

云平台高校实验室安全监测系统



曾灿¹, 张丽艳^{1,*}, 陈晓崎², 许慧钢², 方柳¹

¹ 大连交通大学计算机与通信工程学院, 辽宁大连 116028

² 大连交通大学自动化与电气工程学院, 辽宁大连 116028

摘要: 统一的实验室火灾监测系统旨在集中监控全省甚至全国范围内的实验室环境数据, 实时感知实验室内部环境变化, 准确判断火灾风险, 以便采取及时救灾措施。此外实验室一旦出现火灾, 可以及时发出报警信息, 能更好及时扑救以减少损失或者在火灾发生时自动采取灭火措施避免火灾的发生。为此, 本文设计了一种基于 ZigBee 的云平台高校实验室安全监测系统。该系统可以监测各个高校不同学院的实验室房间内的温度, 湿度, 以及烟雾浓度, 对房间进行安全监测, 当监测值超过安全范围时, 就实时报警。本文系统由终端数采集模块、ZigBee 协调器、ESP8266 无线网关通信模块、OneNET 云平台、第三方 Web 应用四部分组成。系统通过各种传感器采集实验室内的监测数据并通过 ZigBee 组网将数据无线传输至云端, 云端再传输至 Web 端, 从而实现各个实验室内安全状况的实时监控和警报。本文给出了本地 Web 端的人机交互页面和云端平台监控界面。实测数据验证了本系统的有效性。

关键词: 云平台; 安全监测; ZigBee; CC2530; ESP8266; DHT11

DOI: [10.57237/j.cst.2022.01.009](https://doi.org/10.57237/j.cst.2022.01.009)

The Safety Monitoring System of University Laboratory Based on Cloud Platform

Zeng Can¹, Zhang Liyan^{1,*}, Chen Xiaoqi², Xu Huigang², Fang Liu¹

¹School of Computer and Communication Engineering, Dalian Jiaotong University, Dalian 116028, China

²School of Automation and Electrical Engineering, Dalian Jiaotong University, Dalian 116028, China

Abstract: The unified laboratory fire monitoring system aims to centrally monitor laboratory environmental data across the province or even the country, perceive real-time changes in the laboratory's internal environment, accurately assess fire risks, and take timely disaster relief measures. In addition, once a fire occurs in the laboratory, an alarm message can be issued in a timely manner, which can better extinguish the fire in a timely manner to reduce losses or automatically take fire extinguishing measures to avoid the occurrence of a fire. For this purpose, this article designs a cloud platform university laboratory security monitoring system based on ZigBee. This system can monitor the temperature, humidity, and smoke concentration in laboratory rooms of different colleges and universities, and conduct safety monitoring of the rooms. When the monitoring values exceed the safety range, real-time alarms will be given. This system consists of four parts: terminal data acquisition module, ZigBee coordinator, ESP8266 wireless gateway communication module, OneNET cloud platform, and third-party web application. The system collects monitoring data in the laboratory through

基金项目: 大连市重大科市重点科技局研发计划 (2022YF11GX008).

*通信作者: 张丽艳, zhangliyan@126.com

收稿日期: 2023-03-28; 接受日期: 2023-05-19; 在线出版日期: 2023-05-25

<http://www.computscitech.com>

various sensors and wirelessly transmits the data to the cloud through ZigBee networking. The cloud then transmits the data to the web, thereby achieving real-time monitoring and alerting of the security situation in each laboratory. This article provides a human-machine interaction page on the local web end and a cloud platform monitoring interface. The effectiveness of the system is verified by the measured data validation.

