

物联网背景下的中国水基准数据采集管理研究

白 岩^{1,2}, 白 雪¹, 胡梦婷¹

(1. 中国标准化研究院, 北京 100191; 2. 清华大学 土木水利学院, 北京 100084)

摘 要:我国经济在快速增长的同时也受到资源枯竭和环境污染的约束。水资源作为环境资源的一部分,面临的污染和短缺等问题,成为阻碍可持续发展的重大问题之一。以长江流域、黄河流域、辽河流域以及 5 大湖区湖泊水生生物为研究对象,通过物联网技术,提出一种基于物联网的水环境基准数据管理平台。通过该平台可以将被测参数经由化学探头识别转换变为电信号,将水环境基准检测数据发送至节点服务器中。水环境基准数据管理平台将为环境化学、毒理学、生态学等提供数据和理论支持,为全面系统地研究我国区域环境特征、环境基准奠定坚实的基础。

关键词:物联网;水基准数据;数据采集

中图分类号:TV213.4

文献标识码:A

文章编号:1008-6021(2017)02-0033-05

一、引言

水环境基准是国家水环境管理和污染防治的科学基础,也是水环境标准制定的科学依据。它是指水环境中污染物或其他有害因素对特定保护对象不产生不良或有害影响的最大可接受剂量或限度,主要是依据特定对象在环境介质中的暴露数据,以及与环境要素的剂量效应关系数据,通过科学判断得出的。水环境基准可分为保护水生生物及其使用功能基准、保护人体健康基准、营养物基准、沉积物质量基准和生物基准等。不同类型的水环境基准研究所需的基础数据也不尽相同。

Carvalho 等学者指出建立水环境基准库是研究水环境的首要重点工作^[1]。朱华康等学者在 19 世纪末就对美国特拉华河流域研究时提出建立水环境管理的思路^[2];陈思模等对国外河流和流域的水污染防治时提出了污染对水环境的影响^[3];唐政生等研究了田纳西流域管理特点^[4];张庆丰研究了水流域管理,全面分析了水环境管理^[5]。吴丰昌等^[6]、孟伟等^[7]学者从保护水生生态系统的角度分析了水质基准的重要性。USEPA 从化学和物理的角度构建了水生生物基准库^[8-9],曾维华研究了国内外水管理体制的关联及对比^[10]。

从 19 世纪开始,随着智能硬件的发展,水环境监

测和检测已经在发达国家中应用,通过传输技术达到对水质的 PH 值、温度、CO₂ 浓度等进行检测。我国水质监测硬件设备和数据分析起步晚,目前还处于起步阶段。随着水资源被国家列为战略资源,才开始逐渐发展水环境监测。随着物联网体系结构的完善^[11]和技术的发展,越来越多的产品和技术应用到水环境的管理中^[12],通过 ZigBee 技术^[13-14]对环境的监测^[15-16],能够快速应对水资源事件,能够更好地收集水资源数据。

重点流域水生生物物种数据、典型水体基本物理及化学数据、典型水体重金属污染物含量分布、典型水体新型污染物含量分布是我国急需调研和编制的水环境基础数据,通过这些数据的收集能够实现典型水体中重金属对水生生物的毒理数据、典型水体中新型污染物对水生生物的毒理数据的分析等。然而,这些数据往往来自我国江河湖泊区,每次采样都需要耗费大量的人力物力,并且人力采样不能实时采集和观测样本水环境的数据。样本采集的数据往往存在较大的差异性,不能为我国水环境基准研究提供服务,也严重阻碍了环境化学、生物学、毒理学、生态学和风险评估等共享平台和科学研究的发展。

