

文章编号: 1671-1041(2005)05-0063-02

射频模块 nRF9E5 在污水数据监测系统中的应用

郑巨双, 刘波峰, 张林山, 金 忠

(湖南大学 电气与信息工程学院, 长沙 410082)

摘要: 采用射频 SoC 模块 nRF9E5 构成局域网系统, 阐述了该系统硬件和软件的设计方法, 分析了无线数据传输系统的结构, 运用 nRF9E5 进行无线数据系统设计的通讯协议, 实现了城市污水无线监测系统的设计。

关键词: nRF9E5; 通信协议; 污水监测

中图分类号: TP274+.5 **文献标识码:** B

The application of radio frequency module-nRF9E5 to wastewater data monitor system

ZHENG Ju-shuang, LIU Bo-feng,

ZHANG Lin-shan, JIN-zhong

(Department of Electric and Information Engineering of Hunan University, Changsha 410082)

Abstract: Radio frequency SoC module nRF9E5 serves as a local network system. The software and hardware of this system are discussed. This paper analyses the structure of wireless data transmission system, the communication protocol of this kind system by using nRF9E5, and design a system which can monitor city wastewater.

Key words: nRF9E5, communication protocol, wastewater monitoring

1 概述

随着当今环境问题的日益突出, 污水排放的控制越来越受到人们的重视。要对污水排放进行控制, 首先需要对各污染源的污水排放情况进行在线监测。由于污染源在整个城市中分布比较分散, 并且大多处于偏僻的地方, 如果采用有线的方式, 布线将会很困难。与有线技术相比, 无线技术具有成本低、省去布线烦恼、易于维护等优点。本文给出了一种基于 nRF9E5 模块, 用于监测城市污水的无线局域网监测系统方案设计方案。

2 nRF9E5 介绍

nRF9E5 是 Nordic VLSI 公司于 2004 年推出的系统级 RF 芯片, 其内置 nRF905 433/868/915MHz 收发器、8051 兼容微处理器和 4 输入 10 位 80ksps A/D 转换器, 是真正的系统级芯片。内置 nRF905 收发器与 nRF905 芯片的收发器一样, 可以工作于 ShockBurst(自动处理前缀、地址和 CRC)方式。内置电压调整模块, 最大限度地抑制噪音, 为系统提供 1.9 ~ 3.6V 的工作电压, QFN 封装, 载波检测。具有 433/868/915MHz 三波段载波频率。采用 GFSK 调制, 抗干扰能力强; 支持多点通讯, 数据传输速率高达 0.1Mbps。nRF9E5 符合美国通信委员会和欧洲电信标准学会的相关标准。由于 nRF905 功耗低, 工作可靠, 特别适用于无线测控系统。

2.1 微处理器

nRF9E5 的片内微处理器与标准 8051 兼容(其结构如图 1)。指令时序与标准 8051 稍有区别, 典型的区别是 nRF9E5 的片内微处理器的指令周期为 4 到 20 个指令周期。中断控制器扩展为支持 5 个中断源: ADC 中断、SPI 中断、RADIO1 中断、RADIO2 中断和唤醒定时器中断。片内控制器还有 3 个与 8052 相同的定时器。一个和 8051 相同的 UART, 可以用定时器 1 和定时器 2 作为异

步通信的波特率产生器。此外, 还扩展了两个数据指针, 方便于从 XRAM 区读取数据。

2.2 SPI 接口和 AD 转换器

SPI(串行外设接口)的接口引脚有 MISO(接收 EEPROM 的 SDO 送来的数据)、SCK(给 EEPROM 的 SCK 提供时钟信号)、MOSI(送数据到 EEPROM 的 SDI)、ECSN(给 EEPROM 的 CSN 送使能信号)。SPI 口的 MISO、SCK 和 MOSI 与 P1 口的低 3 位重用, 通过寄存器 SPI_CTRL 控制来控制功能间的撤换。SPI 硬件不产生任何片选信号, 可以用 GPIO 口来进行片选。通常, 系统上电时, SPI 自动和片外 25320 相连。当程序加载完成后, MISO(P1.2)、MOSI(P1.0)可能会用作其它用途, 比如其它的 SPI 器件或 GPIO。

nRF9E5 片内有 10 位转换速率为 80ksps 的 AD 转换器, AD 转换参考电压可以通过软件设置在 AREF 和 1.22V 之间(内部参考电压)。AD 转换器的 5 个输入可通过软件进行选择, 通道 0 到 3 可以把对应引脚 AIN0 到 AIN3 上的电压值分别转换为数字值, 通道 4 用于对 nRF9E5 工作电压的监控。AD 转换器一般工作于开始/停止模式。采样时间由软件控制。AD 转换器默认工作于 10 位方式, 可通过软件使其工作于 6 位、8 位或 12 位方式。将 AIN0 处于隔离状态, 其他 3 个外部输入中的任何一个没有输入, 就可使 AD 转换器工作于差动输入模式。

