

基于NB-IoT的燃气预警装置远程测试系统设计

许杰¹, 吉翔¹, 陈贝乐²

¹盐城市计量测试所, 江苏 盐城

²盐城工学院电气工程学院, 江苏 盐城

收稿日期: 2023年6月9日; 录用日期: 2023年7月19日; 发布日期: 2023年7月27日

摘要

随着社会经济的快速发展, 我国能源需求日益增长, 人们对燃气使用的安全性也越来越重视。但由于天然气本身不稳定并且容易泄漏, 燃气安全问题一直是人们关注的重点。为实现燃气的实时在线检测, 本文设计并完成基于NB-IoT技术的燃气预警装置远程测试系统。系统设计分为硬件和软件设计, 其中硬件由NB-IoT模块、蜂鸣器、气体传感器模块、压力传感器模块、微控制器构成。在完成系统软硬件构建之后, 对其进行模拟实验测试。实验结果表明, 该系统运行稳定, 能够及时、准确地对城市燃气管网进行预警, 有效预防燃气泄漏事故, 从而保障城市燃气安全运行。

关键词

NB-IoT技术, 传感网络, 燃气管网, 检测预警, 低功耗

Design of Remote Test System for Gas Warning Device Based on NB-IoT

Jie Xu¹, Xiang Ji¹, Beile Chen²

¹Yancheng Institute of Measurement and Testing, Yancheng Jiangsu

²School of Electrical Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu

Received: Jun. 9th, 2023; accepted: Jul. 19th, 2023; published: Jul. 27th, 2023

Abstract

With the rapid development of the social economy, China's energy demand is increasing, and people are paying more and more attention to the safety of gas use. However, due to the instability and vulnerability of natural gas to leakage, gas safety has always been a focus of attention. To achieve real-time online detection of gas, this article designs and completes a remote testing system based on NB-IoT technology. The system design is divided into hardware and software design, where the hardware consists of NB-IoT module, buzzer, gas sensor module, pressure sensor module, and microcontroller. After completing the system hardware and software construction, simulation experiments are conducted. The experimental results show that the system runs stably, and can detect gas leakage in a timely and accurate manner, effectively preventing gas leakage accidents and ensuring the safe operation of urban gas pipelines.

tem for gas warning devices based on NB IoT technology. The system design is divided into hardware and software design, where the hardware consists of NB IoT module, buzzer, gas sensor module, pressure sensor module, and microcontroller. After completing the system software and hardware construction, conduct simulation experiments and tests on it. The experimental results show that the system operates stably, can timely and accurately warn the urban gas pipeline network, effectively prevent Gas leak accidents, and thus ensure the safe operation of urban gas.

Keywords

NB-IoT Technology, Sensor Network, Gas Pipeline Network, Detection and Early Warning, Low Power Consumption

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,随着城市化,工业化水平不断提高,燃气作为一种重要的能源,已经成为生活中不可缺少的一部分,与此同时许多安全问题例如燃气泄漏也在不断出现,给人们的生命、财产、安全都带来了威胁。因此,研究一种易于安装,功耗低,工作稳定的传感器和监测系统很有必要。以 NB-IoT 通信模块为基础制作成的传感设备成本低、安装方便、工作稳定、寿命长。此外, NB-IoT 网络大多基于低频通信,可以轻易实现无线通信大范围、长距离、低功耗的要求,从而满足传感设备的高密度部署需求[1] [2] [3] [4]。基于上述分析,本文设计并完成基于 NB-IoT 技术的燃气预警装置远程测试系统以实现燃气的实时远程检测预警,具有一定的实际应用价值。

2. 测试系统总体设计

测试系统设计分为硬件和软件设计。本方案是针对基于 NB-IoT 的燃气预警装置远程测试系统的设计方案,主要由 NB-IoT 模块、蜂鸣器、气体传感器模块、压力传感器模块、微控制器和远程服务器等部分组成。NB-IoT 模块用于实现设备与服务器的数据通信,气体传感器用于检测环境中的气体浓度,压力传感器用于检测管道压力,微控制器用于控制系统的运行和数据处理,远程服务器用于接收并处理设备上传的数据,并向用户提供实时预警信息。

