

李鑫,戴梅,佟天野. 基于无线传感器网络的自动增氧控制系统研究[J]. 江苏农业科学,2013,41(6):382-385.

基于无线传感器网络的自动增氧控制系统研究

李鑫,戴梅,佟天野

(常熟理工学院电气与自动化工程学院,江苏常熟 215500)

摘要:介绍了一种基于 ZigBee 无线通信技术的智能型自动增氧控制系统:采用 C8051F020 为主控芯片,通过溶解氧传感器多点分布检测水中溶解氧的浓度,利用 ZigBee 技术组网实现多点通信;手持终端对多通道信息进行数据融合实时监测水中溶解氧的浓度,并通过与下位机通信实现对增氧机转速的控制。经测试,该系统具有测试精度高、抗干扰能力强、检测效率高、操作简单等优点,为自动增氧系统提供了一个新型有效的控制方法。

关键词:ZigBee;C8051F020;多点检测;数据融合;手持终端

中图分类号:S951.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2013)06-0382-04

随着时代的发展和科技的进步,自动增氧系统技术得到了迅速发展,性能不断完善,功能不断增强,已经广泛应用在各种工农业领域。在很多情况下,增氧系统都需要人工对相关参数要求进行设定,但水下、矿井、高空等特殊环境并不适合人体进入,且普通的增氧系统存在线路连接复杂、信号衰减、外部电磁干扰等缺陷。基于此,本研究基于无线传感器网络的智能型自动增氧控制系统,利用了 ZigBee 技术组网,实现多点相互通信,能够远程无线控制。多点测试并相互通信,对多通道采样的数据进行数据融合,使得测量结果更为精准。利用手持终端可远程实时监测待测水体的溶解氧浓度、温湿度等参数,并设定系统的相关参数,同时对增氧机异常工作状态进行声光报警。

1 系统组成

本系统由手持终端和下位机组成,均采用 C8051F020 单片机为主控芯片。手持终端由 C8051F020 单片机最小系统^[1]、ZigBee 通信模块、按键输入及显示模块、声光报警电路等部分组成。下位机由 C8051F020 单片机最小系统、ZigBee 通信模块、信号采集电路、变频器控制电路、增氧机工作状态检测电路等部分组成。

本系统通过 ZigBee 无线通信技术进行组网,实现手持终端与 2 个下位机的无线通信。下位机通过氧传感器和温湿度传感器多点检测水中溶解氧浓度和温湿度,ZigBee 无线通信模块将相关数据传送到手持终端。手持终端则对接收到的多组数据进行融合,采用 LCD5110 液晶实时显示被测水体溶解氧浓度和温湿度等相关参数,并可用按键设置启动自动增氧系统的溶解氧浓度的阈值。最终通过手持终端与下位机通信,控制变频器的工作,实现对增氧机转速的控制。下位机还可检测增氧机的工作状态,对异常工作状态进行声光报警。系统组成如图 1 所示。系统硬件电路框图如图 2 所示。

收稿日期:2012-12-19

基金项目:常熟理工学院青年教师科研启动基金(编号:QZ0908)。

作者简介:李鑫(1983—),男,安徽亳州人,硕士,实验师,主要从事智能控制技术与现代检测技术等方面的教学与科研工作。
E-mail:lixin_ex@163.com。

2 硬件设计

2.1 信号采集电路

由于温湿度与含氧量有着不可或缺的联系,本信号采集电路模块设计了氧含量检测模块和温湿度检测模块,主要由 KDS-25B 氧传感器模块和 DHT11 温湿度传感器组成。

2.1.1 KDS-25B 氧传感器模块信号采集电路 本模块中 KDS-25B 溶解氧传感器在平常水温环境下对溶解氧含量感应,可输出 0~50 mV 的模拟电压量,需对输出信号进行放大,再用 A/D 转换器采集信息。对传感器输出的信号进行放大,用 LM324 内部的运放构成直流放大电路,将电压增益调到 100 倍,即可满足 KDS-25B 输出信号的放大要求。由于主控芯片 C8051F020 自带 A/D 转换器,可直接对放大后的信号进行采样。KDS-25B 溶解氧传感器的信号放大处理电路^[3]如图 3 所示。