Keywords: Cloud Platform; Security Monitoring; ZigBee; CC2530; ESP8266; DHT11

1 引言

随着高校实验室的建设发展，高校的实验室安全事故也屡有发生。国务院安委会于 2019 年强调各高校要加强实验室安全责任体系建设;实现对实验室安全的全面管控[1]。为此，各种解决办法也相应提出。宁信等人[2]于 2021 年提出了基于 ZigBee 无线传输技术的实验室气体实时监测系统在南开大学率先应用。该系统选用 ZigBee 技术是因为其能耗少、成本低的特点，可实现实验室的全天的监控，并将监控数据送给管理者，一旦发生安全事故，可在第一时间报警以及采用及时应急处置。刘辉席等人[3]于 2019 年提出了基于 LoRa 物联网技术的实验室安全监测系统，系统部署方便，无需对实验室改造，成本低廉、报警及时，具有很强的实用性。本文利

用云平台技术，给出了一种高校实验室监控系统设计方案，并针对本校的电气信息工程学院的实验室进行了硬件和软件设计与开发，给出了一种无需对实验室改造，成本低廉、报警及时安全监控系统。

2 系统总体方案设计

本文以某高校某计算机与通信工程学院的三个实验室为例子进行设计。设定采集该三个房间的安全数据，将数据能发送至云端且在本地客户终端可以实时查看安全数据，由此设计的网络拓扑结构如图 1 所示。

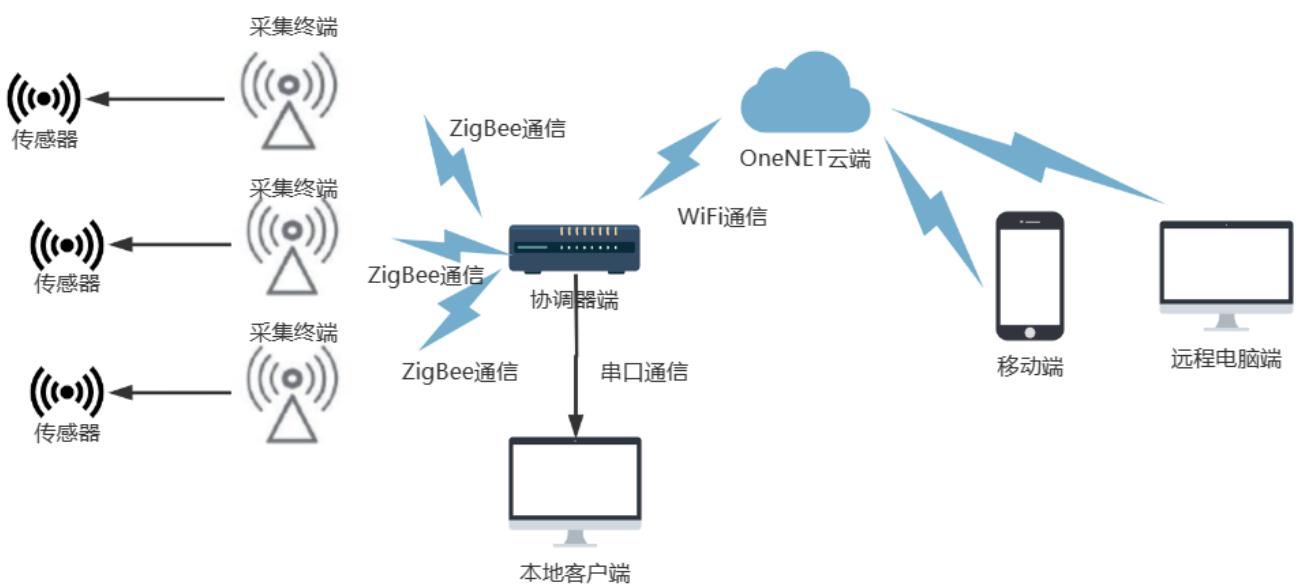


图 1 系统拓扑图设计

图 1 中采集终端采用传感器采集房间的安全监控数据，然后将数据无线传输至协调器端。在协调器端，将三个采集终端的数据，根据终端 ID 号，通过 WiFi 芯片，依次将温湿度，烟雾等数据发送至云端；在云端平台可以实时查看数据并且设定相应的触发条件，

即安全阈值。在监控到超出阈值数据时，云平台将提示信息通过邮箱发送消息的方式，将报警邮件发送至远程用户的手机或者电脑；在本地的用户，可以通过本地客户终端实时显示的安全参数来观察房间参数变化，在超过安全阈值时也会发起警报提示，提醒本地