2.3 LF 时钟、RTC 唤醒定时器、GPIO 唤醒和 WTD

nRF9E5 内有一个低频的时钟 CKLF, 该时钟常开。当晶振开始工作后, CKLF 频率为 4kHz; 晶振不工作时, CKLF 是一个低功耗 RC 晶振器, 只要 VDD > 1.8V, 其连续工作。RTC 唤醒定时器、GPIO 唤醒和 WTD(看门狗)全都工作在 CKLF 频率, 以保证芯片低功耗工作时候能够完成这三个功能。RTC 唤醒定时器是一个 24 位可编程控制的递减计数器, WTD 则是一个 16 位可编程控制递减计数器。RTC 唤醒定时器和 WTD 的循环周期一般在 300 μ s ~ 80ms, 默认为 1ms。RTC 唤醒定时器也能作 GPIO 的输出源, 也就是说, 当 RTC 唤醒定时器初始化时间发生溢出时, 能够产生一个用作 GPIO 输出的程序脉冲。

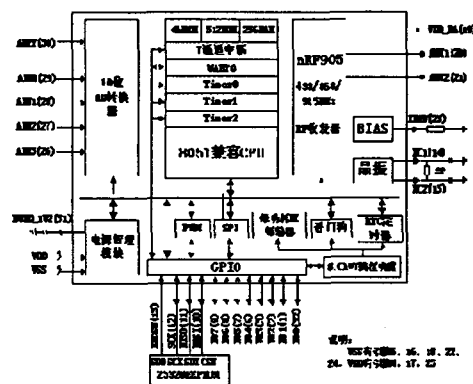


图 1 nRF9E5 结构图

3 污水监控采集系统组成

污水数据采集系统由两个部分组成: 中央监控设备 CMS(center monitoring system)和远程终端节点 RTN(remote terminal nodes)。

收稿日期: 2005-05-28

中央监控设备主要包括监控计算机和主接收器 nRF9E5, 监控计算机与主接收器之间通过串口 (RS232) 来连接。

远程终端节点主要由射频模块 nRF9E5、检测污水各项指标的传感器以及放大调整电路组成。

远程终端节点: 首先是使用传感器对污水进行监测, 污水水质指标有很多, 本系统主要监测三个重要指标: 化学需氧量 (COD)、氨氮 (NH₃-N) 和 PH 值。传感器输出的信号为微弱的模拟信号, 然后经过放大调整后, 输入 nRF9E5 的 A/D 端, 再经过 A/D 转换后变成成为微处理器可处理的数字信号, 由 nRF9E5 内部微处理器进行处理, 最后将数据通过收发器送出。

主接收器: 发送监控计算机的各种控制命令, 在命令发出以后, 采用逐一扫描的方式探测各个数据终端有没有收发通信请求; 若有则执行相应的要求。整个系统如图 2 所示。

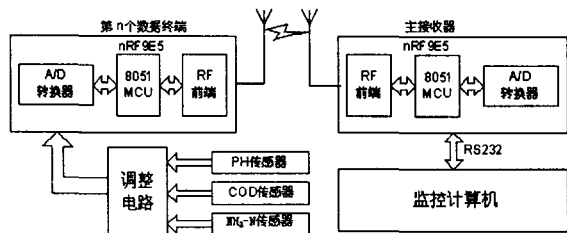


图 2 污水数据监测系统结构

这里主要介绍采用 nRF9E5 模块进行无线通讯部分, 要实现数据通讯功能, 需进行 nRF9E5 初始化配置和用户程序设计。

3.1 nRF9E5 子系统初始化配置

在 nRF9E5 模块中, 特殊寄存器 RF-Register 的配置字内容可决定射频模块 nRF9E5 的工作特性, 表 1 列出本设计中特殊寄存器 RF-Register 需要配置的基本参数 (文中未提及的参选默认值)。

表 1 RF-Register 寄存器部分字节配置说明

名称	设定值 (二进制)	说明
CK-NO	0 0111 0101	载波频率为 868.2MHz
HRFREQ-PLL	1	工作于 868 或 915MHz
RX-RXD-PWR	1	低功耗模式
PA-PWR	11	输出功率为 +10dBm
RX-APW	001	接收地址字长为 1byte
RX-APW	100	发射地址字长为 4byte
RX-PW	0000 1000	接收 payload 长度 8bytes
TX-PW	0000 1000	发射 payload 长度 8bytes
RX-ADDRESS	1110 0111	接收地址为 0xE7h
XOF	011	晶体振荡器频率为 16MHz
MF-CLK-EH	0	外部时钟禁止
CRC-EH	1	采用 CRC 校验功能
CRC-MODE	0	使用 8 位 CRC 校验码