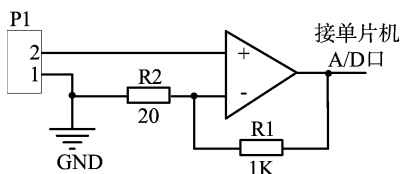
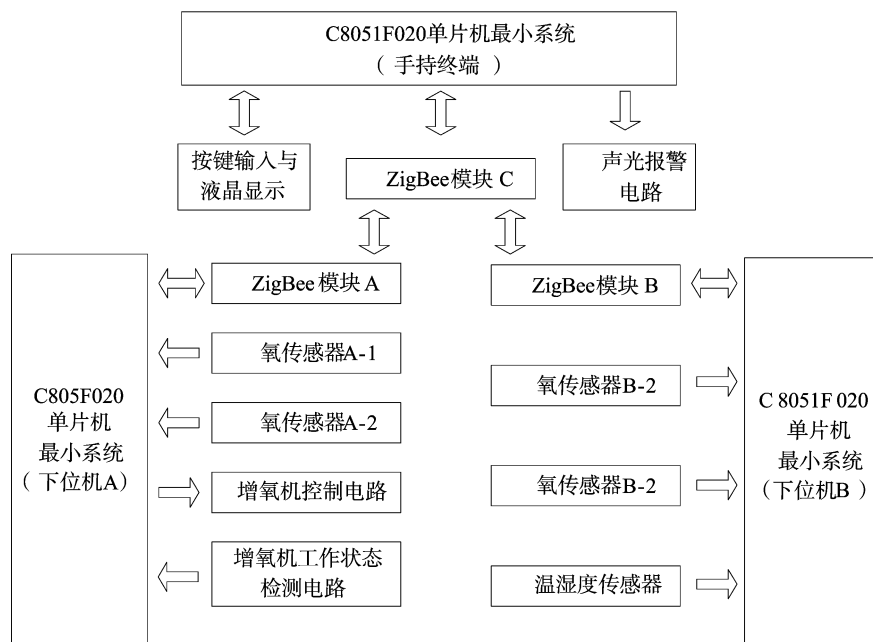
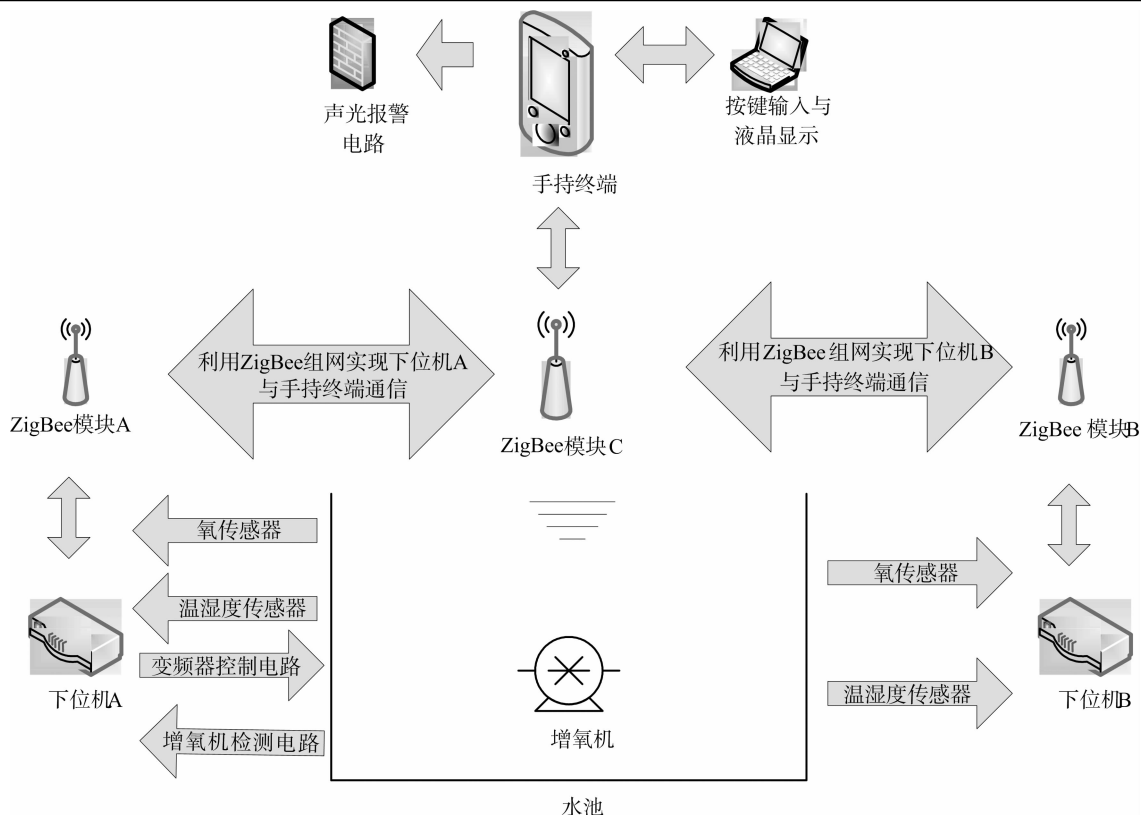
2.1.2 DHT11 温湿度传感器模块采集电路 DHT11 数字温湿度传感器是一款含有已校准数字信号输出的温湿度复合传感器。DHT11 数字式温湿度传感器无需设计 A/D 转换电路,该传感器所测得的温湿度以数字量的形式发送给单片机,单片机可直接读取数据。