用户某个房间内发生安全问题。

采集终端、协调器端、云端平台和远程用户之间

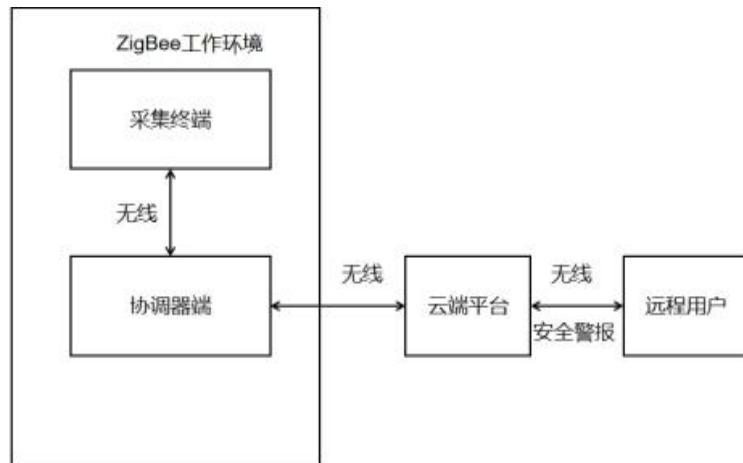


图 2 系统框图

3 硬件系统设计

3.1 ZigBee 芯片选型

基于对 ZigBee 的硬件平台要求,选择使用 CC2530 芯片作为处理器芯片。CC2530 是 TI 公司发布的片上系统解决方案,专门为 IEEE 802.15.4 和 ZigBee 应用定制。CC2530 结合业界领先的 ZigBee 协议,将领先的 CC2530 射频收发器的卓越性能与行业标准增强型 8051 MCU、32/64/128 KB 闪存、8KB RAM 等诸多强大功能相结合[4-6]。采用 0.18μm CMOS 工艺制作,收发模式下芯片工作电流消耗低于 27mA。从低功耗模式到有源模式的快速转换时间,使低占空比系统的平均功耗极低。

3.2 无线传输芯片选型

ESP8266 是一个完整且自成体系的 WiFi 网络解决方案,能够独立运行,也可以作为 slave 搭载于其他 Host 运行[7, 8]。ESP8266 在搭载应用并作为设备中唯一的应用处理器时,能够直接从外接闪存中启动。内置的高速缓冲存储器有利于提高系统性能,并减少内存需求。另外在无线接入承担 WiFi 适配器的任务时,可以将其添加到任何基于微控制器的中,连接简单易行,只需通过 SPI/SDIO 接口或中央处理器 AHB 桥接口即可。

3.3 传感器选型

本系统选用的是温湿度传感器 (DHT11) 和有害气体传感器 (MQ-2)。DHT11 数字温湿度传感器是一款含有已校准数字信号输出的温湿度复合传感器[9, 10]。它应用专用的数字模块采集技术和温湿度传感技术,确保传感器具有极高的可靠性与卓越的长期稳定性。MQ-2 是 MQ 传感器系列中最常用的气体传感器之一[11]。它是金属氧化物半导体 (MOS) 型气体传感器,也称为化学电阻器,因为检测是基于当气体与材料接触时感测材料的电阻变化。使用简单的分压器网络,可以检测气体浓度。

4 软件设计

软件设计包括监控协调器和终端节点的软件设计,软件设计由 IAR Embedded Workbench IDE 编写。设计开发利用了 TI 公司公开的 ZigBee 通信协议栈 Z-Stack, 协议栈将各层协议都封装合成可直接调用的函数, 通过调用相关函数就可以完成组网、发送、接收功能[12, 13]。

4.1 协调器程序设计

协调器程序主要作用是在系统启动时创建 ZigBee 网络, 允许测量终端节点加入 ZigBee 网络, 接收打包所有来自终端的测量数据, 并将数据通过 WiFi 模块发送到指定云端服务器。协调器程序工作流程如图 3 所示。

