

基于 ZigBee技术的无线传感器网络在电力系统保护装置中的应用

郝晓弘, 王瑛辉, 康 漪

(兰州理工大学电气工程与信息工程学院, 甘肃兰州 730050)

摘要: 介绍了 ZigBee技术的特点和优势, 同时分析了现有电力系统保护装置中存在的问题, 把 ZigBee技术应用于保护装置系统中, 提出了星型网络拓扑结构的无线传感器网络设计方案, 构建 ZigBee网络系统, 实现了电力系统开关柜中温、湿度监控, 提高了系统的实用性。

关键词: 无线传感器网络; ZigBee; 温、湿度监控

中图分类号: TP393 文献标识码: B 文章编号: 1002-1841(2008)07-0088-02

Applications of Wireless Sensor Network Based on ZigBee to Protective Equipments of Power System

HAO Xiaohong WANG Yinghui KANG Yi

(College of Electrical and Information Engineering Lanzhou University of Technology Lanzhou 730050, China)

Abstract This paper introduced the application of ZigBee in the protective equipments of power system. Because of the low cost and low power of the ZigBee, it was used to construct the wireless sensor network, and monitor the temperature and humidity of the protective equipments, process these data by the central computer, and timely monitor the condition of the protective equipments of the power system. It enhance the application value of the system.

Key words wireless sensor network; ZigBee; temperature and humidity monitor

0 引言

高低压开关柜作为供电系统中重要的部分, 已被广泛应用在各行业, 例如, 钢铁、煤炭、化工、电力等^[1]。因为开关柜内电压等级比较高, 所以, 在开关柜中的温度、湿度都是有严格要求的。目前行业中解决该问题的方法为: 在每个开关柜内安装一个温湿度监控器, 以此来控制柜内的温度和湿度。由于在每个工程项目中运用开关柜数量较多, 这样一一对应的安装温湿度监控器, 既浪费资源, 也增加成本。

无线传感器网络就是由部署在监测区域内大量的廉价微型传感器节点组成, 通过无线通信方式形成的一个多跳的自组织的网络系统, 其目的是协作地感知、采集和处理网络区域中感知对象的信息, 并发送给观察者。

ZigBee技术^[3]是一种近距离、低复杂度、低功耗、低数据速率、低成本的双向无线通信技术, 主要适合于自动控制 and 远程控制领域, 可以嵌入到各种设备中, 同时支持地理定位功能。一般而言, 随着通信距离的增大, 设备的复杂度、功耗以及系统成本都在增加。ZigBee技术实际上是采用 802.15.4 (ZigBee) 协议的新一代的无线传感器网络系统, 是专门为控制数据的传输而设计的, 因而数据的传输能力强、可靠性高, 且具有高度的灵活性和低成本的特点。相对于现有的各种无线通信技术, ZigBee技术将是功耗和成本最低的技术。

运用该技术解决上述开关柜内温度和湿度的问题, 不仅降低成本, 更能节约资源。

1 系统设计

1.1 系统实现的功能及 ZigBee无线网络的架构

基于 ZigBee技术的高压开关柜温、湿度测控系统, 通过 ZigBee通信信道, 监测开关柜中温、湿度, 无线传输至数据集中器, 然后经过计算机分析处理, 在中心控制室就能了解各开关柜中的温、湿度情况。从而及时发现安全隐患, 若出现温度过高/过低、湿度过大等情况。中心遥控控制室将自动启动加热器或风扇, 调节柜内温、湿度于正常范围。从而实现对开关柜内温度和湿度的有效控制。

系统无线网络结构图如图 1 所示。



图 1 系统结构图

1.2 系统硬件设计

系统主要由数据采集端和数据接收端构成。数据采集端由传感器、MCU 和无线收发芯片等组成。MCU 与无线收发芯片通过 SPI 总线连接, 二者构成无线传输模块。数据接收端使用相同的无线收发模块, 并利用 RS-232 异步串口与 PC 机通信。其功能相当于一个接入点, 一方面将主机向数据采集端发送的控制信号以无线的方式发射出去, 另一方面接收采集数据并上传给主机。主控 MCU 是 STC89L E516AD 单片机, 为 51 内核增强型 8 位单片机, 与 MCS 51 系列单片机完全兼容。STC89L E516AD 有丰富的片上存储功能, 具有 64 KB Flash 和 512 字节 RAM。单片机自身固化有 ISP 程序, 通过串口下载程序。

实验中开关柜是用于北方, 因此温度监控设定为升温型。系统工作原理: 当传感器测试到温度、湿度信号后, 由控制中心对这些信号进行计算处理, 并与预先设定的温度、湿度数值进行比较, 如果温度低于设定值, 则启动控温加热器。如果湿度

大于设定值, 则启动控湿加热器。

1.3 系统软件设计

系统的总框图如图 2 所示。

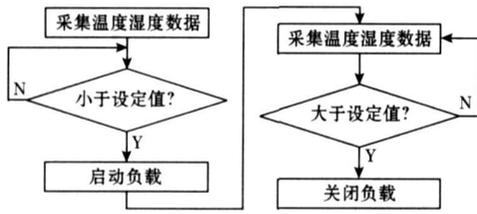


图 2 软件系统流程图

开机上电后, 系统自检, 硬件初始化, 与中心监控室连接后进行数据流服务, 实现数据协议转换等功能。中心监控室连接后, 随时接收传输的数据, 并根据需要将接收的数据进行处理。

