

Application of Wireless Sensor Network to Automatic Water Supply Scheduling System*

Meng Li, Qingwei Liu

Luoyang Institute of Science and Technology, Luoyang
Email: icelm@sina.com

Received: Jul. 24th, 2013; revised: Jul. 26th, 2013; accepted: Aug. 13th, 2013

Copyright © 2013 Meng Li, Qingwei Liu. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: The automatic water supply scheduling system based on SCADA and GIS has been designed, which takes the technology of wireless sensor network to realize the RTU module and the wireless transmission of the monitored data. It has strikingly improved the flexibility of the system arrangement and cut down the running cost of the monitoring system. The online operation of this system will offer in-time comprehensive information of the water supply network, realize the overall management and analysis of the data system, promote the information management level of the water supply enterprise, and intensify the core competence for the enterprise.

Keywords: Water Supply Scheduling; Zigbee; SCADA; RTU

无线传感网络在供水调度自动化系统的应用*

李 蒙, 刘庆伟

洛阳理工学院, 洛阳
Email: icelm@sina.com

收稿日期: 2013年7月24日; 修回日期: 2013年7月26日; 录用日期: 2013年8月13日

摘 要: 设计基于 SCADA 和 GIS 技术的供水调度自动化系统, 并采用无线传感网络技术实现 RTC 单元, 实现监控数据的无线传输。显著提高系统部署的灵活性, 降低了测控系统的运营成本。供水调度自动化系统的上线运行, 可实时收集供水网络全面的信息, 实现系统数据的全局化管理和分析, 改善了供水企业信息化管理水平, 有助提升了企业的核心竞争力。

关键词: 供水调度; Zigbee; SCADA; RTU

1. 引言

城市给水是城市稳定、发展的基础, 是城市发展的组成部分, 是城市的“生命线”。随着经济建设的迅速发展, 城市规模的不断扩大, 传统的供水管理方式将不堪重负, 难以对复杂多变的情况做出快速反应。供水调度自动化系统是利用计算机信息技术、通信技术和自动控制技术对整个供水管网运行过程的

主要参数、管网信息、设备运行状况进行动态监测、实时调度和自动化控制, 实现自动化信息管理, 并将监测点信息与管网空间位置相结合, 以地形图为基础, 直观表达管网运行状况和监控点状态, 结合预测、统计、数学模型、空间分析等手段, 根据经济、技术指标和实际情况, 进行优化控制反馈, 完成对供水管网调度各个环节的合理配置^[1]。

供水调度自动化系统能够可靠运行的关键是能实时对整个供水管网运行过程的主要参数的采集, 便

*基金项目: 河南省高等学校青年骨干教师资助计划(2009GGJS-122)。

于根据现场数据进行相应的处置。现有的架设专线、数传电台、GSM, GPRS 等数据传输方式存在建设周期长、易受干扰、运行成本高等缺点。随着无线传感网络 Zigbee 技术的广泛应用,为供水调度自动化系统数据传输方式提高了一个新的设计思路。

2. Zigbee 技术简介

Zigbee 技术是以 IEEE 802.15.4 为标准的一种低复杂度、低成本、低功耗、低速率的双向无线通信技术。具有以下特点: 1) 功耗低, 以 JENNIC 5139 为例, 数据通信时功耗小于 120 mW; 2) 运营成本低, 由于 Zigbee 使用的是 2.4 GHz 的 ISM 频段, 是无需注册免费使用的; 3) 网络容量大, 一个 Zigbee 网络最多可容纳 65,535 个节点; 4) 数据安全性高, 支持 AES 128 加密, 保障数据安全^[2]。

Zigbee 网络支持 3 种网络拓扑结构: 星形, 网状, 簇状。因此当进行长距离传输时, 只要增加路由节点, 便可方便的实现数据的接力传输。通信网络的速率适中最高可达 250 Kbps, 完全可以满足供水调度自动化系统数据监测的要求^[3]。

3. 系统组成

由于一个自来水公司下属可能有多个水厂, 一个自来水厂又有多个工艺过程, 同时又负责多个管网测压站、管网加压站和水源井监控站的管理。如将系统的所有信息都直接传送到自来水公司控制中心, 由自来水公司完成整个系统的控制是不合理的。因此就需要建立多个水厂分控中心, 在水厂内建立多个监控分