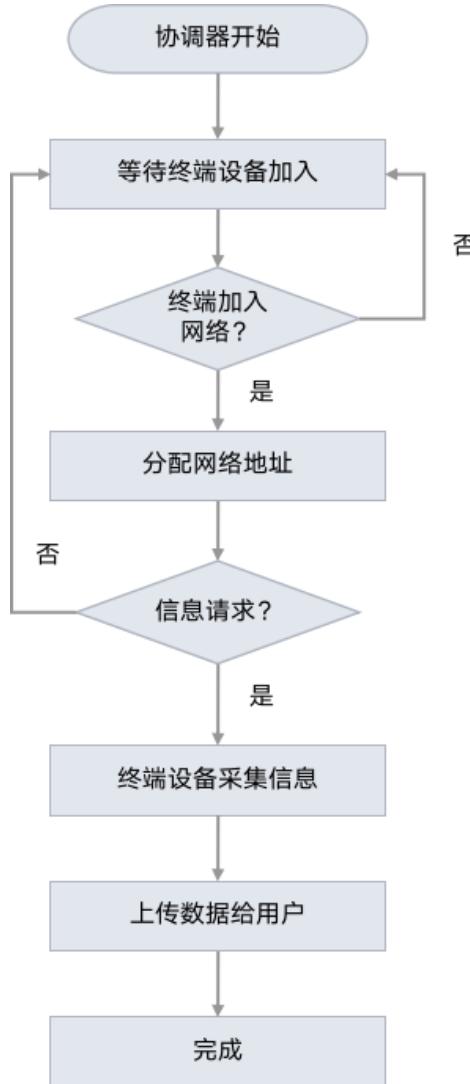


图 3 协调器程序工作流程图

4.2 终端程序设计

ZigBee 终端节点的主要功能是采集数据和执行控制命令。这些节点通过无线射频模块将传感器数据传输至协调器。一旦网络建立完成，终端节点就能够与无线传感网络连接。终端节点的工作流程如图 4 所示。

4.3 云平台监测

系统可通过云端对实验室安全进行监测。设备端部署完成之后，环境参数和设备运行状态通过网关经由 WiFi 模块发送至 OneNET 云服务器。安全系统网关采用 HTTP 协议与中国移动通信集团的物联网开放云平台 OneNET 通信，借助云平台实现手机 APP 和智能家居安全系统网关的点对点通信。OneNET 云平台上虚

拟显示界面如图 5 所示[14-16]。可以看到各个带有房间 id 的安全参数，比如 temp1 为房间 1 的温度，humi1 即为房间 1 的湿度值，mq1 为房间 1 的烟雾浓度值。

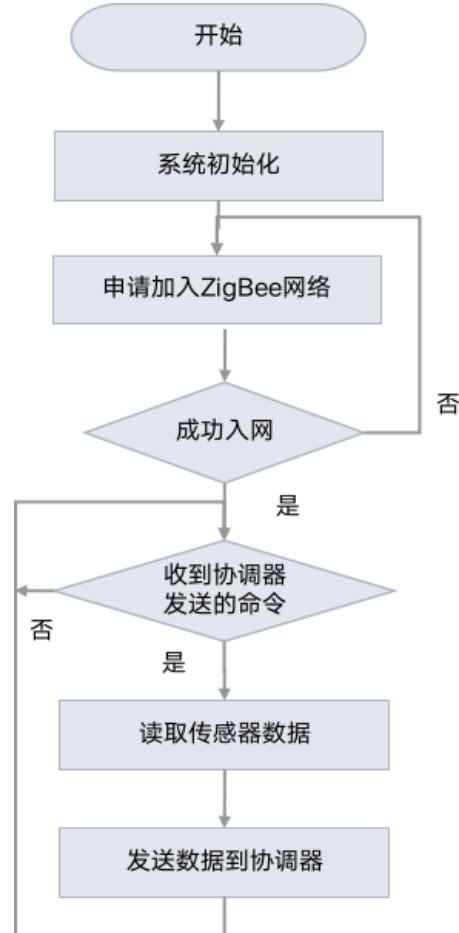


图 4 终端程序工作流程图

5 系统测试

在云平台对安全系统做出如下测试。打开各个房间的烟雾数据选项可以实时监测烟雾浓度数据。将各个房间的温度选项卡点开，测试实时的温度数据。打开各个房间的温度数据详情，通过在传感器端增加温度可以观察湿度数据变化。温度在云平台页面显示结果如图 6 所示。

