

# ZigBee 无线网络在洗煤厂中的应用

张玉伟

(1. 中煤科工集团唐山研究院有限公司 河北唐山 063012; 2. 河北省煤炭洗选技术创新中心 河北唐山 063012)

**摘要:**介绍了选煤厂集控改造中无线传感器网络的优越性,对无线网络技术 ZigBee 进行了性能分析和研究,探讨了基于 ZigBee 的无线传感器网络构建及其在选煤厂密度控制中的应用.ZigBee 是一种新兴的短距离、低数据速率、低功耗的双向的无线通讯技术,主要适用于自动化控制,远程控制及设备的联网.ZigBee 标准基于 802.15.4 协议栈而建立,具有强大的设备联网功能。它支持三种无线网络类型:星状、树状和网状网络,特别是网状网具有网络健壮性和系统,可靠性具备自组织、自愈功能。ZigBee 每个网络都具有:协调器;路由器;终端节点。

**关键词:** 洗煤厂密度控制; ZigBee; 无线网络; 组态王

随着国家对能源的节约和保护环境越来越重视,为了提高煤炭回收率、降低矸中可燃物含量,新建选煤厂几乎都采用重介工艺(除少数极易洗煤外)。越来越多的原跳汰工艺改成重介选煤工艺<sup>[1]</sup>。在重介洗煤生产中,影响重介选煤分选效果的因素很多,主要包括悬浮液密度、悬浮液煤泥含量、旋流器入口压力及介质桶液位等,这些因素之间互相制约相互影响,分选原煤的煤质变化的,为了解脱岗位司机手动调节繁重的劳动、使系统稳定运行,提高分选精度,减少人为因素对分选效果的影响,充分发挥重介选煤的优势,必须对生产过程中的各种主要工艺参数进行实时监测和自动控制。随着自动化技术水平的不断发展,各种基于 PLC 洗煤厂集中有线网络控制系统相继出现,但有线网络存在:施工工期长,投资成本高,网络结构不灵活,维护成本高等问题,这些都阻碍了洗煤厂密度控制的应用。

随着信息技术飞速的发展,无线网络技术已经成熟,它具有投资成本低、网络的结构灵活、易于改造、无需布线的优势,现已成为工业领域关注的焦点。组成无线网络的是在监测区域内安装的一定量廉价的传感器节点,通过无线通信协议自动组网。应用在选煤厂控制中,可以降低投资、缩短工期,选煤厂实施优化控制,达到提高产品质量、降低工业生产成本和提高能源效率的目的<sup>[2]</sup>。

以 ZigBee 无线网络为通讯方式洗煤厂密度控制,布点灵活,可根据实际情况布置、更换监测点,弥补了有线传感器网络布点不够灵活的缺陷;可设置路由协议,便可进行有效的监测。

## 1 ZigBee 简介

ZigBee 无线网络是一种新兴的短距离、低数据速率、低功耗的双向的无线通讯技术<sup>[3]</sup>,主要适用于自动化控制。远程控制及设备的联网。ZigBee 标准基于 802.15.4 协议栈而建立,具有强大的设备联网功能。它支持三种

无线网络类型:星状、树状和网状网络,特别是网状网(图 1)具有网络健壮性和系统可靠性具备自组织、自愈功能<sup>[4]</sup>。ZigBee 每个网络都具有:协调器;路由器;终端节点。

### 1.1 网络拓扑结构

无线传感器网络通常包括传感器节点,汇聚节点和管理节点。在任意监测区域内传感器,节点可以自行组成网络,通过多跳中继方式汇聚节点收到监测数据,最后通过网络管理节点收到监测信息。

Zigbee 技术是一种是具有统一标准协议的无线通讯协议。其 MAC 层和 PHY 层是基于 IEEE802.15.4 标准协议。此标准低能耗、低成本的特点,用在低速传输系统,可以作为无线传感器网络的通讯协议。

IEEE 802.15.4X 协议的网络拓扑结构有 3 种类型:星状、树状和网状网络,如图 1 所示。其中网格状结构和树结构属于点对点的结构。在 802.15.4 网络中,根据设备所具有的通信

能力可以分 FFD 和 iFFD,FFD 设备之间可以通讯,FFD 还可以与 FFB 设备和 RFD 设备通讯。在 IEEE 802.15.4 网络中。有一种称为 PAN 网络协调器的 FFD 设备,是传感器网络中的主控控制器。每个网络只有一个主控器。网络协调器要完成身份管理,信息管理、分组转发功能。