2.2 ZigBee 通信模块

本系统采用的 ZigBee 无线通信模块是基于 TI 公司的 CC2530F256 芯片,其内部运行 ZigBee2007/PRO 协议栈,具有 ZigBee 协议的全部特性。本系统的 ZigBee 无线模块主要实现串口转 ZigBee 无线数据透明传输。针对复杂的 ZigBee 协议,本模块将协议栈嵌入模块内部,留出串口,只需要读写串口,即可实现数据的无线传输。

ZigBee 网络系统主要由协调器节点、路由节点、终端节点 3 种类型的功能块组成:(1)协调器(coordinator):创建一个 Zigbee 网络^[4],为最初加入网络的节点分配网络地址(16 位),每个 ZigBee 网络需要唯一的一个协调器;(2)路由器(router):可以接收、转发数据,起到路由和中继的作用;(3)终端节点(end device):通常为电池供电的低功耗设备,用于采集传感器参数,周期性的发送数据。

本模块主要实现无线数据传输,每个节点都能随时收发数据,所以节点类型配置为协调器和路由器 2 种,将手持终端



设置成协调器,各个下位机设置成路由器,每个节点都可以收发数据。互相之间的连接网络如图 4 所示。

2.3 按键输入与液晶显示模块

在手持终端实时显示被测水体的溶解氧浓度和温湿度,并通过按键输入可设置启动系统自动增氧的溶解氧浓度的阈值。当信号采集电路采集到的含氧量大于设定值上限时,系统则停止增氧机工作,反之,系统则开启增氧机。显示模块选

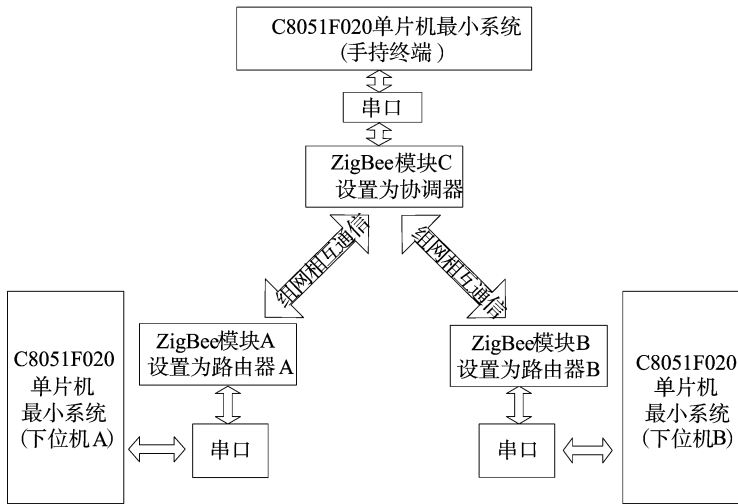


图4 ZigBee组网实现多点相互通信结构

用体积小,功耗低的 LCD5110,按键输入为独立按键。

2.4 变频器控制电路

主控芯片 C8051F020 自带两路 D/A 转换器,通过 D/A 转换输出模拟电压可实现对变频器的控制,变频器的输出信号直接控制增氧机的转速。

2.5 增氧机工作状态检测电路

增氧机是本系统的关键控制对象,其工作状态检测电路

主要由电流互感器和集成运算放大器组成。利用电磁感应原理,电流互感器检测增氧机中是否有电流流过。电流互感器提供的信号经过两级放大后传输给单片机。第一级运算放大器将电流互感器的电流信号转化成电压信号,第二级放大器对信号进行再次放大。电路可实时监测增氧机的工作状态是否与系统指定的工作状态一致。增氧机工作状态检测电路^[5]如图 5 所示。