在云平台端将烟雾浓度参数设定为等于 1，并在此时对烟雾传感器用打火机喷洒丁烷，此时必定会激活触发器。具体在邮箱页面可以看到结果。在 761590311@qq.com 的邮箱（与触发器内设定的邮箱相同）内可以收到相应的云平台的警报提示邮件。具体如图 7 所示。

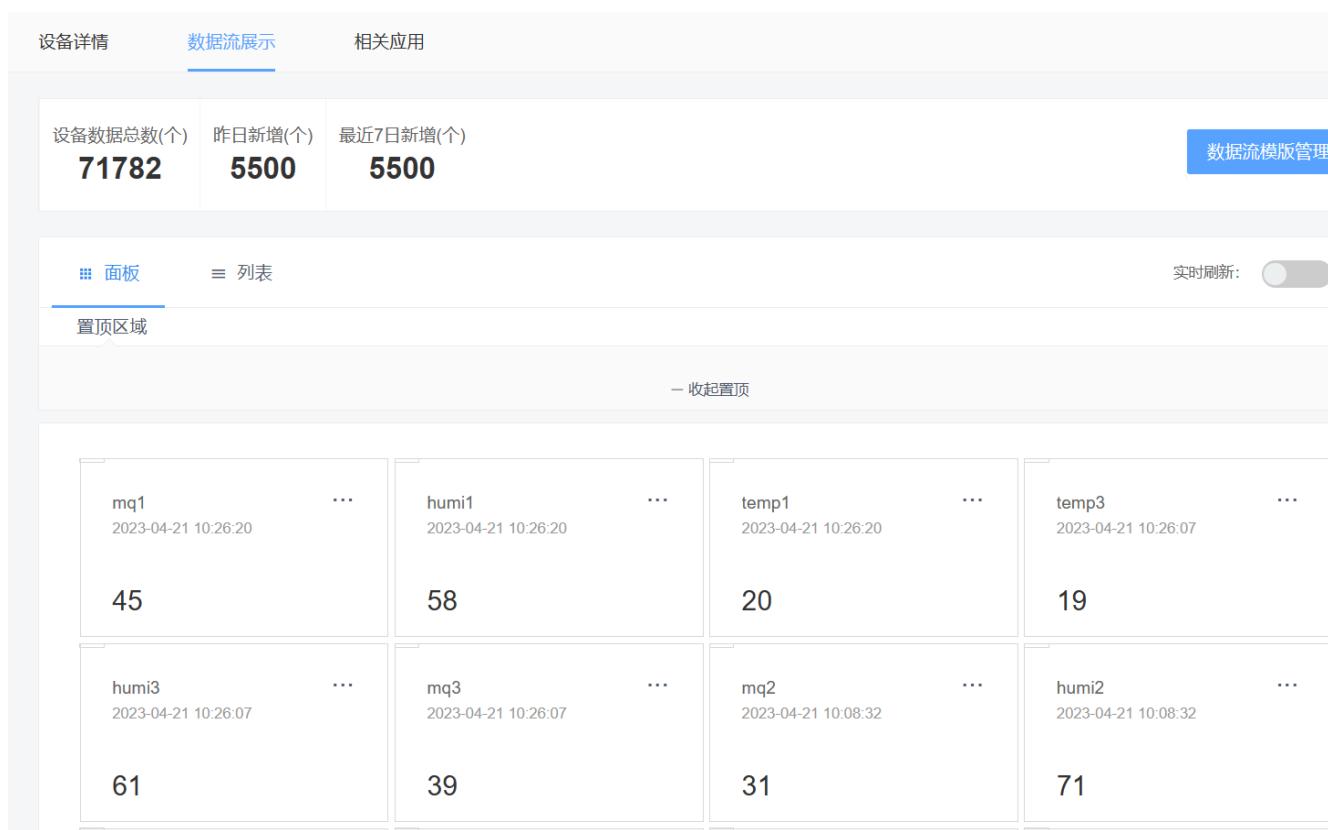


图 5 OneNET 显示界面

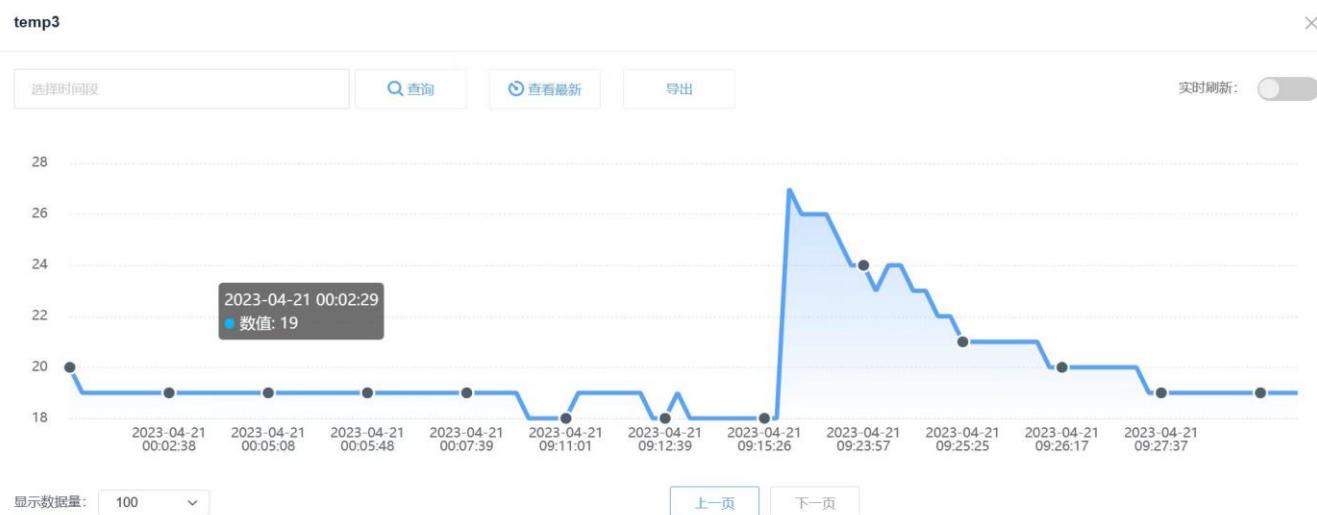


图 6 实时温度数据

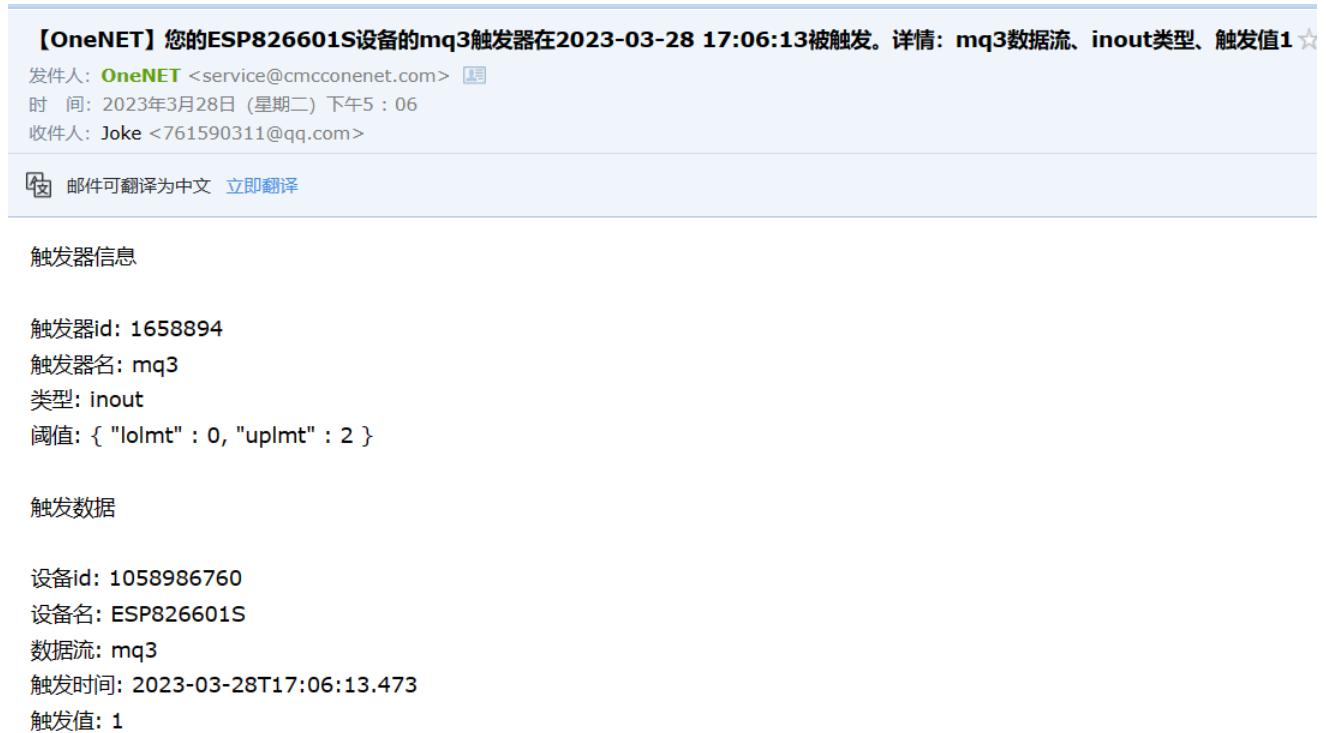


图 7 云平台的警报提示

6 结论

本文设计了一种基于 ZigBee 技术的电气信息学院实验楼安全监控系统，搭建了硬件和软件平台，并进行了测试。该系统能够监测温度、湿度和烟雾浓度，并基于这些参数进行安全监测和实时报警。

参考文献

- [1] 唐欣, 莫永华, 王喜来, 谭皓文, 赵风顺, 万智柠. 基于异构网络的实验室环境安全监控系统设计 [J]. 现代电子技术, 2022, 45 (20): 81-85.