软件代码部分可以完成系统各部分的控制与通讯,首先在 KEIL 集成环境下采用 C 语言编写,通过烧录导入到 STM32 芯片上运行。软件设计分为下位机软件 and 上位机移动客户端软件设计。

3. 硬件模块设计

硬件模块由 NB-IoT 模块、蜂鸣器、气体传感器模块、压力传感器模块、微控制器构成。

3.1. STM32F103 单片机

硬件微控制器使用 STM32F103 作为控制器[5] [6]。STM32F103xx 增强系列采用了一种高性能的 ARM Cortex-M3 32 位的 RISC 内核,通常的工作频率在 72MHz,内置了一个 128 千字节的 flash 内存和 20 千字节的 SRAM 的高速存储器(SRAM)。同时,具有多种 I/O 端口、外设两条 APB 总线。另还有包含 2 个 12 位的数模转换器(ADC)、3 个通用 16 位定时器和一个 PWM 定时器,包含标准和先进的通信接口:多

达 2 个 I2C 和 SPI、3 个 USART、一个 USB 和一个 CAN。这些多种多样的接口使得 STM32 芯片可以有着多种功能，并且可以外接各种各样的设备使芯片有更多的作用。

3.2. NB-IoT 模块 m5311

作为一款满足中国移动蜂窝物联网通用模组技术规范的物联网模块，M5311 是一款高性能、低功耗的 NB-IoT 无线通信模组[7] [8]。尺寸很小，但可以在最小的尺寸中满足最大的需求，从而减少成品的成本。M5311 采用 LCC 封装，可通过标准 SMT 设备实现模块的快速生产，在不同的环境下也可以成功应用，为客户提供可靠的连接方式。

3.3. MQ-2 烟雾传感器模块

MQ-2 烟雾传感器模块的大小是 32 mm × 22 mm × 27 mm，主要芯片为 LM393、ZYM-Q2 气体传感器，工作时，通常是直流电压 5 伏。MQ-2 烟雾传感器模块的主要特征是：1) 有信号输出指示，可以显示信号的输出。2) 有着两种输出方式：模拟量输出、TTL 电平输出，可以同时双路输出。3) TTL 输出时为低电平有效，可以直接和单片机相连。4) 模拟量的输出电压一般为 0~5 V，当烟雾浓度高的时候电压相应增高。5) 对常见气体例如液化气，天然气，城市煤气等常见的燃气，有着较好的灵敏度。6) 工作寿命长，性能稳定，特别适用于批量生产。7) 其最主要的特点是反应速度快，回复快。可作为各类家用和工业用煤气泄漏监控设备。图 1 为 MQ-2 烟雾传感器电路图。