站和自来水取水、供水监控站点, 以实现信息的逐级传输和系统的分级控制。借鉴国内外同行的经验, 供水调度自动化系统采用两级调度。其框架模型如图 1 所示^[4-6]。

系统可划分为 5 个组成部分: 自来水公司控制中心、水厂分控中心、管网测压站、管网加压站和水源井监控站。系统基本组成单元远程测控终端(RTU)用无线传感网络模块实现、由它完成对现场数据的采集、传输和对现场设备的控制。

采用 SCADA 和 GIS 技术设计供水调度自动化系统通过数据管理模块、查询统计模块、管网编辑模块、方案模拟模块、故障定位模块、管网可靠性管理模块、设备设施管理模块及老化计算模块实现供水信息管理与调度监控一体化^[7]。

数据管理模块: 将各种图形数据(矢量、栅格)和非图形数据(图片、文档、多媒体)集中统一的存放在关系数据库中。地物图形资料仅是系统中一种背景辅助资料, 没有地物图形资料时, 在系统图形资料的支持下, 系统应用功能仍能照常运行, 通常地物图形不经常变动。

查询统计模块: 提供多种手段对图形、属性数据进行交互查询, 同时能对所选元素的某个字段按用户指定的统计分类数与分类段的范围, 统计图元总数、最大、最小、平均值等。并可用直方图、饼图、折线图等多种形式显示。

管网编辑模块: 系统提供完备的编辑工具, 用户可以按自己的要求对管网空间和属性数据进行添加、修改、删除等操作。在编辑时有完备的设备关系规则

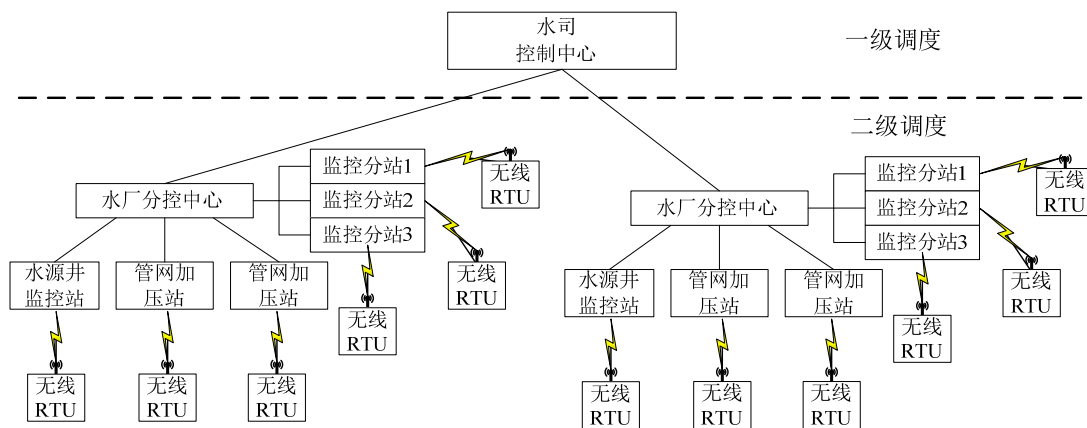


Figure 1. Automatic Water Supply Scheduling System framework model
图 1. 供水调度自动化系统框架模型

库系统, 确保编辑好的数据正确、完备, 同时支持版本管理和长事务处理。

方案模拟模块: 可在供水方案实施前确定前, 在系统上进行模拟操作, 系统从 SCADA 读入的运行参数进行水流模拟分配, 并根据管径大小规格对水流进行校核, 发现水压超过管径允许的范围时, 便会报警, 避免管道爆管。

故障定位模块: 当用水用户出现停水时, 只要报出用户名, 就可在系统中查出该用户的供水信息, 以及阀门在地图上的位置。同时列出该阀门, 为快速找到故障点, 及时隔离故障创造条件。发布停水信息。在关闭阀门时候, 用户接口模块的地图上由该阀门控制的线路的颜色由红色转为黑色, 并列所有停电的用户。调度员可据此向电视台、传呼台发送停水范围和用户名称。

管网可靠性管理模块: 在系统中每台泵站, 阀门、线路有与用户明确的连接关系, 因此, 系统可以根据运行方式中断泵站、阀门起闭, 确定线路的停水范围, 自动统计并列所有特殊用户的清单; 并根据状态量的改变时间, 确定该停水范围内的时间, 确定停水户数。