本文基于物联网中 ZigBee 技术和 GPRS 技术等

收稿日期:2016-12-19

基金项目:国家自然科学基金项目(项目编号:71271012);国家水利部水资源重点专项(项目编号:2016YFC0403004)。

作者简介:白 岩(1986-),男,吉林长春人,博士后。研究方向:节水信息化、节水标准化。

先进技术,设计水环境基准数据采集终端,实现在我国主要流域湖泊进行实时采样收集数据。利用物联网构建适合我国国情的水环境基准数据采集分析平台是我国重大科技需求,也是提高我国水环境基准科学性的必然选择,对我国的水环境基准研究平台 and 环境保护研究具有十分重要的意义。本文的主要创新主要有两点:(1)将物联网技术应用到水环境基础数据采集中。通过物联网技术实现水环境基准数据动态、按需采集。(2)基于 ARM 核心板的水环境数据交换控制板的设计。

以上介绍了文章的背景及创新点,在文章的第二部分,笔者将详细描述国内外水环境基准数据收集现状和物联网技术在水环境管理的应用现状;介绍基于物联网的水环境采集终端和数控板的设计。

二、水环境基准数据管理平台设计

(一)数据采集平台设计

针对我国水环境的发展现状,以先进的技术和理念为指导,充分利用包括物联网技术、ZigBee 和 GPRS 技术,组建一套对重点流域水生生物物种数据、典型水体基本物理及化学数据、典型水体重金属污染物含量分布、典型水体新型污染物含量分布数据能够实时动态采集的水环境基准数据采集平台。实现对水环境系统的实时数据监测,加强和改善对于水环境基准数据的管理能力,为政府的水环境发展和治理提供有力的技术支撑。

基于物联网的水环境基准数据采集平台,主要有三大部分组成:包括终端采集设备即硬件部分;嵌入式软件设计和应用系统设计,具体如图 1 所示。

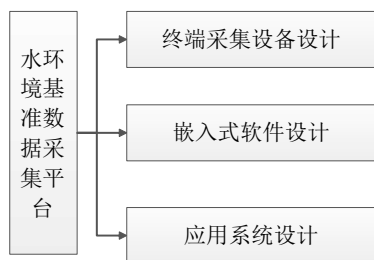


图 1 平台组成

终端采集设备即硬件部分,主要包括终端数据采集节点的设计、终端控制节点设计和网关设备电路原理的设计;嵌入式软件设计即包括无线终端采集系统的嵌入式程序和网关设备的嵌入式程序设计等;应用系统主要包括传感器子系统、数据采集子系统、信息处理子系统等。

水基准环境数据中水体 PH、硬度、温度以及溶解性有机质、氮磷含量及富营养化状况、主要特征污染物等对环境起着关键性的作用,因此对水环境相关数据进行实时动态监控,及时采样,可以收集到客观真实的水环境数据。

水环境基准数据采用物联网(总线型和 GPRS 相结合)设计思路。

在流域或湖泊的监测现场,采集终端节点通过 CAN 或 RS485 总线与主机相连,或终端节点通过 CAN 或 RS485 总线相连,数据汇集后透过有线或无线的方式与 INTERNET 相连。具体如图 2 所示。

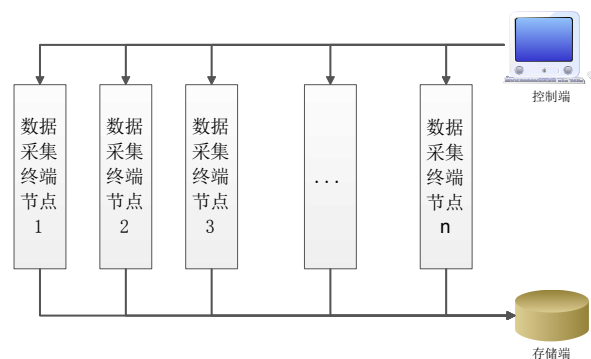


图 2 总线监测方案架构图

每个终端节点通过 GPRS 模块与后台服务器相连,用户可以在任何时间、任何地点只要有联网的电脑或手机就可查阅相关信息。采用 ZigBee 技术的数据采集终端,能够将流域的数据采集信息通过 GPRS 等无线传输手段传输到网关,网关在通过与互联网相连的方式将数据传输到后端服务器中,用户通过 WEB 浏览方式,实时查看采集数据信息及数据分析情况。