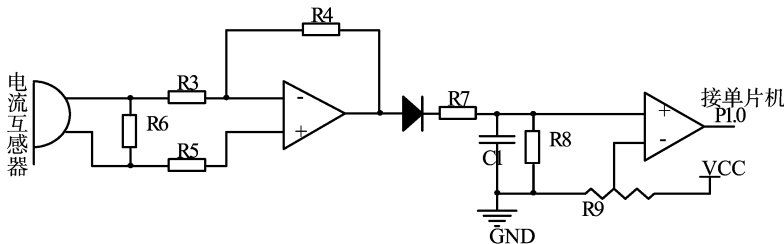


图5 增氧机工作状态检测电路

2.6 声光报警电路

为了提醒操作人员注意,或采取紧急措施,本系统在手持终端中设置了蜂鸣器声光报警电路。当温度信号高于设定值上限或低于设定值下限时,系统则启动声光报警电路。当增氧机出现故障时,系统也会及时启动声光报警电路工作。声光报警电路原理如图 6 所示。

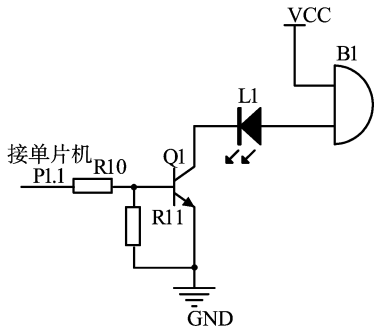


图6 声光报警电路

3 软件设计

3.1 软件总体设计

根据系统需要,软件总体设计包括手持终端软件和下位

机软件的设计。手持终端软件包括:系统初始化、ZigBee 模块收发数据、按键输入与液晶显示以及控制声光报警电路等。下位机软件包括:系统初始化、ZigBee 模块收发数据、溶解氧浓度和温湿度等信息采集、控制变频器工作以及检测增氧机工作状态等。系统软件总体流程如图 7 所示。

3.2 下位机与手持终端通信

本系统包括手持终端和 2 个下位机。用 Sensor Monitor 软件将手持终端的 ZigBee 模块设置成协调器,将 2 个下位机设置成路由器,即为路由器 A、路由器 B。网络可为每个路由自动分配地址,作为他们在网络中的标示,可用于指令数据传输中的目标地址。本 ZigBee 模块有数据透明传输方式和点对点传输方式 2 种方式,本系统采用的是数据透明传输方式:传送的第 1 个字节不是 0xFE、0xFD、0xFC,模块自动进入透明传输方式,协调器收到的数据会自动传给所有路由,路由从串口收到的数据会自动发给协调器。由图 7 可知,只需在手持终端的串口发送数据,则路由器 A 和路由器 B 都可以准确地接收到数据。下位机也可向手持终端发送数据,且路由器之间不会传输信息。

3.3 多通道数据融合

本系统采用多点检测溶解氧含量,每个路由节点有 2 个氧传感器,分别放置在水下 0.5 m、水下 1 m 处。为得到更为

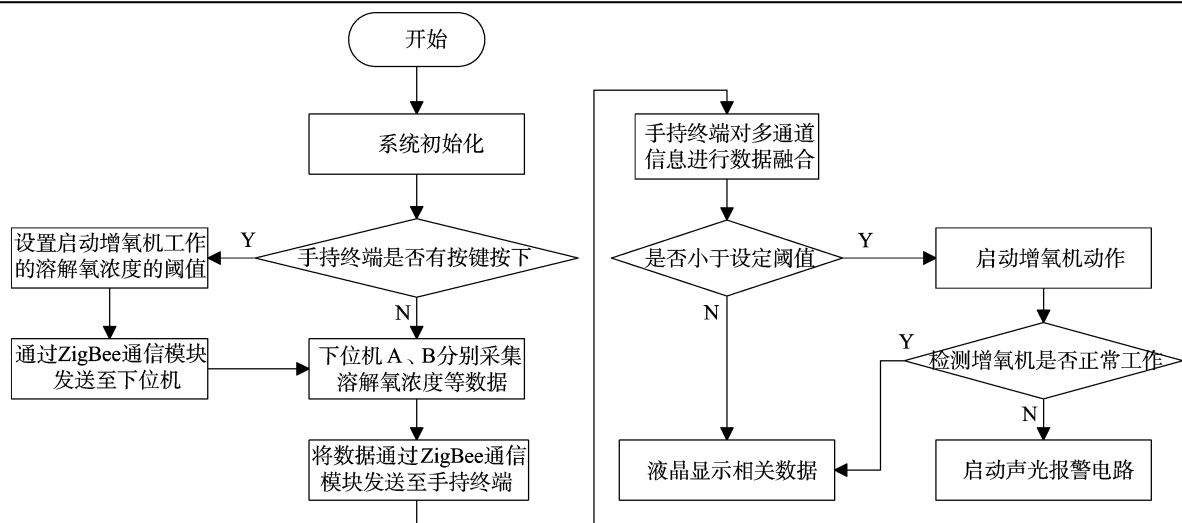


图7 系统软件总体流程

精确的数据,首先对采集到的数据进行限幅滤波,去除因误检测得到的错误数据。每路各采集 5 个准确的数据,经过下位机发送至手持终端,手持终端再采用加权算术平均法进行多通道信息的数据融合。具体算法如下:

X_{1i} 、 X_{2i} 分别为水下 0.5 m 处和 1 m 处溶解氧浓度测量值, i 为检测溶解氧浓度的测试点标号; X_{1i} 、 X_{2i} 对应的权重分别为 W_{1i} 、 W_{2i} ; Y 为加权算术平均数,则加权算术平均数的计算公式为 $Y = \left[\sum_{i=1}^n (X_{1i} \times W_{1i}) \times \sum_{i=1}^n W_{1i} + \sum_{i=1}^n (X_{2i} \times W_{2i}) \times \sum_{i=1}^n W_{2i} \right] / (2 \times \sum_{i=1}^n W_{1i} \times \sum_{i=1}^n W_{2i})$; 经过多次试验,本算法可准确测得水体溶解氧的浓度。采用加权算术平均法来计算溶解氧浓度,可以适当扩大当前参数对未来期间预测值的影响作用,手持终端对增氧机的控制有一定预期作用,可提前判断出溶解氧浓度的变化趋势,使测量更为精准,控制更为稳定。

3.4 手持终端显示及控制

本系统中,手持终端的 ZigBee 模块设置成协调器,可与个路由节点进行相互通信。手持终端显示模块为 LCD5110,可实时显示测得的水体溶解氧浓度、温湿度及正常水体溶解氧浓度的阈值。按键模块则用来进行参数调节,如高温报警的温度阈值、溶解氧浓度阈值的调节。

4 系统调试

4.1 硬件调试

测试 C8051F020 单片机最小系统与系统各模块的电路连接是否正确。在确认硬件连接无误后,测试单片机最小系统与 ZigBee 模块是否能正常通信。通过下载相应程序测试出相互通信正常,收发信号准确,系统硬件可正常工作。

4.2 软件调试

在硬件电路正常工作且单个最小系统与 ZigBee 通信模块正常通信的情况下,调试 ZigBee 组网多点相互通信,即手持终端与 2 个下位机之间的通信。本系统采用的是数据透明传输方式,需要测试手持终端发送信号,下位机是否能收到;下位机分别发送信息,手持终端是否能收到,同时 2 个下位机之

间互不影响。通过同时打开 3 个串口助手,监测对应手持终端与下位机的通信。最终测试数据透明传输方式传输成功。

5 小结

本设计基于 C8051F020 单片机,并结合溶氧量传感器、温湿度传感器、放大器、ZigBee 无线通信模块、液晶显示屏、变频器和增氧机等元器件,成功设计出了无线自动增氧系统,性能达到实用的要求。本设计重点在于设计检测溶解氧浓度的信号处理电路及 ZigBee 组网多点通信模块。系统实现了测量溶氧量、温湿度的功能,并能远程无线收发通讯。系统的硬、软件设计合理,功能完备,运行稳定、可靠。

本设计的核心部件为溶解氧测量模块和温湿度测量模块,其功能是要测量被测环境的溶解氧浓度和温湿度,把被测目标的溶氧量信号转换成电信号,并传送到控制芯片分析处理。溶解氧浓度测量模块的硬件设计合理,抗干扰能力强,信号的放大倍数为 100 倍左右,完全满足 A/D 转换的电压要求,可以实现较精确的测量。本设计中最大的一个亮点就是可以无线通讯,利用 ZigBee 无线通信模块组网实现多点远程无线通信,解决了一些如高空、水下、井下等不利于人长时间接触的环境参数的测量工作,无线通讯的距离在空旷环境下能达到 2 000 m 左右。

参考文献:

- [1] 鲍可进,赵念强,申屠浩,等. C8051F 单片机原理及应用[M]. 北京:中国电力出版社,2006:28-35.
- [2] 郭渊博,杨奎武,赵 俭. ZigBee 技术与应用[M]. 北京:国防工业出版社,2010:91-95.
- [3] 康光华,陈大钦,张 林. 电子技术基础模拟部分[M]. 北京:高等教育出版社,2008:102-105.
- [4] Gislason D. Zigbee wireless networking [M]. Newnes, 2008: 278-296.
- [5] 孙道宗,王卫星,许利霞,等. 鱼塘含氧量自动监控系统[J]. 农机化研究,2005(4):130.