

低功耗家禽环境检测节点设计*

孙广辉

(常州大学 信息科学与工程学院, 江苏 常州 213164)

摘要:通过硬件和软件两方面的改进来降低家禽环境无线检测节点的功耗,延长整个家禽环境检测系统的工作寿命。硬件方面主要从器件选择、工作电压以及电源管理等方面进行优化,软件方面主要通过中断的应用、能量均衡的算法以及集中模式传输等方面进行改进。最后进行整机调试,该设计目前在江苏微优软件科技有限公司进行试验运营。

关键词:低功耗;环境检测;无线传感网节点;FPAA;家禽

中图分类号:TP212.9

文献标识码:A

文章编号:1674-7720(2013)20-0014-04

Design of low-power WSN node of poultry environment

Sun Guanghui

(School of Information Science and Engineering, Changzhou University, Changzhou 213164, China)

Abstract: During the improvement of WSN node from hardware and software, reduce the power consumption of the WSN node to extend the working life of the poultry environment testing system. It changes low voltage and power devices, reduces the load capacitance and increases the voltage management to improve the efficiency of the hardware. Furthermore, using centralized transmission mode, request-response mode, look-up table of data processing and so on to reduce node power consumption in software. The design is tested by Jiangsu Mincro Optimal Software Science & Technology CO., LTD..

Key words: low-power; environment testing; WSN node; FPAA; poultry

无线传感网络技术的发展已深入影响到人们的日常生活。无线网络节点作为无线传感网络的基础,其工作寿命直接影响着整个网络的寿命。其中功耗是影响无线传感网节点寿命的关键因素,对无线传感网络节点低功耗的研究有着极其重要的意义。基于此,本设计将从硬件和软件两方面对禽类环境监测节点降低功耗方面进行详细优化。

1 家禽环境检测节点

在家禽饲养过程中,禽舍内部的温度、湿度、光照强度以及氨气浓度对禽类生长有着关键影响。依此设计家禽环境检测节点如图1所示。

检测节点由传感器数据采集模块、数据处理控制模块、无线数据通信模块以及供能模块组成。数据采集模块主要完成各种传感器信号采集及调理,以备数据处理控制器模块进行数据处理;数据处理控制模块主要完成传感器采集、发送控制以及数据的处理、存储等整个节点电路工作状态的控制;无线数据通信模块主要完成节

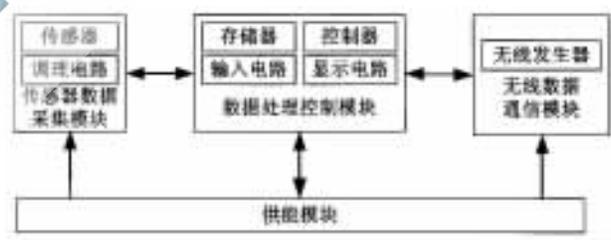


图1 节点结构框图

点间、节点与上位机之间的无线数据通信;供能模块主要完成电池电压转换的转换确保各器件正常工作。

2 硬件设计

硬件电路是无线传感网络节点设计的基础,因此在降低功耗设计方面优先考虑。参考文献[1]中的研究表明,硬件的功耗主要分为动态功耗和静态功耗,动态功耗是由硬件的负载电容充放电造成,静态功耗主要由漏电流产生,可表示为:

$$P = P_{\text{dynamic}} + P_{\text{static}} = CNV^2f + VI_{\text{leak}} \quad (1)$$

其中, C 代表负载电容; N 代表电路每拍翻转次数; V 代表电压; f 代表时钟频率; I_{leak} 代

* 基金项目:江苏省高等学校大学生创新创业训练计划2013年立项项目(201310292020Z);

江苏省高等学校大学生创新创业训练计划2012年立项项目(2012JSSPITP1798)

硬件纵横

Hardware Technique

表漏电流。通过式(1)可清晰地看出动态功耗与电压的平方、负载电容值以及时钟频率值成正比,静态功耗与电压、电容漏电流成正比。因此,应在保证器件正常工作的前提下降低器件的工作电压、频率、漏电流、负载电容,电解电容的漏电流较大,其他电容的漏电流极小,设计电路时尽可能少地使用电解电容^[1]。

