

文章编号:1671-251X(2016)07-0005-03 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2016.07.002
李继来. 矿用无线雷达物位传感器设计[J]. 工矿自动化, 2016, 42(7): 5-7.

矿用无线雷达物位传感器设计

李继来^{1,2}

- (1. 中煤科工集团常州研究院有限公司, 江苏 常州 213015;
2. 天地(常州)自动化股份有限公司, 江苏 常州 213015)

摘要:针对目前煤仓煤位监测系统中的雷达物位传感器存在的设置、维护、布线困难,维护成本高等问题,设计了一种矿用无线雷达物位传感器。该传感器采用集成无线射频模块的 ESP8266 单片机作为核心处理模块、雷达探头作为传感单元,能够在 WiFi 网络覆盖的环境中接入 WiFi 网络,在没有 WiFi 网络覆盖的环境中作为无线接入点来建立 WiFi 网络,建立 Web 服务与移动设备通信,以进行数据传输与传感器配置,还可通过 RS485 总线与现有煤仓煤位监测系统的矿用信息采集站连接,应用灵活。

关键词:煤仓煤位监测; 雷达物位传感器; 无线监测; WiFi 网络

中图分类号:TD67 文献标志码:A 网络出版时间:2016-07-05 14:55

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20160705.1455.002.html>

Design of mine-used wireless radar material level sensor

LI Jilai^{1,2}

- (1. CCTEG Changzhou Research Institute, Changzhou 213015, China;
2. Tiandi(Changzhou) Automation Co., Ltd., Changzhou 213015, China)

Abstract: For problems of difficult setting, maintenance and wiring and high maintenance cost of radar material level sensor in existing coal bunker material level monitoring system, a mine-used wireless radar material level sensor was designed. The sensor takes ESP8266 single chip microcomputer with a wireless radio frequency module as a core processor and a radar sensor as sensing unit. In an environment with WiFi network coverage, the sensor can be directly connected to the WiFi network. In an environment without WiFi network coverage, the sensor can be used as a wireless access point to establish a WiFi network. The sensor can provide web services to communicate with mobile devices for data transmission and sensor configuration. Meanwhile, the sensor can access mine-used information collection station in existing coal bunker material level monitoring system with a flexible application.

Key words: coal bunker material level monitoring; radar material level sensor; wireless monitoring; WiFi network

0 引言

在现代矿井建设中,以带式输送机为主要运输方式的矿井通常会在带式输送机转运位置建设煤仓,利用煤仓实现煤流运输线运力的合理配置。在煤仓投入使用后,可能会出现冒仓及空仓情况,需要

对煤仓煤位进行监测,以达到安全、高效生产的目的。目前市场上有多种可用于煤仓煤位监测的设备,如超声波式物位传感器、重锤式物位传感器、电容式煤位检测系统^[1]、雷达物位传感器等。其中矿用雷达物位传感器采用 26 GHz 电磁波,通过计算探头发射与接收电磁波的时间差来实现煤位高度

收稿日期:2016-03-20;修回日期:2016-05-26;责任编辑:李明。

基金项目:天地科技技术创新基金资助项目(KJ-2015-CZGF-01)。

作者简介:李继来(1978—),男,安徽淮南人,助理研究员,硕士,主要从事煤矿自动化方面的研发工作,E-mail:lijilai2005@163.com。

测量^[2]。

现有的基于雷达测量的煤仓煤位监测系统由雷达物位传感器、矿用信息采集站及网络接入设备组成^[3]。煤仓现场布置雷达物位传感器与矿用信息采集站,矿用信息采集站将雷达物位传感器采集到的数据传输至地面调度室或带式输送机控制系统。在实际应用中,雷达物位传感器需安装于煤仓顶部。受限于现场空间(尤其是地面煤仓),工作人员对雷达物位传感器的设置与维护十分困难。同时,采用有线方式实现雷达物位传感器的远程通信存在现场布线困难及建设、维护成本高等问题。对此,笔者设计了一种矿用无线雷达物位传感器,进一步优化了煤仓物位传感器的设计。

