

doi: 10.7690/bgzd.2013.08.025

# WB 系列 ZigBee 无线传感器在油田数字开采监测中的应用

宋琼, 刘胜涛

(绵阳市维博电子有限公司, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 针对油井空间距离不定、周围环境复杂, 巡检和维护都极其不便利的问题, 设计一种 WB 系列 ZigBee 无线传感器, 配合油井远程监控系统实现对采油过程的全面监控。分析了油井数字开采监测的难点, 从传感器的原理、关键结构、通信组网、电源和电磁兼容 5 个方面进行设计, 充分发挥了无线传感器在采集、通讯、组网、电源管理等方面的优势。实际应用结果证明: 该设计取得更良好的效果, 在油田监测中能够有效替代传统有线传感器, 并能在其他物联网应用项目中得到推广。

**关键词:** WB 系列; ZigBee; 无线传感器; 油田监测

**中图分类号:** TP277 **文献标志码:** A

## Application of WB Series Wireless Sensor Based on ZigBee Technology in Oilfield Digital Mining Monitoring

Song Qiong, Liu Shengtao

(Mianyang Weibo Electronic Co. Ltd, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** Aiming at the uncertain distance among oil wells, complex environment, and hard to detection and maintenance, design the WB series sensor based on ZigBee technology and combine it with oil well remote distance monitoring system to realize oil mining process monitoring. Analyze difficult points of oil well digital mining monitoring, design it from sensor theory, key structure, communication network, power supply and electromagnetic compatibility. Make use of the advantages of wireless sensor in acquisition, communication, network and power supply management. The application results show that the design has higher efficiency, and it can be effectively replace traditional wire sensor in monitoring. It can also be widely used in other material network application project.

**Key words:** WB series; ZigBee; wireless sensor; oilfield monitoring

### 0 引言

油井大多散布在油田各采油场, 相互空间距离不定, 周围环境复杂, 巡检和维护都极其不便利。油井工作状况的监测和控制, 一直是采油场重要但困难的工作。近些年来, 随着无线通信、互联网、物联网等先进信息技术的发展, 为油田现代化管理水平提高提供了契机, 为国内数字化油田的建设提供了条件, 原来的巡视员定期巡回检查方式已逐渐被油井无人值守所代替。针对传统有线传感器在油井监测实际应用中的困难, 维博电子有限公司开发了 WB 系列 ZigBee 无线传感器, 获取安装在油井设备上的电参数、温度、压力、载荷、位移等数据, 通过 GPRS/CDMA 等高速网络将数据上传至油田的局域网上, 配合油井远程监控系统实现对采油过程的全面监控。传感器及其主要技术指标如表 1。

表 1 传感器及其主要技术指标

序号	名称	型号	主要指标
1	无线电量传感器	WBND002A	三相 220 V*100 A, 0.5
2	无线温度传感器	WBNT001	0~70 °C, ±0.5 °C
3	无线压力传感器	WBNP001	0~40 MPa, 0.5
4	无线载荷传感器	WBNP002	0~150 kN, 1%F.S

笔者根据油田数字开采监测参数的难点, 对 WB 系列 ZigBee 无线传感器的设计和应用进行介绍。

### 1 油井数字开采监测的难点

传统的有线传感器在油井监测的实际应用中有很多工程难题:

#### 1) 施工量大。

有线传感器需要布设电源线和通信线, 需要在油井场挖掘大量的电缆沟, 在实际应用中仅挖沟一项工作就占用了约一半的工期。

#### 2) 应用局限。

有线传感器需要电源线和通讯线, 无法实现悬绳器, 以及在管线压力和温度等方面的监测。

### 2 WB 系列 ZigBee 无线传感器的设计

针对有线传感器在油田监测的上述应用难点, 笔者专门进行了分析和设计, 开发出了 WB 系列基于 ZigBee 技术的无线传感器。

#### 2.1 传感器的原理设计

传感器原理如图 1, 被测参数通过单元 1 隔离采集, 隔离后的信号传输至单元 2 进行变换, 再送

收稿日期: 2013-03-10; 修回日期: 2013-04-22

作者简介: 宋琼(1964—), 女, 重庆人, 本科, 工程师, 从事监测产品及系统应用、推广研究。

至单元 3 运算处理,最后送至单元 4 转换为电波发射;单元 5 进行参数配置,单元 6 为各电路供电。

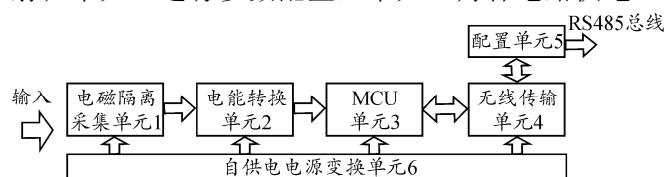


图 1 传感器原理框图

## 2.2 传感器的关键结构设计

### 1) 无线电量传感器关键结构设计。

笔者突破了开启式电流监测关键技术,开发适合现场使用要求的开启式无线电量传感器,如图 2。该设计解决了现场工程设备运行过程中不能停电和接线的问题,减少了工程施工量。接线端子采用可拔插方式,缩短了现场施工和维护时间。

