

# ZigBee 无线传感网络在电解槽监测中的应用研究

熊 琰,李秦伟

(贵州大学 计算机科学与信息学院,贵州 贵阳 550025)

摘要:介绍了 ZigBee 无线技术,包括无线传感器的结构、支持的拓扑结构和设备类型,运用 CC2530 芯片设计了一种基于 ZigBee 无线传感网络的电解槽监测系统。系统具有数据采集、发送等功能,可以有效地改善工业现场布线混乱等问题。

关键词: ZigBee;无线传感网络;CC2530;数据采集

中图分类号: TP27

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2013)20-0054-03

## Research on application of ZigBee wireless sensor network in monitoring of the electrolytic tank

Xiong Yan, Li Qinwei

(College of Computer Science & Information of Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: This paper introduces ZigBee wireless technology, including wireless sensor structure, the topological structure and the type of equipment. Design of an electrolytic cell monitoring system based on ZigBee wireless sensor networks using CC2530 chip, the system has data acquisition, transmission and other functions, can effectively improve the industrial field wiring.

Key words: ZigBee; wireless sensor network; CC2530; data acquisition

槽电压和槽温度是铝电解生产过程的重要参数,这两种参数监测水平的高低对生产有着举足轻重的意义。了解整个电解槽中各点的温度、电压、电流的分布监测数据对研究人员了解电解槽的工作情况以及工程师改进电解槽的设计都有着指导作用。由于电解槽监测系统的实现需要大量的传感设备和通信设备,使用有线通信网络会产生布线复杂,维护不便等问题,造成工业现场布线的混乱。因此,借助无线通信对现场槽况进行实时的监测和分析,无疑是很有价值的。开发低成本、低功耗的无线数据采集系统已成为迫切需求。

### 1 ZigBee 无线传感器网络

ZigBee<sup>[1]</sup>是一种新兴的无线传感器网络标准,具有低功耗、低复杂度等特点,适用于网点多、体积小、传输数据量小、功耗低等场合。正是由于 ZigBee 的这些优点,基于 ZigBee 标准的无线传感器网络应用越来越受到重视,已在工业控制、环境监测、医疗健康、智能建筑等领域占有一席之地。将无线 ZigBee 技术用于电解槽监测系统,能很大程度地提高研究人员和工程师对电解槽槽况的了解,在此基础上更好地改进电解槽的设计,提高电解生产自动化水平。

#### 1.1 无线传感器的结构

如图 1 所示,无线传感器的基本结构分为 4 部分<sup>[2]</sup>: (1)传感器模块,包括传感器、放大和滤波电路、A/D 转换装置。传感器根据需要采集信息,因为传感器采集到的信息大部分是模拟量,一般还需要进行放大和滤波处理。为了实现无线传输,还需要 A/D 装置把模拟量转换为数字量。(2)处理器模块,负责控制整个传感器节点的操作,存储和处理本身采集的数据以及其他节点发来的数据,是节点的核心部分。(3)无线通信模块,负责与其他传感器节点间的无线通信,交换控制消息和收发采集数据,是整个节点最耗能的部分。(4)能量供应模块,为传感器节点提供运行所需的能量。

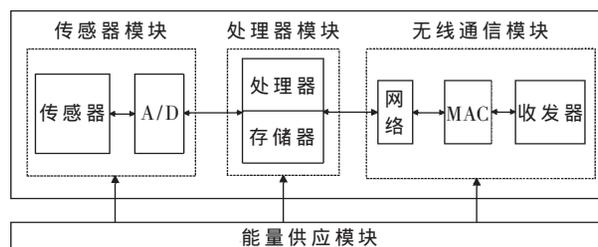


图 1 无线传感器结构框图

## 1.2 ZigBee 支持的拓扑结构和设备类型

1 个 ZigBee 子网最多可包括 255 个 ZigBee 网络节点<sup>[3]</sup>, 其中一个为主控(master)设备, 其余则是从属(slave)设备。若是通过协调器, 整个网络可以支持超过 65 000 个 ZigBee 网络节点。通过无线传感器网络, 数据从一个节点传到另一个节点, 最终送到控制中心。