1 基于矿用无线雷达物位传感器的煤仓煤位监测系统

综合考虑产品与现有煤仓煤位监测系统的兼容性 & 成本,采用 WiFi 技术设计了矿用无线雷达物位传感器。基于该矿用无线雷达物位传感器的煤仓煤位监测系统如图 1 所示。针对传统煤仓煤位监测系统,矿用无线雷达物位传感器通过 RS485 总线与矿用信息采集站通信,进一步接入以太网,将数据传送到远端服务器,实现远程数据采集与展示。同时,矿用无线雷达物位传感器可通过无线 AP(Access Point,接入点)接入以太网,将采集数据传送到远端服务器。移动设备或计算机对现场矿用无线雷达物位传感器有 2 种访问方式:当移动设备或计算机在矿用无线雷达物位传感器 WiFi 信号覆盖范围内时,可直接通过 WiFi 网络连接矿用无线雷达物位传感器来获取数据;当移动设备或计算机在矿用无线雷达物位传感器 WiFi 信号覆盖范围外时,可通过以太网直接访问矿用无线雷达物位传感器。

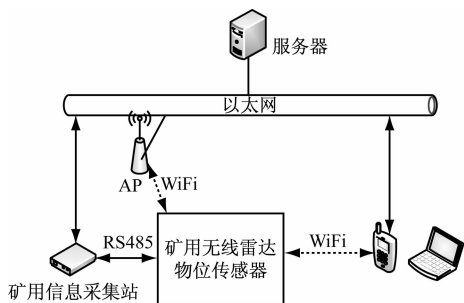


图 1 基于矿用无线雷达物位传感器的煤仓煤位监测系统

2 矿用无线雷达物位传感器硬件设计

矿用无线雷达物位传感器由电源模块、雷达探头、ESP8266 核心处理模块、RS485 通信模块组成,如图 2 所示。

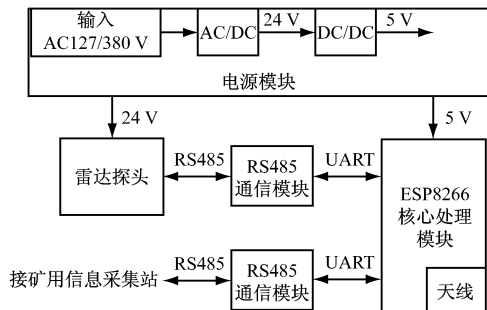


图 2 矿用无线雷达物位传感器组成

2.1 电源模块

电源模块负责为矿用无线雷达物位传感器供电。电源模块通过 AC/DC 电路将 AC127/380 V 电压转换为 DC24 V,为雷达探头供电。同时,DC 24 V 通过 DC/DC 电路转换为 DC5 V,为 ESP8266 核心处理模块及 RS485 通信模块供电。

2.2 雷达探头

雷达探头采用 K 波段 26 GHz 微波作为测距波。测距波由雷达探头发射天线发射后,遇到障碍物再反射至雷达探头,由雷达探头接收天线接收。通过计算测距波的发射与接收时间差,即可确定雷达探头与障碍物之间的距离。

雷达探头在实际使用中,其输出数据中会混有噪声,主要包括系统噪声及电磁干扰,以随机噪声为主。可采用噪声阈值处理及均值滤波技术对雷达探头返回的测量数据进行处理,从而获取较准确的数据^[2]。

2.3 ESP8266 核心处理模块

目前工业现场采用的无线传感器通常由传感探头、核心处理单元、无线收发器、电源、通信接口等构成,如参考文献[4]中的无线温湿度传感器。该传感器由 DHT11 温湿度传感器、STM32 单片机实现数据采集与处理,通过 STM32 单片机的 USART 通信口将数据发送到无线收发器,实现与移动设备的通信。该设计方案会增加传感器功耗。针对该问题,本文采用 ESP8266 作为矿用无线雷达物位传感器的核心处理器。

ESP8266 是一款带有 WiFi 硬件模块的单片机,其以 Cadence Tensilica Xtensa LX106 为核心,片上具有 GPIO、SPI、PWM、UART、I²C 等接口,内部集成了 2.4 GHz LNA(Low Noise Amplifier,低噪声放大器)及射频电路,只需很少的外围电路即可实现具有 WiFi 通信功能的智能设备设计。ESP8266 具有低功耗工作模式,能够在低功耗与高性能之间任意切换,具有睡眠功能、自适应无线电偏置及自适应消除蓝牙、蜂窝射频干扰等功能^[5]。

采用 ESP8266 设计矿用无线雷达物位传感器时,通过 ESP8266 的 UART1 接口与 RS485 通信模块连接,可直接与雷达探头通信,从而获取雷达探头数据;当矿用无线雷达物位传感器工作于无线模式时,移动设备可直接通过 WiFi 网络与传感器通信。考虑到与现有煤仓煤位监测系统的兼容性,可通过 ESP8266 的 UART2 接口连接 RS485 通信模块,与矿用信息采集站通信,将雷达探头数据发送至远程监控中心。