ZigBee 标准基于 802.15.4 协议栈而建立,具有强大的设备联网功能。它支持三种无线网络类型:,特别是网状网(图 1)具有网络健壮性和系统可靠性具备自组织、自愈功能<sup>[4]</sup>。ZigBee 每个网络都具有:协调器;路由器;终端节点。它采用 GSM 网络进行数据传输的 TC35 模块体积小,成本低,做数据节点非常适合,ZigBee 技术、GSM 网络数据传输与传感器技术相结合组成新兴无线传感器网络,可实现洗煤厂设备仪表在线监测。

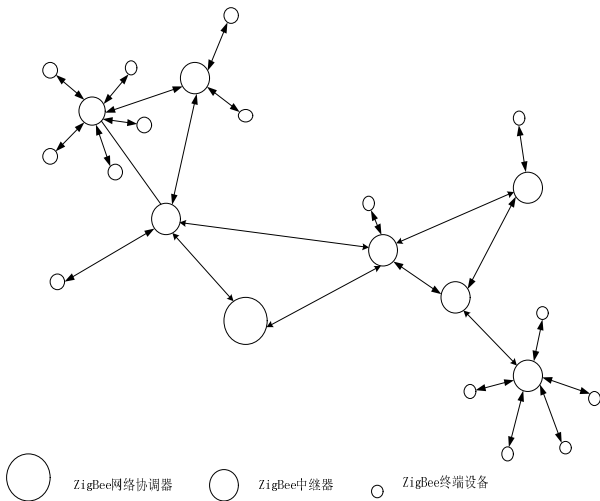


图1 网状网结构图

## 2 洗煤厂网络设计

本文中的 ZigBee 无线网络结构成如图 2 所示

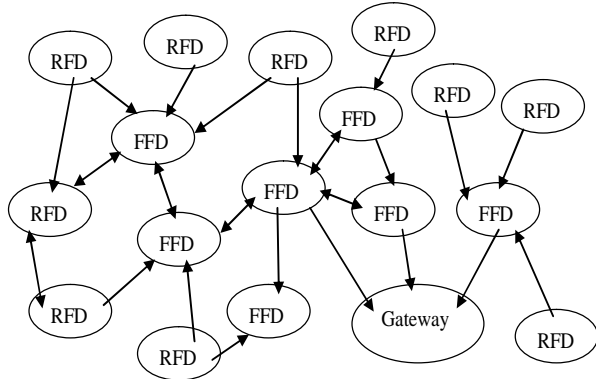


图2 Zigbee 协议无线传感器网络结构

### 2.1 ZigBee 无线网络硬件结构

本文采用的无线传感器节点的硬件结构由 Zigbee 模块（MC13192 和 MC9S08 两部分所组成）、硬件检测电路和定时器组成。当信息发生变化时，触发 Zigbee 模块的 I/O 接口将信息传送 Zigbee 模块，模块通过控制芯片处理信息，用无线网络传送给节点。

Zigbee 模块汇结节点和数据模块由 16 位微机控制器组成 MSP40、GSMS 数据模块组成。微控器与 Zigbee 模块汇结节点是通过异步串口行实现的。

本项目中 ZigBee 无线网采用购买模块，因为现在市场上好多公司在做 ZigBee 模块，它的技术已经成熟，价格也低廉，所以购买模块要比自己购买开发设计更有优势：

1)采用模块可以减少开发周期，并通过置换有问题模块的方法来避免最终产品的损坏；

2)不需要考虑过多 ZigBee 的协议具体实现方法；只需要按照手册上预先提供的串口通讯和配置方法就可以

完成无线的通讯<sup>[5]</sup>。

### 2.2 ZigBee 模块数据传输

本设计所采用的 ZigBee 所应用的模块自动组网，上电即用，用户不需要了解复杂的 ZigBee 协议，所有 ZigBee 协议的处理部分，在 ZigBee 模块内部自动完成，用户只需要通过串口传输数据即可。

ZigBee 数据传输方式分为两种一种是透明传输方式，另外一种是点对点传输方式。透明传输方式是中心站发出的数据，全部透明传输给中继采集器所有中继采集器可以收到，某个中继采集器发出的数据只能中心站收到。点对点传输是某两个点之间传输数据。