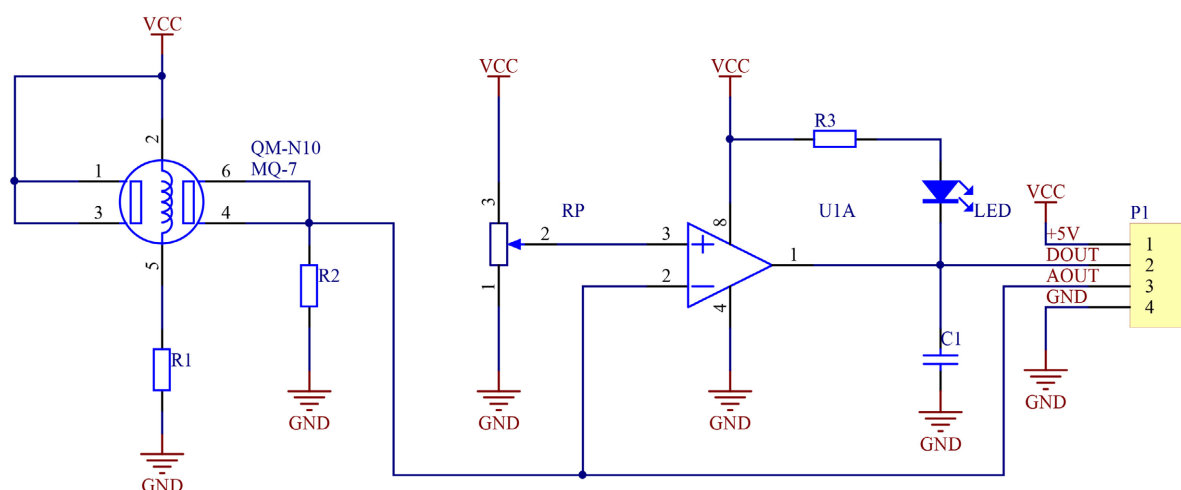


Figure 1. MQ-2 smoke sensor circuit diagram

图 1. MQ-2 烟雾传感器电路图

3.4. HX710 气压传感器模块

HX710 采用了海芯科技集成电路专利技术，其中使用的是 24 位 A/D 转换器芯片，专为高精度设计。与其它芯片相比，该芯片响应速度、集成性都比普通的芯片好。此芯片可以降低成本，提高性能。全部的控制信号都是通过引脚来驱动实现的，不需要在芯片中对寄存器进行编程设置。单片机仅需 2 个输入输出端口就能完成对 ADC 的全部控制。该装置具有上电自重置功能，使启动时的初始化工作变得简单[9]。

3.5. S8550 有源蜂鸣器模块

S8550 有源蜂鸣器模块采用 S8050 三极管驱动，S8550 是一种 PNP 型晶体管，常用于低功耗放大电路和开关电路。在蜂鸣器电路中，S8550 通常用作驱动器的开关管，控制蜂鸣器的开关状态。当输入信

号与基极之间存在电流时，S8550 会导通，使得电流从集电极流入蜂鸣器的正极，使蜂鸣器发声。当输入信号与基极之间不存在电流时，S8550 不导通，蜂鸣器不发声。因此，S8550 在蜂鸣器电路中起到了控制蜂鸣器开关状态的作用。

S8550 有源蜂鸣器模块工作电压为 3.3 V~5 V，同时设有固定螺栓孔，还非常方便安装。小板 PCB 尺寸为 3.2 cm × 1.3 cm，低电平输入 I/O 时，蜂鸣器发出声音。

4. 系统软件设计

测试系统软件设计分为单片机代码设计和上位机设计。

本文采用的是 STM32F103 单片机[5]，STM32 是控制这个系统的最终核心控制模块。整个软件设计的过程中，最主要就是以单片机为核心，以各模块为组成部分，系统经过选择控制方式，来执行相应的操作。在成功给单片机上电之后，登录上位机，输入账号密码后即可即时检测烟雾传感器和压力传感器所传输的数据，并可以在网页中的历史数据模块中可以看到相应数值的变动。除了数值变动之外，还可以在上位机中观察动态曲线来查看数据的变化趋势等数据。整体工作流程如图 2 所示。