3 矿用无线雷达物位传感器软件设计

矿用无线雷达物位传感器软件主要包括底层操作系统、数据采集及处理程序、轻量级 Web 服务程序、RS485 通信程序。考虑到传感器的稳定性及兼容性,采用开源 FreeRTOS 作为软件的底层操作系统。

FreeRTOS 为轻量级实时操作系统,具有任务调度、系统调度时间管理、信号量与消息队列管理、内存管理等常规功能。本文在 FreeRTOS 上开数据采集与处理、Web 服务、RS485 通信这 3 个任务,3 个任务的优先级相同,在 FreeRTOS 内核的调度下同步运行。矿用无线雷达物位传感器软件架构如图 3 所示。

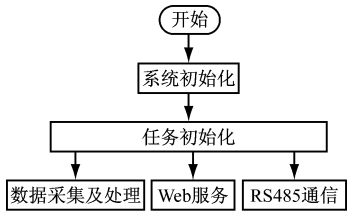


图 3 矿用无线雷达物位传感器软件架构

在系统初始化中,将 ESP8266 配置为 Station AP 模式,此时 ESP8266 有 2 种工作模式:在有 WiFi 网络覆盖的环境中,ESP8266 可工作在 WiFi 网络设备模式 (Station) 下,通过 WiFi AP 接入 WiFi 网络;在没有 WiFi 网络覆盖的环境中,ESP8266 本身可作为 AP 工作,在局部搭建 WiFi 网络,此时移动设备作为网络设备,可直接连接 ESP8266 进行信息交互。将 ESP8266 配置为 Station AP 工作模式的方法:直接调用 ESP8266 生产厂商提供的 SDK 中的 wifi_set_opmode (STATIONAP_MODE) 函数。

RS485 通信任务即通过 ESP8266 的 UART1 接口将设置命令发送至雷达探头,通过 UART2 接口与矿用信息采集站通信,接收巡检命令、设置参数及传输数据。

Web 服务程序流程如图 4 所示。Web 服务程

序仅提供矿用无线雷达物位传感器参数设置及数据获取 2 种服务。移动设备可通过 WiFi 网络发出 POST 指令设置传感器参数,或发出 GET 指令获取传感器数据。

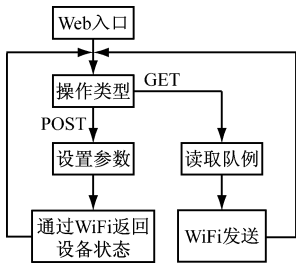


图 4 Web 服务程序流程

雷达探头采集到的数据经过均值滤波器与阈值滤波器处理后可认为是有效数据^[2]。这些数据需通过 Web 服务任务及 RS485 通信任务与外部设备交互。矿用无线雷达物位传感器中,这 3 个任务的优先级相同,在 3 个任务之间进行数据交互的同时,还需要考虑传感器整体的稳定性与安全性,因此,采用 FreeRTOS 队列将数据在 3 个任务之间交互。在系统初始化时,建立一个 xQueueHandle 类型的队列,队列深度为 5 级。3 个任务采用阻塞访问方式对该队列进行操作,保障程序运行过程中数据的安全性。

4 结语

适用于井下、地面煤仓煤位监测的矿用无线雷达物位传感器不仅能够通过有线方式与矿用信息采集站通信,组成煤仓煤位监测系统,还具有以下优点:① 在具有无线 WiFi 覆盖的环境下,可接入 WiFi 网络,实现远程数据交互与参数设置;② 在没有无线 WiFi 覆盖的环境下,能够作为 AP 建立网络,移动设备可登录传感器设备,实现数据交互与参数设置;③ 采用 WiFi 无线通信方式,减少了布线,降低了成本;④ 对于地面及井下煤仓等人员不方便到达的现场,可在 WiFi 网络覆盖范围内使用移动设备对矿用无线雷达物位传感器进行配置与维护。

参考文献:

[1] 辛元芳,周孟然.井下煤仓煤位检测方法综述[J].煤矿机械,2013,34(5):13-15.
[2] 叶锦娇.矿用雷达物位监控装置研究[J].工矿自动化,2015,41(9):5-7.
[3] 赵瑞锋.基于组态软件的煤仓煤位监测系统[J].黑龙江科技信息,2013(34):140-140.
[4] 刘军良.WiFi 技术在温湿度远程监测系统中的应用[J].自动化仪表,2014(6):79-82.
[5] 纪亚萍.基于 WiFi SoC 的物联网平台设计[D].兰州:兰州大学,2015.