### 2) 无线温度传感器和压力传感器的结构设计。

针对温度和压力传感器安装于管线的情况,对温度和压力传感器采用了丝口标准化设计。针对这两款传感器应用于无遮挡环境的情况,采用了防水、防爆设计,为了方便设置和维护还增加了可视化结构设计,其主体外观结构相同,如图 2 所示,不同的是无线温度传感器在丝口处有一个温度探头。



(a) 无线电量传感器 (b) 无线压力传感器 (c) 无线载荷位移传感器

图 2 各传感器的主体外观结构

### 3) 无线载荷位移传感器的关键结构设计。

针对无线载荷位移传感器应用于无遮挡环境,专门采用了密封防水结构设计,如图 2(c)所示。

## 2.3 传感器的通信组网设计

传感器无线传输单元采用了 Freescale 公司的 MC13213 硬件平台。MC13213 由微处理器和射频模块 2 部分组成,射频模块的工作频段是 2.4 GHz,通过 SPI 总线与处理器通信,其设计构架符合 IEEE 802.15.4 协议。

MC13213 射频信号输出匹配电路采用图 3 方式。天线的设计是无线传感器设计的一个重要方面,尤其在低功耗和高密度的电路要求下,天线的好坏直接影响到传感器节点的通信质量和通讯距离,这里选用了 2.4 G SMA 天线。

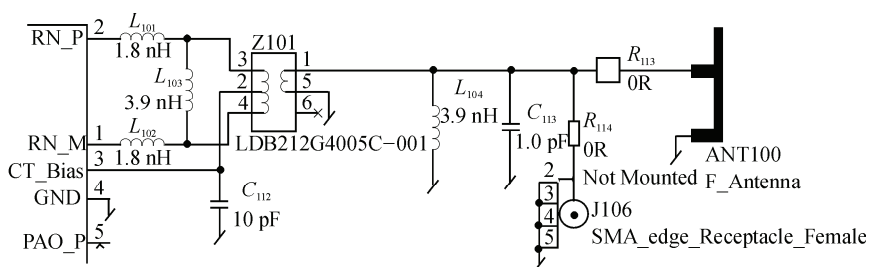


图 3 线射频匹配输出电路

无线传感器采用 ZigBee 协议实现数据传输及传感器组网,进而构成传感器网络,完成油井监测参数的采集和传输。根据实施工程的需要,可以配合网络协调器组建成星型网、树型网、网状网。

## 2.4 传感器的电源设计

### 1) 自供电设计。

无线电量传感器采用自供电的方式进行供电,这样传感器就只需接入监测信号,极大地节约现场的布线施工量,也为现场的节电设计带来了便利。

### 2) 节电设计。

无线温度传感器、无线压力传感器和无线载荷位移传感器使用电池供电方案,考虑到采用电池需要长期可靠工作和便捷维护的特点,无线传感器采用了节电设计。

传感器在大部分时间是休眠的,要保证各传感

器休眠与唤醒有效同步,需要请求方一直发送握手信号,直到目标节点的回应为止;发送握手信号的时间要大于节点的休眠时间,保证传感器节点苏醒后能收到握手信号,再建立起点对点通信关系。因此在无线数据传输时,采用信标同步机制:一个设备定时发送一个称为“信标”的数据包,即信标帧;另一个设备通过接收该信标帧来实现同步。在该协议中,有 3 种类型的数据包:信标帧、数据请求帧和数据帧。信标帧和数据帧的帧头包含有是否有数据待传的信息。同步机制如图 4 所示。