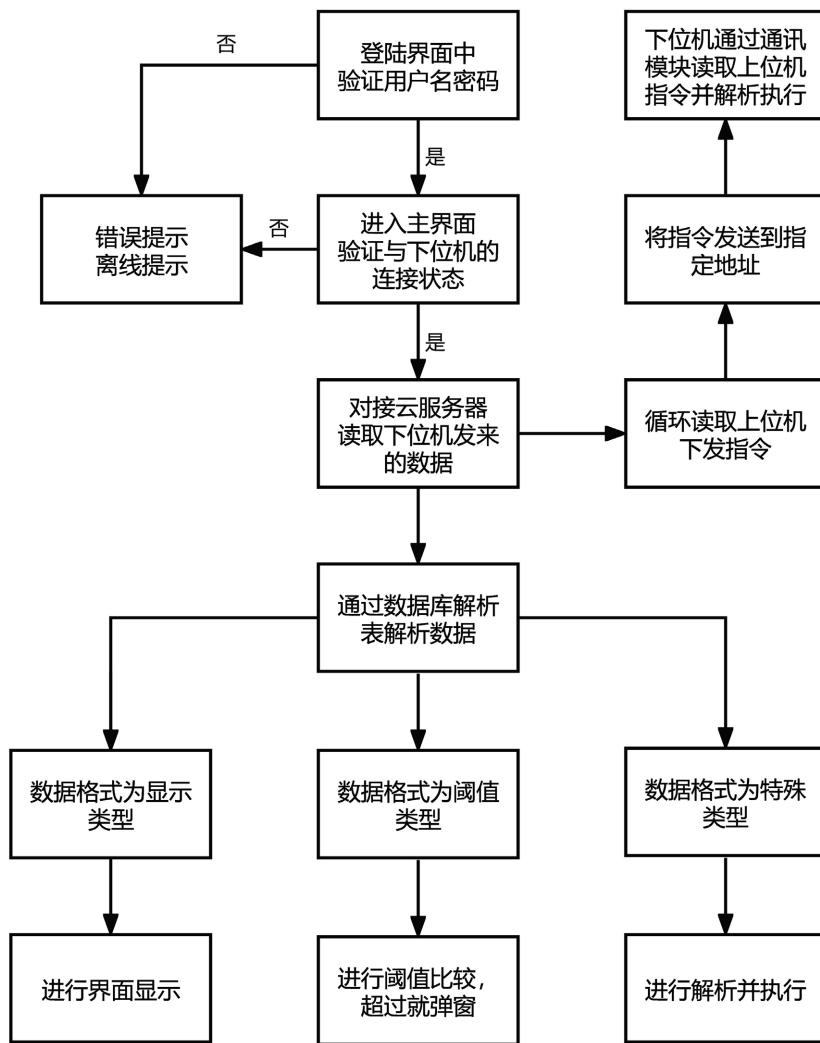


Figure 2. System workflow diagram
图 2. 系统工作流程图

测试系统上位机界面的开发是基于 python 工具, 按照 qt 格式进行了封装, 源码为一个 web, 如下图所示。设计使用 tencentiot, 登陆界面输入相应 id, 账号, 密码后, 点击登录即可进入上位机界面[10] [11]。