2.1 主要器件选择

为了简化电源电路、降低器件的应用量,设计电路时采用同一电压进行供电。考虑到低压供电设计这一要求,本文选择3.3V的电压为系统进行供电。控制器选择TI公司的MSP430系列单片机,具有5种低功耗模式。温湿度传感器选择Sensirion公司的数字温湿度传感器SHT15^[2],数据输出采用I²C总线协议,休眠电流3 μ A。光照强度传感器选择TAOS公司的数字传感器TSL2561,数据输出采用I²C总线协议,低功耗模式电流3.2 μ A。氨气传感器选用模拟氨气传感器MQ137,采用3.3V供电。射频芯片选择Nordic公司的NRF905。模拟单端转差分低功耗集成放大器选择THS4521^[3]。信号调理芯片选择Anadigm公司的AN221E04^[4]。

2.2 信号调理电路

信号调理电路主要由前端放大电路和FPAA技术实现调理电路组成,前端放大电路主要完成单端转差分、初级放大功能;FPAA技术主要实现信号的滤波、二次放大功能,具体电路如图2所示。

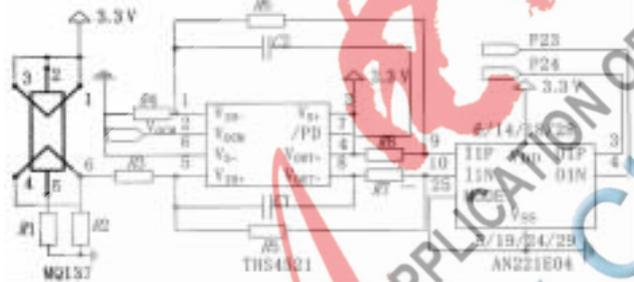


图2 信号调理电路

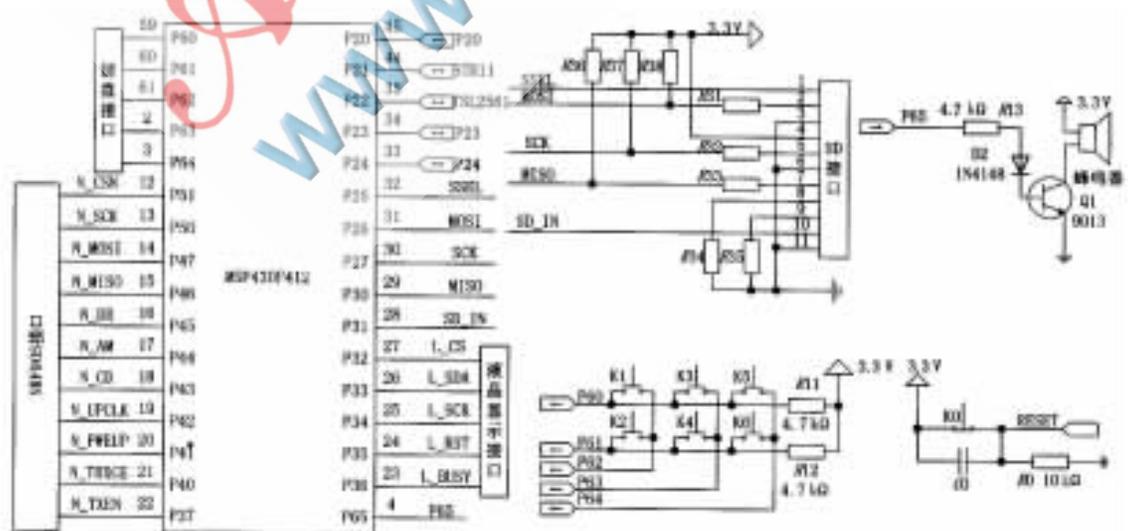


图4 控制器电路

2.3 电源管理电路

硬件电路中的高效、稳定工作离不开稳定的电源,为了使电池能够更加稳定、充分地放电,需要设计一种输入电压范围宽、输出恒定的DC-DC转换电路。无线传感网节点能量均衡时不需要精确的电池剩余容量,只要粗略地估计出电池的能量即可。通过各种SoC测量方法对比^[5],电压测量法可以很好地满足电池电量剩余量的快速估测,具体电路搭建采用二极管导通电压法测量。