ZigBee 技术可以支持星型、树型和对等网(Peer to Peer)拓扑结构, 如图 2 所示。

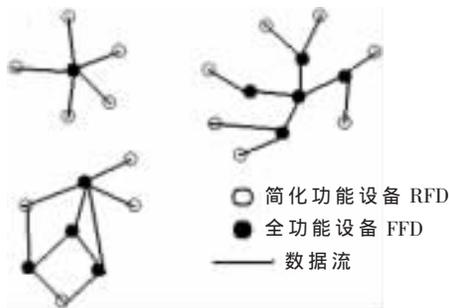


图 2 ZigBee 网络拓扑结构

图 2 中包括两种不同类型的设备——全功能设备(FFD)和简化功能设备(RFD)。FFD 可以与其他 FFD 或 RFD 通信, RFD 只能与 FFD 通信, RFD 之间不能直接通信。所以, 实际运用中的 ZigBee 网络至少包含一个全功能设备作为网络协调器, 终端设备一般采用 RFD。FFD 可以广播方式的发布信息给 RFD。

## 2 基于 ZigBee 的电解槽监测系统设计

本系统研究目标在于设计一个基于 ZigBee 的电解槽实时数据采集检测系统, 实现电解槽内多个点的传感数据的同步更新。监测系统利用 ZigBee 技术组建的无线传感器网络来完成电解槽内各点的电压、温度的测量。各节点均由传感器模块、处理器模块、通信模块和能量供应模块组成, 以完成数据的采集和发送。终端分别置于电解槽的立柱、母线等需要测量的节点。传感器模块完成对电压和温度信号的采集, 由数据处理和无线发送部分将数据发送出去, 经中心节点汇集后通过串口输入到上位机, 最后在上位机上实时地显示电解槽电压和温度数据并保存。

系统组成如图 3 所示。系统采用星型结构。在各节点(RFD)通过温度和电压传感器进行采样, 以 ZigBee 协议发送至汇聚节点(FFD), 汇聚节点汇总数据传送至上位机。

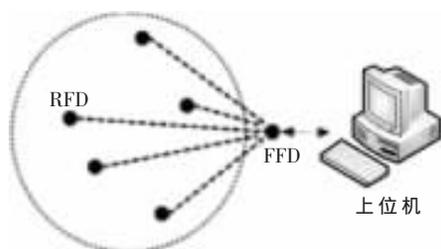


图 3 系统组成

### 2.1 系统对 ZigBee 模块的功能要求

系统中的 ZigBee 中心节点模块和终端模块都具有无线收发功能<sup>[4]</sup>, 且需要利用 LED 指示灯来指示网络工

作状态。不同的是, ZigBee 中心节点模块是直接与上位机连接, 外围接口除 RS-232、RS-485 接口外, 还扩展了 LCD 显示接口、可编程按键等, 以满足简单信息显示、网络状态指示等功能。为了满足上述监测系统的功能需求, 可以设计出专用的低成本、低时延、低功耗、多功能和高可靠性的 ZigBee 模块。图 4 为 ZigBee 模块的功能框图。

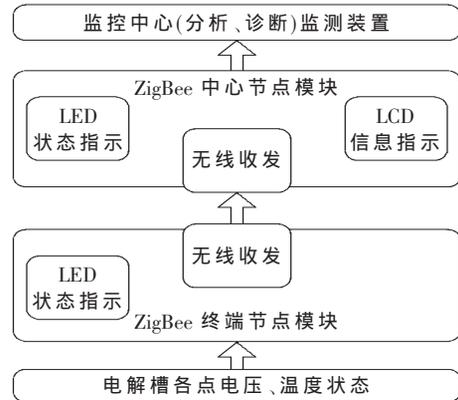


图 4 基于 ZigBee 模块的电解槽监测系统功能框图

### 2.2 ZigBee 无线网络部分

整个 ZigBee 网络基于 Z-Stack 协议栈<sup>[5]</sup>。无线网络的开发平台是 IAR Embedded Workbench 7.51A, 开发语言为 C 语言。因为 ZigBee 无线网络模式为星型网络, 需要在 Nwk\_globals.h 中设置相关参数:

```
#define NWK_MODE NWK_MODE_STAR;
#define MAX_NODE_DEPTH 2;
```