2 实验结果

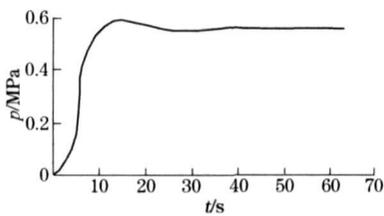
表 1 为系统节点的实验数据。由表 1 可知, 节点 3 和节点 4 检测到的温度值低于设定值, 系统自动启动开关柜中控湿加热器, 使开关柜中温度升至设定值。节点 3 检测到的湿度值大于设定值, 则开关柜中控湿加热器自动启动, 使湿度达到设定值。

表 1 实验数据

节点	温度 / $^{\circ}\text{C}$		湿度 /%		温度负载	湿度负载
	设定值	检测值	设定值	检测值		
1	-5	2	88	82	无输出	无输出
2	-5	6	88	70	无输出	无输出
3	-5	-8	88	93	有输出	有输出
4	-5	-10	88	81	有输出	无输出

由上述实验结果可以看出, 在监控高压开关柜温、湿度中应用无线传感器网络可以有效地监测温、湿度的变化, 及时发

(上接第 82 页)



(b) 模糊 PID 系统压力曲线图

图 5 压力曲线对比图

从图中看出模糊 PID 恒压供水系统对于管网压力的变化调节更加平稳, 显示了很好的控制效果。具体表现为变频器的频率上升和下降更为平稳, 基本没有出现采用传统 PID 时频率的跳跃式上升和下降情况。同时, 从性能比较结果表 3 中可以清楚地看到模糊 PID 的优势。经过实际运行, 基本得到了预期的效果, 证明了此系统的稳定性、实用性。

表 3 控制性能比较

算法	调节时间 /s	超调量 /%	静态误差 / $^{\circ}\text{C}$
传统 PID	50	18.2	4.9
模糊 PID	24	4.1	0.8

现安全隐患, 做出处理, 减少事故发生的可能性。并且可以节约工程成本, 产生重大的经济效益。

3 结束语

在研究 ZigBee 无线传感器网络的基础上, 提出了基于 ZigBee 协议的电力系统开关柜温、湿度监控的构成方案, 实验验证了该系统进行温、湿度监控的可行性。随着科技的进步和成本的降低, ZigBee 技术在电力系统保护装置中的应用将产生重大的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 钱祥忠. 高压开关柜内接头温度在线监测系统的设计. 仪表技术与传感器, 2007(2): 5-8
- [2] 郭世富, 马树元, 吴平东, 等. 基于 ZigBee 技术的无线传感器网络在远程家庭监测系统中的应用研究. 电子技术应用, 2006(6): 28-31.
- [3] HE T, HUANG C D, BLUM B M, et al. Range-free localization schemes in largescale sensor networks. In Proceedings of the 9th annual international conference on Mobile computing and networking (MobiCom), San Diego, California USA: ACM Press, 2003: 81-95
- [4] AKYILDIZ I F, SU W, SANKARASUBRAMANIAM, et al. Wireless sensor networks: a survey. Computer Networks, 2002, 38(9): 393-422
- [5] 原羿, 苏鸿根. 基于 ZigBee 技术的无线网络应用研究. 计算机应用与软件, 2004, 21(6): 89-91
- [6] HEDETNIEMI S, LIESIMAN A. A survey of gossiping and broadcasting in communication networks. Computer Networks, 1998, 18(4): 319-349

作者简介: 郝晓弘 (1960—), 教授, 博导, 主要从事计算机自动控制技术, 无线传感器网络的教学与应用工作. E-mail wangying-huil013@126.com

5 结束语

模糊 PID 控制器综合了模糊控制与 PID 控制的优点, 很好地解决了恒压供水系统大迟滞, 非线性难题。所设计的恒压供水系统, 经试用验证: 系统可以在线自整定 PID 参数, 具有超调量小、调节时间短, 鲁棒性强的优点。该系统也适用于工业供水系统, 具有较好的使用价值。

参考文献:

- [1] 孙红英, 颜德文, 李斌. 基于参数自整定模糊 PID 的三容水箱液位控制. 电气应用, 2006, 25(8): 97-99
- [2] 陈伟. 人工智能调节器在恒压供水中的应用. 仪表技术与传感器, 2004(4): 47-48.
- [3] 程武山. 智能控制理论与应用. 上海: 上海交通大学出版社, 2006
- [4] 张越, 张炎, 赵延军. 基于单片机和模糊控制的水温自动控制系统. 仪表技术与传感器, 2007(4): 71-72
- [5] Y. Cu H, O Wang and K. Tanaka. Fuzzy Control of Nonlinear Time Delay Systems. Stability and Design Issues Arlington VA. June 25-27, 2001

作者简介: 黄全振 (1979—), 硕士研究生, 主要研究方向工业过程控制与嵌入式系统. E-mail huang2004@sust@126.com