图 3 为上位机工作流程图。

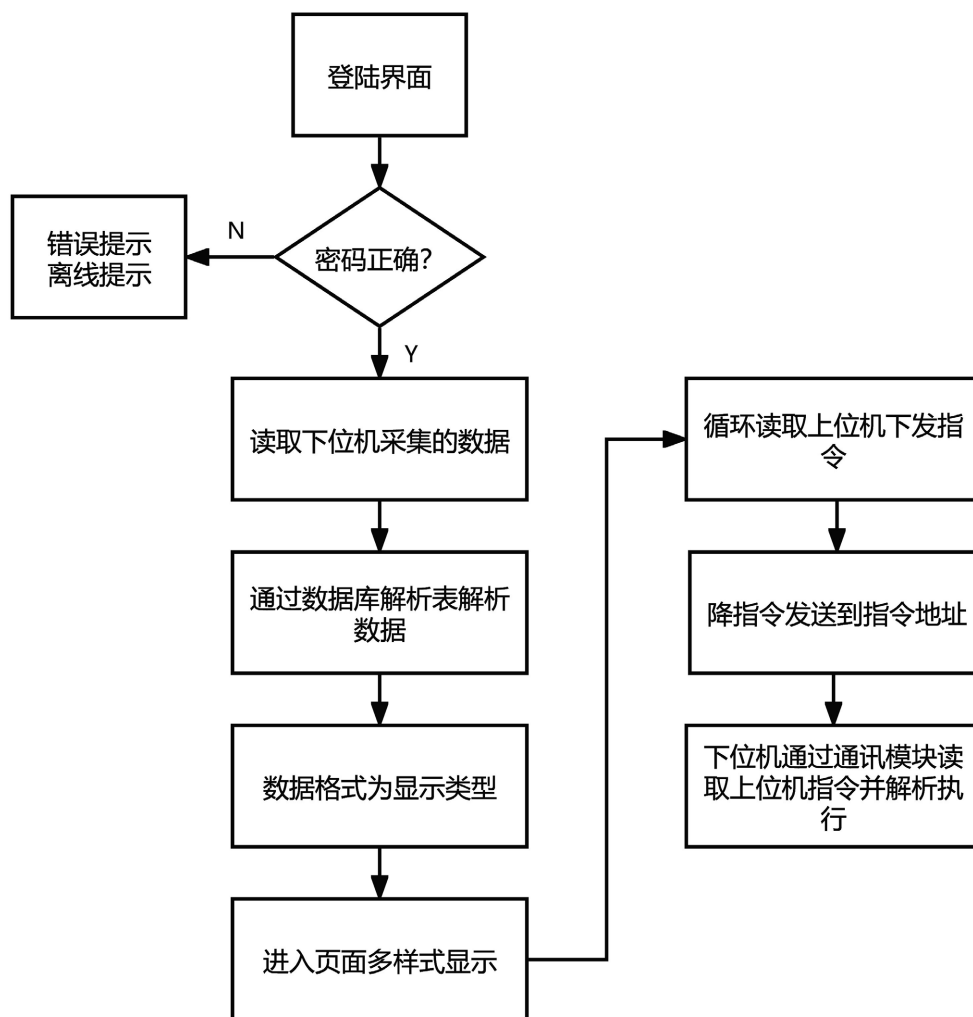


Figure 3. Upper computer workflow diagram

图 3. 上位机工作流程图

5. 系统测试

首先, 将相应的模块都安置在单片机上。注意所有模块的正反不要插错, 全部检查完毕之后开始进行 wifi 连接。连接成功后, 上位机界面上显示在线, 同时相应的燃气、管道压力等数值会在线显示在上位机界面当中。单击管压预警按钮即可使单片机上蜂鸣器在管道压力过大时报警, 如果不开启系统将不会报警, 通过调节管道压力阈值, 可以对阈值进行调节, 更改单片机报警的阈值。接下来依次对压力和燃气检测模块进行检测。图 4 为上位机测试界面图。

图 4 中为开启了管压预警之后, 通过打火机放气模拟天然气气体来进行模拟实验。模拟实验测试结果显示: 本文所设计系统下位机可完成天然气的实时在线检测并预警, 上位机界面与下位机数据通讯及时且数据显示、预警与下位机同步。系统可有效预防燃气泄漏事故, 从而保障城市燃气安全运行。



Figure 4. Upper computer testing interface diagram
图 4. 上位机测试界面图

6. 结语

本文从单片机的总体设计、硬件设计、软件设计、实物测试等方面出发，完成对基于 NB-IoT 的燃气预警装置远程测试系统的设计。本文所涉及系统具有实时性、可靠性和安全性等优点，可以为燃气安全领域提供更加全面和有效的保障。系统测试结果显示，本文所设计系统可实时显示燃气数值以及管道压力数值，具有一定的实际应用价值。

基金项目

江苏省市场监督管理局科技项目“燃气预警系统远程测试装置及检测方法研究”（项目编号：KJ2022051）。

参考文献

- [1] 马丽, 吴鹏飞, 高波, 等. 嵌入式燃气管道实时监测系统设计[J]. 仪器仪表与分析监测, 2020(3): 5-9.
- [2] 李阳德, 曾超. 基于 NB-IoT 的城市燃气监测系统设计[J]. 中国新通信, 2022, 24(23): 42-44.
- [3] 左磊, 王震, 郑显丰, 等. 基于 NB-IoT 技术的天然气管道安全监控系统[J]. 煤气与热力, 2023, 43(1): 12-16.
- [4] 赵静静, 田延飞. 基于 NB-IoT 和 OTA 的云上智能井盖监控系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2023, 31(6): 123-129.
- [5] 彭雄根, 李新, 陈旭奇. NB-IoT 技术的发展及网络部署策略研究[J]. 邮电设计技术, 2017(3): 58-61.
- [6] 李重严. 窄带物联网(NB-IoT)新技术及其应用[J]. 通讯世界, 2017(23): 61-62.
- [7] 杨观止, 陈鹏飞, 崔新凯, 等. NB-IoT 综述及性能测试[J]. 计算机工程, 2020, 46(1): 1-14.
- [8] 贾青青, 贾纹纹, 张秦, 等. 基于 NB-IoT 的典型气体污染物实时监测系统设计[J]. 传感器与微系统, 2022, 41(9): 102-104.
- [9] 郝帅, 孙婷婷. 试论城镇燃气管道安全运行智能化监测系统[J]. 技术应用与研究. 2022(9): 99-101.
- [10] 陈卿. 重大危险源预警信息系统运行管理经验探讨[J]. 安全与健康, 2021(3): 57-58.
- [11] 吴铁军. 基于 NB-IoT 的燃气管道气密性检测仪设计[J]. 仪器仪表用户, 2023, 30(2): 1-4+26.