## 2.5 传感器的电磁兼容设计

无线传感器有意发射频率较高,达 2.4 GHz,产品的 EMC 性能要求相对高于普通有线传感器,因此对传感器进行了有针对性的电磁兼容设计。

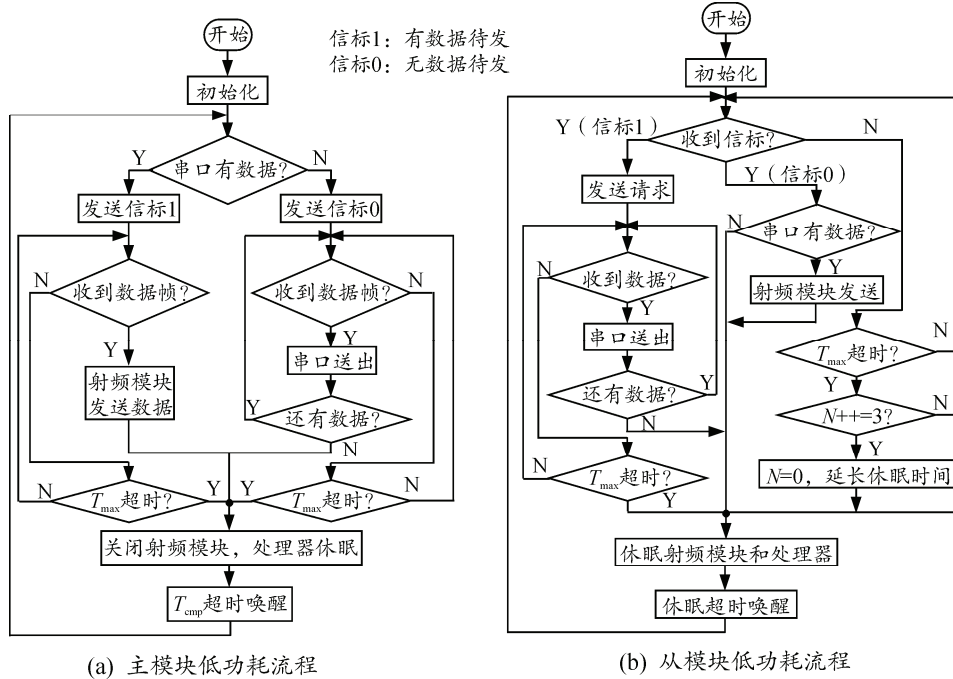


图 4 软件同步机制

1) 电源设计。

为了消除噪声对电源的干扰, 保证各个单元电路的电源质量, 对射频电路的电源进行单独处理, 加入了OR电阻, 同时对各个单元电路的地平面进行分割, 有效地限制环路电流, 消除了射频电路对其他回路的影响。

2) PCB 板设计。

PCB主板采用四层板, 采用单独的参考地 (GND) 层和电源层 (VDD)。

3) 滤波设计。

关键信号滤波 (如无线通讯模块上的 VDD3.3V、VCC5V、复位脚及控制脚等作去耦); 数字芯GND的短距离多点连接 (通常无线通讯模块内部的电源地GND、RS232信号地SGND、定位安装孔及天线引申部位均相通)。

3 组网应用

3.1 在油井的应用

WB 系列无线传感器在油井散布空间大, 相互间距远的油田实现了单井组网检测, 在油井密集, 相距较近的油田, 实现了多机并网检测, 因此体现出良好的通用性。应用中传感器的自动组网传输、自动路由寻址、自我节电管理等功能, 以及开启式电流互感器和拔插式接线端子等特殊结构, 有效减少了常规现场和一般性用户的设置、施工和维护的工作量。

3.2 应用效果介绍

WB 系列无线传感器在新疆沙漠油田取得应用, 在实际应用中成功完成了上述参数的监测, 能够抵抗现场干扰, 很好地适应现场应用环境, 实现了自由、自动组网功能, 达到了施工简单、工程量小的目标, 得到了用户的好评。

4 结束语

笔者针对油田数字开采监测的作用和难点, 根据实际应用经验, 特别针对机抽井和自喷井的组网应用分别做了专门介绍。该系列无线传感器具有设置简单、组网方便、施工和维护便捷等优点, 相比有线传感器, 其在数字开采监测的应用范围更广, 组网效果更好, 能够扩展应用于数字油田、数字矿山、灾害预警等物联网应用项目中, 具有广阔的应用前景和推广价值。

参考文献:

- [1] 黄兵. 传感器在抽油机井远程监控系统中的应用[C]//四川省电子学会传感技术第九届学术年会论文集, 2005.
- [2] 冯潇, 刘秋丽. ZigBee在油田远程监控系统中的应用[J]. 石油仪器, 2006(5).
- [3] 原羿, 苏鸿根. 基于 ZigBee 技术的无线网络应用研究[J]. 计算机应用与软件, 2004(6).
- [4] 夏俐, 陈曦, 赵千川, 等. 无线传感器网络及应用简介[J]. 自动化博览, 2004(1).
- [5] 骆云志, 张春华, 吕卫强, 等. 无人地面平台多传感器的联合外标定方法[J]. 兵工自动化. 2012, 31(12): 66-75.