设备设施管理模块: 管理管网在运行过程中的设备维修、管网改扩建、设备运行等业务, 主要包括巡道管理、听漏管理、报修管理, 维修派工、停水关闸管理等, 还有管网设备质量评估和维修员工考核等。

老化计算模块: 根据管线的材料、埋设环境、年限, 维修次数等条件为参数, 通过分析模型得出需要维修的管线的紧迫级别, 并计算相应工时。

4. 远程无线 RTU 技术实现

远程终端(RTU)是整个供水调度自动化系统的重要部分, 担负监控设备本地的数据采集及发送, 接受并完成来自远程控制命令, 完成本地的控制, 为了降低部署成本、运营成本, 系统的 RTU 单元采用 JENNIC-5139 模块实现, RTU 单元主要配置有 CPU 模块、模拟量 I/O 模块、数字量 I/O 模块、通信模块、电源、通信设备、机箱、测量仪表及相应物理执行机, 结构图如图 2 所示。

CPU 模块为 JENNIC-5139, 工作电压 3 V, 无线通讯时工作电流 37 mA, 休眠状态电流为 2.6 μ A, 模

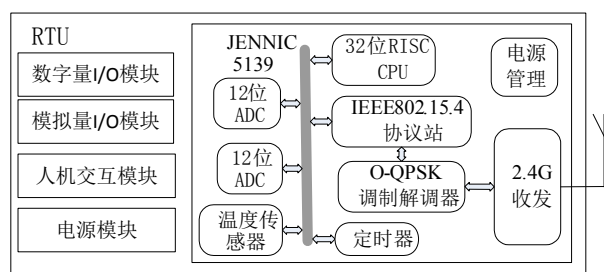


Figure 2. Wireless RTU structure
图 2. 无线 RTU 结构图

块内嵌 Zigbee 无线通讯协议, 支持无线传感网络通讯, 采用 32 位的 RISC CPU, 内部集成了 96 KB RAM、192 KB ROM、4 个 12 位的 ADC, 用于将出厂水压力、出厂水流量、水位、配电电压的模拟量转换为数字量, 电压检测传感器实现系统电压的监测, 温度传感器可进行环境温度检测, 根据温度实现对检测参数的动态补偿, 提高检测精度、2 个 UART 可在中心站构建 CAN 总线接口, JENNIC-5139 功能强大, 便于扩展。电源模块采用电池供电和外部辅助供电两套并存的供电模式, 当没有外部辅助电源时, 由电池供电, 但外接辅助电源时, 由外部电源供电, 同时为电池充电。

5. 结论

采用 Zigbee 技术的无线传感网络的供水调度自动化系统最大程度发挥了 SCADA 优势, 在保证供水水质和水压的前提条件下, 降低运营费用, 合理调配供水量和压力。并可根据需要灵活部署监控 RTU 单元, 为供水调度自动化系统进行优化调度提供实时数据。接合 GIS 系统将 RTU 监测的数据空间化、立体化, 增加现场实时监测数据的可视化能力。无线传感网络相比传统的数传电台, 数据可靠性和安全性上显著提高, 与 GPRS 数据通信方式相比, 大大降低了运营成本。具有投资较少、建设周期短、运行维护简单、性价比高等优点。

参考文献 (References)

- [1] 中国城镇供水协会. 城市供水行业 2010 年技术进步发展规划及 2020 年远景目标[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.
- [2] 回楠木, 李永刚, 王成. 基于 Zigbee 的无线农田测控系统[J]. 微计算机信息, 2008, 24(8-3): 52-54.
- [3] 李辉, 张晓光, 高顶等. 基于 Zigbee 的无线传感器网络在矿井安全监测中的应用[J]. 仪表技术与传感器, 2008, 4: 33-35.
- [4] 宋俊杰, 尹志宏. 基于无线通讯的远程监控供水调度系统[J]. 光盘技术, 2006, 5: 18-20.

无线传感网络在供水调度自动化系统的应用

- [5] 贾金明, 李学义, 陈学剑. 供水调度 SCADA 系统的升级改造[J]. 中国给水排水, 2008, 24(12): 66-68.
- [6] 郭圣安. 城市供水调度 SCADA 系统的应用与发展[J]. 工业控制计算机, 2009, 22(4): 29-30.
- [7] 刘清林. SCADA 系统在城市供水调度系统中的应用[J]. 电脑与信息技术, 2003, 11(6): 50-53.