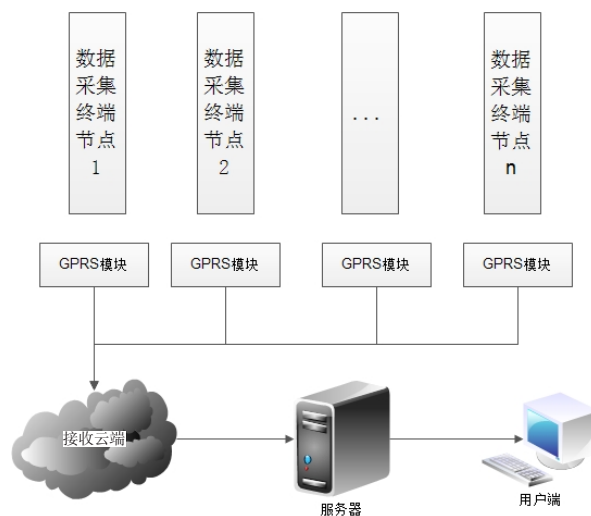


图 3 GPRS 监测方案架构图

由于 ZigBee 技术的诸多优点,总线型和 GPRS 相结合设计思路架构如图 4 所示。

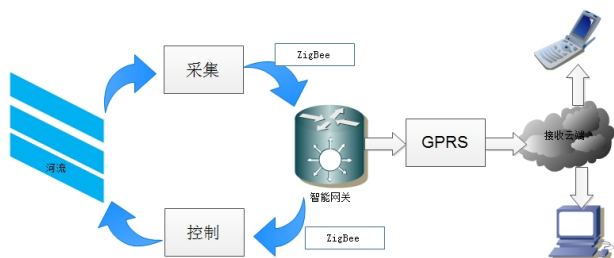


图4 基于物联网智能化水基准平台架构

基于物联网设计思路优缺点:

优点:

- 无须布线,降低了系统安装成本。
- 低成本、低功耗、体积小、维护方便。
- 数据的共享性好,有利于消除信息孤岛。
- 兼容性、扩展性好。

缺点:对网关设备的可靠性要求较高,一旦网关设备故障,系统存在崩溃的可能。

(二) 物联网终端设计

水环境基准数据终端数据采集节点主动定期或主动即时地采集流域或湖泊中水体 PH、硬度、温度以及溶解性有机质、氮磷含量及富营养化状况、主要特征污染物,并将采集数据传输给网关。

物联网终端设计既要满足河流内数据条件,也要满足非常规条件下数据采集。所以要求系统要具有高可靠性、远程升级和高扩展性。在物联网终端设计中,电源采用防水蓄电池、太阳能和市电供电三合一方案,保证系统电力供应。采集器采用钛合金四层采集设备,能够满足不同深度水源的采集需求。系统中各个传感器都是采用航空插头与节点相连的解决方案,保证传感器的可靠性,达到防水和防潮的作用。

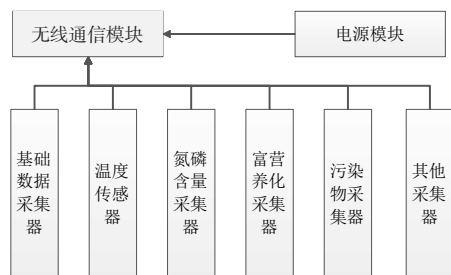


图5 终端数据采集节点架构

1. 无线通信模块

无线通讯模块主要是采用 CC2430 完成数据采集控制。它主要由 2.4GHz 直接序列扩频射频收发器

和一个工业级控制器 8051 组成,并已经集成了 ZigBee 射频存储及控制器,能够满足 ISM 波段低功耗和低成本的要求。

2. 电源模块

为适应不同采集地区的电源需求,系统所需电源要考虑不同部件的工作电压需求,如 CC2430 射频模块(3~3.3V)、各种传感器(3.3V 或 5V)等,所以需要对电压统筹考虑,以达到能够为系统提供稳定电压的目的。

本系统设计采用 SPX5205 线性电源转换芯片,LY9803 同步升压芯片、CN3063 太阳能充电管理芯片、LY1036 DC/CD 升压转换器对各部分电源进行处理,详细电路图如图 6。