3.2 通信协议

CMS 可与在其信号覆盖范围内的 RTN 进行直接通讯, 在其工作信号覆盖范围之外的 RTN 通过其它节点转载信号实现与 CMS 的间接通讯。因此 CMS 必须能够根据接收的数据内容判断信号来自哪一个 RTN 节点。为此, 我们把系统通讯协议设置如表 2 所示。

表 2 无线通讯协议设置

Preamble	Address	Payload					CRC
		Receive	Aim	Source	Status	Data	

Preamble、Address、CRC 分别为引导字节、接收机地址和校验码, Payload 为有效加载数据 (包括接收机识别码 Receive、目的机识别码 Aim、源信号机识别码 Source 及 Data 字; 状态字 STATUS 用来区别命令和数据, STATUS=1 时 Data 为命令字, STATUS=0 时 Data 为污水检测数据)。

nRF9E5 处于发射模式时, Address 和 Payload 由微处理器按顺序送入射频模块 nRF9E5, Preamble 和 CRC 由 nRF9E5 自动加载。接收模块时, nRF9E5 先接收一数据包, 分别验证 Preamble、Address 和 CRC 正确后, 再将 Payload 数据送入微处理器; 当接收机微处理器判断 Payload 中的 Receive 和本机识别码一致时, 存储接收到的 Payload, 并作相应处理, 否则放弃该数据包。

本系统设定 CMS 和所有 RTN 的地址 ADDRESS 均为默认值 0xE7h, 这样, 系统内 CMS 和所有 RTN 之间可以互相通讯, 从而避免了其它系统的干扰。各节点识别码长度根据网络节点级数和容量配置, 继承关系分配地址; 通讯时, 通过对目的机代码 Aim 和接收机代码 Receive 的比较和识别, 不断修改接收机代码 Receive, 直至 Receive=Aim 为止, 实现节点间的自动双向寻址。以 2 级路径系统为例, 所有模块识别码长度均配置为 8 位, CMS 识别码配置为 0x00h。各节点识别码按照上下级路径。

继承关系分配地址: 第一级节点识别码以高四位区分, 其余位均为 0, 如节点 0x10h 与 0x20h; 第二级节点识别码高四位继承其上一级节点高 4 位识别码, 以低四位区分, 如 RTN10 的下级节点 0x11h 与 0x12h 等。通讯时, 即按照这种上下级路径关系传输数据。采用上述方法, 四级路径最大可以配置一万六千多个节点, 能组成一个比较大的无线局域网, 可以满足对一个城市排污点监测的要求。

3.3 用户程序

该系统的处理器用户程序包括 CMS 用户程序和 RTN 用户程序。

a) CMS 用户程序

主要对接受到的数据进行存储, 并在污水的某项指标超标时, 启动报警装置。并采用中断接收计算机命令信号和某个节点 RTNi 信号。

b) RTN 用户程序

通过判断 Aim 和 Source 来确定数据的来源以及发送目标。在 RTNi 中产生中断以后, CPU 读取 nRF9E5 的数据, 若 Payload 中 Receive 为本节点识别码, 存储数据; 否则将 Payload 丢弃。

4 结论

nRF9E5 对晶振以及外围的器件要求较高, 因此严格遵照数据手册上的参数要求是十分重要的。另外, 天线的好坏决定了通讯的距离, 通过采用合理的天线, 能够真正实现 1000 米范围内的通讯, 而且成功率可达到 98% 以上。如果需要更远的通讯距离, 可在发送和接收电路中添加功率放大器。▲

参考文献

- [1] 李一锦等. 一种基于 nRF9E5 的无线监测局域网的系统. 国外电子元器件, 2004, (12)
- [2] NORDIC. Nordic datasheet and application notes of nRF9E5. 2004.
- [3] 何燧源. 环境污染物分析监测. 北京: 化学工业出版社, 2001.

作者简介: 郑巨双 (1980-), 男, 湖南大学研究生, 研究方向: 检测技术。
作者声明: 自愿将本文稿酬捐为“仪器仪表用户杂志爱心助学基金”

敬告
作者

本刊只收电子邮件来稿, 不收邮寄稿。电子邮件来稿后七天内本刊通过邮件给作者答复, 如果作者没有收到本刊对稿件的答复, 可通过邮件或电话查询。收稿信箱: eic@vip.163.com (主送) myeic@126.com (抄送), 稿件应符合本刊网站 www.eic.com.cn 中对稿件的要求一栏的规定。