MAX856^[6]输入电压范围为0.8V~6V,可输出3.3V和5V两种电压值,静态电流为25 μ A,关断电流为1 μ A。本文选择3.3V输出,宽带输入电压值使得电池能够得以充分放电,具体实现电路如图3所示。

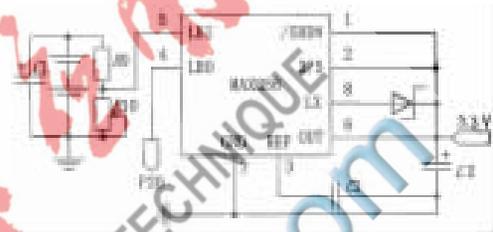


图3 电源电路

图3中,C1、C2为电解电容(容值为68 μ F),C3为钽电容(容值为0.1 μ F),肖特基二极管为1N5817,R9电阻值为3k Ω ,R10电位器的最大阻值为4.7k Ω ,电池为两节镍氢电池串联。LBO端与控制器P20引脚连接,通过R9和R10比值快速、粗略地测量电池剩余容量,为系统能量均衡提供触发参数。

2.4 控制器核心电路

控制器核心电路由各种接口及输入、输出设备组成,图4给出了各单元的连接方式。SD电路主要完成数据的存储,以便上位机对历史数据的查阅;蜂鸣器电路主要起到简单报警以及故障节点定位作用;键盘电路主要完成各功能选项的切换。

电路板制作时考虑到无线通信采用高频电路,为了

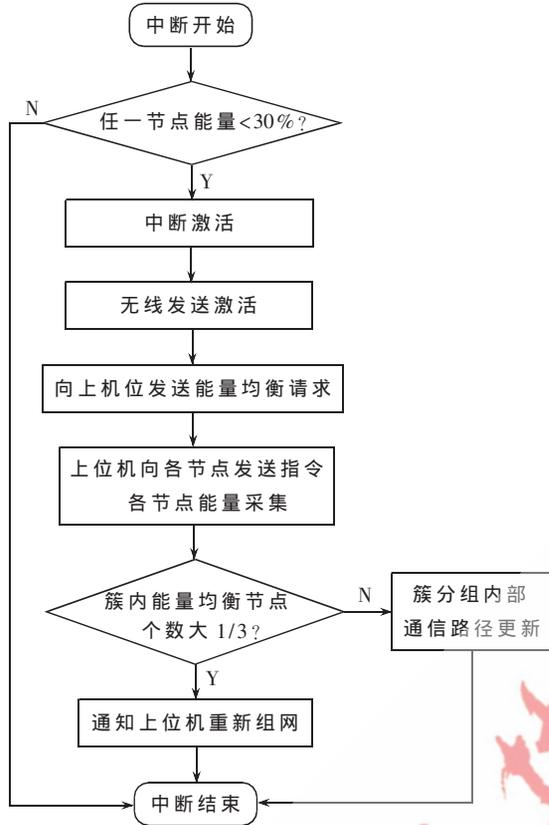


图6 能量均衡流程图

- [4] SUH S, BASU A, SCHLOTTMANN C, et al. Low-power discrete fourier transform for OFDM: A programmable analog approach[J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers, 2011, 58(2):290-298.
- [5] 蒋新华. 锂离子电池组管理系统研究[D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2007.
- [6] 王波. 基于可编程片上系统无线传感器节点设计及应用[D]. 重庆: 重庆大学, 2009.
- [7] 高中霞, 朱凤武, 涂川川, 等. 基于无线传感网络(WSN)的禽舍环境监测系统[J]. 农机化研究, 2012, 34(5): 139-142, 146.
- [8] 张瑞瑞, 赵春江, 陈立平, 等. 农田信息采集无线传感网络节点设计[J]. 农业工程学报, 2009, 25(11): 213-218.
- [9] 刘超, 张宝贤, 姚郑. 无线传感器网络中的基于位置信息的节能方案[J]. 计算机应用研究, 2008, 25(3): 860-862.
- [10] 涂巧玲, 张杰, 潘建权, 等. 无线传感器网络节点低功耗设计策略[J]. 电子测量技术, 2009, 32(1): 158-161.

(收稿日期: 2013-06-26)

作者简介:

孙广辉, 男, 1986年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 测量控制与仪器, FPAA技术应用, 嵌入式系统设计与开发。