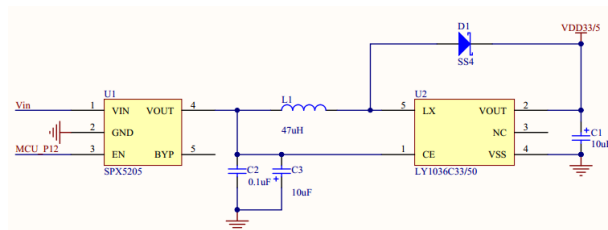


图6 电源转换电路

数据采集终端的节点用来控制所对应的设备,用户通过控制器将指令传输到数据采集终端,实现灵活控制终端。比如,水质探测器、水采集器等。

(三) 网关设备设计

网关设备是连接控制端与数据采集端的中间件,是通信和数据传输的核心部件。主要负责将控制端的指令传达到数据采集终端和将数据采集终端的数据回传到控制端,并能将终端和各个中间件的状态以图表的形式反馈给用户。当存在异常状态时,通过发出预警来提示使用人员。

网关设计采用非耦合/模块化设计方式。网关的核心部件主要包括:中央处理器、ARM 控制板、预警装置、状态显示器、输出打印设备、GPRS 无线传输器等部件组成。网关设计如图 7。

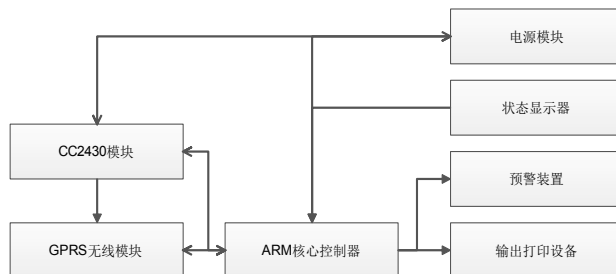


图7 网关设计图

网关设备的核心总体控件 CORTEX-M3 处理器作为中央处理器,ARM 处理器具有高性能和高稳定性,能够保证整体系统的可靠性。网关设备中的无线模块与数据采集终端进行数据交换,通过非对称算法,将传输数据加密,保证数据传输过程中的安全性。数据存储采用闪存和固态硬盘相结合的存储方案,既能保证数据的快速存取,又能保证数据的大数据量存储。声光报警装置为用户提供预警作用。电源模块是网关设备能够安全平稳运行的电力保障基础,也是网关设备的核心部件。

三、讨论

水环境基准研究是一个国家制定水质标准、评价水质、确定环境容量和控制总量及风险管理等环境保护工作的科学依据。因此,水环境基准是国家

整个环境保护科研迫在眉睫的重要任务。近年来,美国、日本、加拿大、澳大利亚等国家已将基准研究列入国家安全战略。国家水环境基准研究成为世界各国环境管理的重大科技需求。

下一步工作主要在采集终端的基础上,设计并开发嵌入式系统和应用层软件。通过这两部分,达到远程对无线终端某些参数的配置功能,也能通过终端无线自组网络将水环境数据发送给服务器存储和分析。

本文基于物联网技术,详细描述了水环境基准数据的采集终端。结合 ZigBee 和 GPRS 技术设计的采集终端,能够实时智能地获取水环境基准分析所需的数据信息,能够为国家水环境基准研究以及环境管理和保护工作提供全面有效的数据支撑。

参考文献:

- [1] CARVALHO L, SOLIMINI A, PHILLIPS G, *et al.* Chlorophyll reference conditions for European lake types used for intercalibration of ecological status[J]. *Aquatic Ecology*, 2008, 42: 203-211.
- [2] 朱华康, 陈怀英. 美国特拉华河流域管理[J]. *水资源保护*, 1996(1): 58-61.
- [3] 陈思模. 国外一些河流和流域水污染防治与管理的主要经验[J]. *水利科技*, 1999(2): 6-9.
- [4] 唐政生, 孙荣博. 田纳西流域管理体制特点[J]. *东北水利水电*, 2000(5): 52-53.
- [5] 张庆丰. 流域水环境管理模式及其支持系统[J]. *环境保护*, 1997(1): 2-6.
- [6] 吴丰昌, 孟伟, 宋永会, 等. 中国湖泊水环境基准的研究进展[J]. *环境科学学报*, 2008, 28(12): 2385-2393.
- [7] 孟伟, 张远, 郑丙辉. 水环境质量基准、标准与流域水污染物总量控制[J]. *环境科学研究*, 2006, 19(3): 1-6.
- [8] USEPA. Nutrient Criteria Technical Guidance Manual: Lakes and Reservoirs[M]. Washington DC: United States Environment Protection Agency, 2000.
- [9] USEPA. Nutrient criteria technical guidance manual: Rivers and Streams[M]. Washington D C: United States Environment Protection Agency. EPA-822-B-00-002.2001.
- [10] 曾维华, 程声通, 杨志峰. 流域水资源集成管理[J]. *中国环境科学*, 2001(2): 173-176.
- [11] 陈海明, 崔莉, 谢开斌. 物联网体系结构与实现方法的比较研究[J]. *计算机学报*, 2013, 36(1): 168-188.
- [12] JIANG P, XIA H, HE Z, *et al.* Design of a Water Environment Monitoring System Based on Wireless Sensor Networks [J]. *Sensors*, 2009, 9(8): 6411-34.
- [13] 高翔, 邓永莉, 吕愿愿, 等. 基于 Z-Stack 协议栈的 ZigBee 网络节能算法的研究[J]. *传感技术学报*, 2014(11): 1534-1538.
- [14] 申娅, 王爱雯. 浅谈水环境监测质量控制的技术措施[J]. *资源节约与环保*, 2013(9): 71-72.
- [15] 兰音波. 基于 Zigbee 无线传感器网络技术的水环境监测系统[D]. 南京: 南京邮电大学, 2015.
- [16] 包启明. 基于 ZigBee 的水质监测与传输系统研究与设计[D]. 广州: 广东工业大学, 2015.

Research on IoT-based Water Environment Benchmark Data Acquisition Management

BAI Yan^{1, 2}, BAI Xue¹, HU Meng-ting¹

(1. China National Institution of Standardization, Beijing100191, China;

2. School of Civil Engineering Tsinghua Beijing 100084, China)

Abstract: China's economy has developed at full speed. However, this rapid growth is under restrictions of resource exhaustion and environmental pollution. As part of environmental resources, water resources are faced with such problems as pollution and shortage, which hinders sustainable development. The top priority in water resources protection and research is to manage the fundamental data on water resources, and determine what is the footstone and scientific foundation of water environment management. By studying the aquatic organism in the Yangtze River Basin, the Yellow River Basin, the Liaohe River Basin and the five lake areas, this article puts forward an IoT-based management platform for the benchmark data of the water environment. This platform can transform parameters measured to electric signals by way of chemical probe identification, and then send the benchmark test data of the water environment to node servers. The management platform for the benchmark data of the water environment will provide data and theoretical support for environmental chemistry, toxicology, ecology, etc., promote researches on environmental sciences, lay a solid foundation for comprehensive and systematic research on China's regional environment characteristics, biotoxicity effects and environmental criteria, and provide objective data for the compiling standards of the benchmark data of the water environment.

Key words: IoT; water environment; data management

[责任编辑 王七萍]

(上接第28页)

Influence of the Added Value of the Third Industry to Urban Employment

WANG Zhong-jiang

(Personnel Department, Anhui Polytechnic University, Wuhu Anhui 241000, China)

Abstract: This paper took the annual data of the added value of the third industry and the urban employment number from 1990 to 2015, and constructed VAR model to judge the lag relationship between the two variables. What's more, the PDL model was constructed to analyze the promoting effect and data relationship of the third industry to the urban employment. Finally, some tactics and suggestions were proposed according to the empirical research results.

Key words: the added value of the third industry; urban employment; polynomial distribution lag model

[责任编辑 王七萍]