对参数性能指标予以确定。通常,溶解氧(mg/L)的测量范围在 0-20,仪器分辨率的要求是 0.1,测量误差控制在 0.3 以内;水温(℃)的测量范围在 0-100,仪器分辨率的要求是 0.1,测量误差控制在 5% 以内;pH 值(无量纲)的测量范围在 2-22,仪器分辨率的要求是 0.01,测量误差控制在 0.1 以内;电导率(mS/m)的测量范围在 0-500,仪器分辨率的要求是 1,测量误差控制在 1% 以内;水的浊度(NTU)的测量范围在 0-100,仪器分辨率的要求是 0.1,测量误差控制在 5% 以内^[3]。

在人工采样和测量工作中,必须紧密结合不同水体功能、水体环境与水文要素,遵循最低采样频率,获取最具代表性的水样,确保样品能够反馈水环境的情况。对于饮用水源地水质监测工作,需要按照每月一次的规则实施采样测量。其他水域可以采用每年六次的采样工作。

在设计水生态环境物联网智慧监测技术系统框架的过程中,需要按照数据流的模式,依次设计采水单元、配水单元、分析单元和控制单元。其中,采水单元组合模块包括水泵、管路与供电设施及安装结构,该单元系统能够采集水样,在设计过程中,要注意增强系统设备的环境适应能力;配水单元系统的组合装备有三种,分别是水样预处理设施、自动化清洗装备

和辅助设施,该系统会对水样进行处理,然后将水样配送到测量点;分析单元系统包括自动化分析仪器设备和测量仪器,该单元系统能够做好水质参数测试分析工作;控制单元由通信设备、数据处理与存储模块、系统控制柜、基站控制与监控设备组成。

2.3 改善水生态环境物联网智慧监测系统硬件电路

传感器节点处于水环境监测的第一现场,要在所监测的湖面上安装传感器网络收发设施,并做好必要的防水工作。在系统配置过程中,需要将电化学传感器安置在湖面以下的探头顶端,运用传感器节点做好所有数据采集作业,采集数据是否精准、完整,则需由传感器探头转换方式的正确与否、设备监测精度,调理电路的正确性与放大倍数、ADC 转换精度以及分辨率共同决定。优化水生态环境物联网智慧监测技术系统,改善系统硬件电路,理应依次做好溶解氧传感器节点、水温传感器节点、pH 值传感器节点、电导率传感器节点和浊度传感器调理节点设计工作^[4]。从水生态环境监测标准角度来讲,在溶解氧监测工作中,会使用新型三电极体系传感器,阴极与阳极是两根呈双绕的细铂丝,在应用过程中,会将其封闭于隔膜的电解液溶液内,借助银丝带充当参比电极。这样测量精度很高,也不会污染水源。在溶解氧传感器节点设计工作中,要严格遵循溶解氧调理电路设计原理,采集微弱的电流信号,输出微机进行处理,使电流转化为电压信号,运用放大电路来获取参数。

水温传感器节点即温度传感器节点,在具体设计中,需要配置温度传感器 DS18B20。工作人员将其设置为一线型总线式结构,对数据信、地址线与控制线集成设计。从应用效果来看,温度传感器 DS18B20 能够准确测量温度,设备外形轻巧,测量精度非常高。对于水温传感器节点的工作电源,适宜借助微机引脚实施供电,有助于节省更多资源,转换时间在 100 毫秒到 700 毫秒之间,抗干扰能力良好,安全可靠。高。

pH 值传感器节点用于测量水中的 pH 值,选用电极型 pH 值传感器就能够满足地面水和湖泊水的测量工作需求,运用电位计法准确测量电池电动势,然后,计算出水中的 pH 值。在水环境监测工作中,水质越好,电导率越弱。在电导率传感器节点设计工作中,需要根据实际需求,选用适宜的传感器。当前电导率传感器可分为三种:电极型传感器、电磁型传感器、超声波

型传感器,要根据物理测量原理来配置相应的传感器。

水中普遍含有各种悬浮物,当光在水中散射、投射或者吸收变化时,水会变得浑浊,其浑浊的程度被称为浊度。浊度是水环境的重要监测参数,直接影响饮用水的质量、水中生物的生存状况与工业用水质量。准确测量浊度,必须设计好浊度传感器调理节点。在浊度传感器调理节点设计工作中,需结合传感器的特性不断优化水生态环境在线监测系统,正确运用传感器监测水的浊度信号。浊度传感器分为散射式传感器和投射式传感器,两种传感器各有优点,前者应用范围更广泛。

2.4 促进水生态环境物联网智慧监测系统软件升级

提升水生态环境物联网智慧监测系统应用效果,必须重视促进系统软件升级,充分借助物联网技术和人工智能技术优化系统软件功能,做好软件开发工作。当前基于物联网水环境在线监测系统软件设计是以 CC2530 生产厂商 TI 公司所提供的 Zstack-CC2530-2.3.0-1.4.0 为基础依托,其物理层与网络层将 ZigBee 的标准 802.15.4 作为设计参考。同时,会运用嵌入式软件开发模式来完成路由节点与汇聚节点的 CC2530 的 51 内核软件设计工作,严格遵守硬件接口电路设计原理,全面做好上位机软件设计工作^[5]。

3 结语

综上所述,全面优化水生态环境物联网智慧监测技术发展和应用方案,应充分借助 ZigBee 技术来实现无线监测,精准选择系统监测项目,合理确定参数性能指标,不断改善水生态环境物联网智慧监测系统硬件电路,持续促进系统软件升级。

参考文献:

- [1] 高娟,华璐,滑丽萍,等.地表水水质监测现状分析与对策[J].首都师范大学学报,2018(22):152-154.
- [2] 张利平,夏军.中国水资源状况与水资源安全问题分析[J].长江流域资源与环境,2019(02):116-120.
- [3] 张桂杰,康健,刘富裕.我国水环境自动监测发展的思考[J].四川水利,2019,40(02):23-24.
- [4] 王广华.对水环境自动监测系统检测指标的评价[J].河南大学学报(自然科学版),2019(28):373-376.
- [5] 梁莉.地表水质自动监测技术及监控软件的发展[J].中国新技术新产品,2020(17):1842-1846.