另外还要设置各个采集节点的节点编号来完成网络的搭建。ZigBee 中心模块在系统中承担着系统初始化的作用, 不仅仅需要把从终端节点接收到的数据传输给上位机, 同时还具备控制网络组建和节点入网的功能。控制网络包括控制入网节点和相应权限。根据终端节点提供的信标判断是否允许其入网并分配网络地址。图 5 为 ZigBee 中心模块工作流程图。ZigBee 终端节点经过初始化扫描信道加入网络之后, 接收被分配的网络地址, 开始定时读取采集数据并通过串口发送至上位机。

### 2.3 ZigBee 芯片要求

在本设计中, 要求芯片在通信容量、通信时延、通信可靠性、能量损耗上都能够很好地满足工业环境监测系统的需求。这里采用一个典型的 ZigBee 芯片 CC2530<sup>[6]</sup>, CC2530 是 TI 公司推出的最新一代 ZigBee 标准芯片, 可广泛应用在 2.4 GHz IEEE802.15.4 系统、RF4CE 遥控系统、ZigBee 系统、家庭/建筑物自动化、照明系统及工业控制和监视中。该芯片有以下特点:

- (1) ZigBee 标准 2.4G 收发器, 支持 802.15.4、ZigBee2007、ZigBee PRO 和 ZigBeeRF4CE 标准;
- (2) 增强型 8051 微控制器;
- (3) 32/64/128/256 KB 内存, 8 KB RAM;
- (4) AES 加密协处理器;
- (5) 最大输出功率 10 dBm;

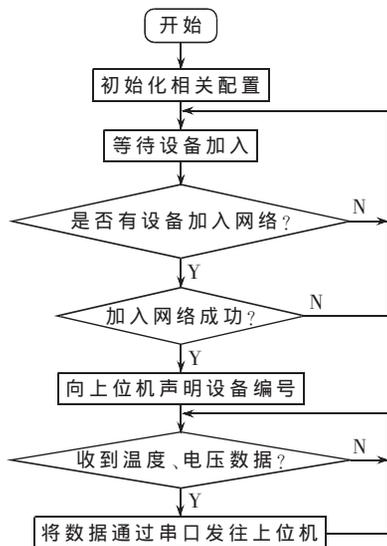


图5 ZigBee中心模块工作流程图

(6)接收灵敏度-97 dBm;

(7)低功耗:0.4 μA。

本系统中的节点模块以上述要求中的 ZigBee 芯片为核心,具有无线收发功能。其中中心节点通过 RS-485 接口与监测装置连接,实现与上位机通信的目的。

随着目前对无线传感器网络的深入研究,基于无线技术的监测系统在工业领域越来越受到关注。它不仅可以解决有线带来的布线麻烦、维护不便等问题,同时还

代表着工业自动化的发展方向。本设计采用 ZigBee 无线自组网技术,可以实现同一电解槽内多点的数据采集。使用较低的投资和使用成本就能实现对电解生产的实时环境监测,具有很高的实用性。

参考文献

[1] 瞿雷,刘盛德,胡咸斌.ZigBee 技术及应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2007.  
 [2] 屈利华,赵春江,杨信廷,等.ZigBee 无线传感器网络在温室多源数据采集系统中的应用综述[J].中国农机化,2012(4):179-183.  
 [3] AKYILDIZ I,SUW C.Wireless sesor networks:a survey[J].Computer Networks,2002,38(3):393-422.  
 [4] 刘玉芳.基于 ZigBee 技术铝电解车间多参数检测系统设计与实现[D].长沙:湖南大学,2010.  
 [5] 何杏宇,张浩,彭道刚.ZigBee 技术在工业环境监测系统中的应用研究[J].机电一体化,2008(7):34-37.  
 [6] 林健.基于无线传感器网络数据采集平台的实际与实现[D].北京:北京林业大学,2012.

(收稿日期:2013-08-22)

作者简介:

熊琰,女,1989年生,硕士研究生,主要研究方向:ZigBee 无线传感网络。

李秦伟,男,1961年生,教授,硕士研究生导师,主要研究方向:信息安全,计算机测控技术。