## 3 ZigBee 系统设计

基于 ZigBee 技术的洗煤厂密度控制系统主要有 PC 机和 ZigBee 无线网络节点组成。其系统构成图如 2 所示。

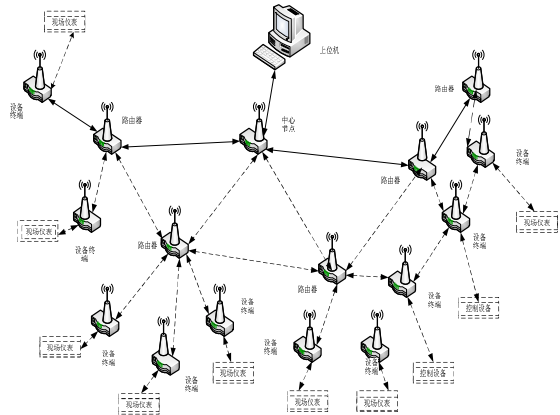


图2 ZigBee 密控系统整体结构

### 2.1 系统工作过程

基于 ZigBee 的洗煤厂密控系统主要由计算机控制系统和 ZigBee 无线网络模块组成，计算机集中控制系统负责系统数据的分析，统计，处理和发布集中控制命令。ZigBee 无线数据采集模块主要采集需要监测控制的参数：如压力、液位、密度、控制分流箱开度大小等。通过 ZigBee 无线采集模块将传感器的数值传送到 ZigBee 中心节点，中心节点通过 PROFIBUS-DP 通讯传输给上位机软件，实时监测控制洗煤厂密控系统。

因为洗煤厂各部分的地理位置相对比较分散，测控点多，环境比较复杂，所以采用网状网结构的网络。

表 1 密度控制硬件使用情况表

序号	设备名称	设备明细	单位	数量	备注
1	Zigbee 终端设备	压力变送器	只	1	
2	Zigbee 终端设备	密度计	只	1	
3	Zigbee 终端设备	超声波液位计	只	1	
4	Zigbee 终端设备	电动蝶阀	只	1	

5	Zigbee 终端设备	电动执行器	只	1	
6	Zigbee 终端设备	清水泵	只	1	
7	Zigbee 采集传输模块	Zigbee 中心节点设备	只	1	
8	Zigbee 传输模块	Zigbee 中继路由器	只	1	

2.2 ZigBee 与上位机

在洗煤厂密控中应用 ZigBee 代替 PLC 来控制系统,上位机画面应用组态王软件。组态王软件内部可以选择 ZigBee 模块通讯接口。如图 1-2



图 3 ZigBee 模块通讯接口

当 ZigBee 所有模块上电后,会自动组网。把与 PC 机链接的模块设定为中心站,每个模块会自动生成一个地址。在组态网编程软件内部编写控制软件如下:

2.3 协调器节点软件流程

协调器作为网络的第 1 个节点设备,主要负责网络的建立及参数配置,图 4 是软件流程图

在协调上电后首先对其进行协议栈初始化确定网络协调器。新建网络通过 NLME-NET-WORK-FORMATION 原语发出建立网络请求,网络层收到这个原语,要求 MAC 层对指定的信道进行能量检测,找出建立网络的最佳信道。协调器在此信道上选定一个 PAN ID 作为网络标识,至此,完成网络建立。

软件调试成功后,洗煤厂控制系统就能过进入工作状态,通过一段时间运行,传输数据没有丢失,网络稳定可靠,成功完成控制任务。

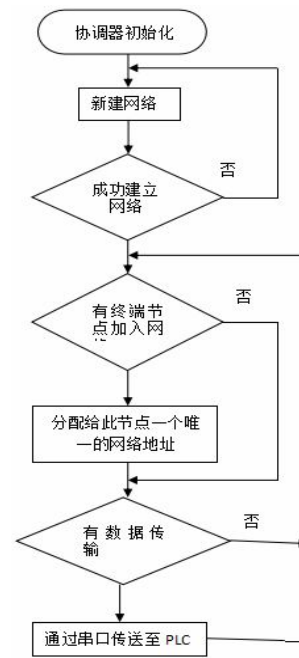


图 4 软件流程图

3 结束语

无线传感器网络技术作为通信技术未来的发展重点,具有低成本、低功耗、动态路由、自动组网、协议免费、应用简单等特征,因此非常适合在工业领域中使用。本文运用 Zigbee 无线传感器网络进行洗煤厂密度监控自动控制系统的,解决了电缆连接时现场设备移动受限和网络结构灵活变化的问题,使数据的传输更加灵活和便于实现。可以预见,随着无线传感器网络的发展和成熟,其在洗煤厂领域将获得越来越广阔的发展空间。

参考文献:

[1] 李明. 基于 ZigBee 的智慧农业信息检测系统研究【D】. 内蒙古: 内蒙古大学, 2020

[2] 董香丽. 基于 ZigBee 无线传感器网络在温室大棚中的应用研究[J]. 科技资讯, 2019, 17 (19): 34+36

[3] 施伟, 高军. 无线传感器网络改进加权质心算法【J】. 计算机应用与软件, 2015, 32 (12): 68-70, 104

[4] 李康乐. 基于 TOA 的煤矿井下人员定位算法研究【D】. 西安: 西安科技大学, 2020

[5] TOMIC S, BEKO M, RUI D. RSSI-based localization in wireless sensor networks using convex relaxation: Noncooperative and cooperative schemes【J】. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2015, 64(5): 2037-2050.

作者简介: 张玉伟 (1978-), 女, 河北唐山, 硕士, 从事选煤自动控制研究工作,