- [2] 宁信, 虞俊超, 张锐, 渠晖, 翟春红, 王满意. 高校实验室气体实时监测系统的开发与应用研究 [J]. 实验技术与管理, 2021, 38 (06): 269-272.
- [3] 刘辉席, 杨祯, 朱珠, 刘守印. 基于 LoRa 物联网技术的实验室安全监测系统的设计与实现 [J]. 实验技术与管理, 2019, 36 (07): 243-247.
- [4] 赵立新. 基于无线网络的智能灌溉控制系统设计与实现 [J]. 佛山科学技术学院学报(自然科学版), 2019, 37 (02): 54-57.
- [5] 宿筱, 聂兵, 钱卫钧. 基于 ZigBee 和 GPRS 的轴承温度监测系统设计 [J]. 数字技术与应用, 2022, 40 (10):

200-202+227.

- [6] 肖雨, 朱黎, 谭建军等. 基于 CC2530 的远程可调直流稳压电源设计 [J]. 现代电子技术, 2022, 45 (18): 111-116.
- [7] 管嘉诚, 李晓烽, 黄志芳等. 基于 ESP8266 与机智云的物联网智能家居 [J]. 物联网技术, 2023, 13 (03): 140-142.
- [8] 祝朝坤, 王显然. 基于树莓派与 ESP8266 的温室环境智能监控系统的设计与实现 [J]. 电子产品世界, 2023, 30 (01): 40-43+90.
- [9] 潘学文. 基于 STM32 的家庭温湿度远程控制系统的应用 [J]. 现代工业经济和信息化, 2021, 11 (10): 83-84.
- [10] 李志伟, 东伟, 黄双成. 基于 DHT11 的农业大棚温湿度监控系统设计 [J]. 工业仪表与自动化装置, 2021, No. 277 (01): 39-43.
- [11] Sohibun, I D, G R H, et al. [J]. Journal of Physics: Conference Series, 2021, 2049 (1).
- [12] 刘丽, 杨洁霞, 刘辉. 高校校园火灾监测系统设计——基于无线传感器网络 [J]. 西昌学院学报(自然科学版), 2019, 33 (03): 56-59.
- [13] 卓吉高, 潘嘉, 张长浩. 基于 ZigBee 通信协议的油气井数据采集系统设计 [J]. 电子设计工程, 2022, 30 (17): 76-80.
- [14] 张萍, 胡应坤. 基于 ZigBee 和 OneNET 云平台的智能农业温控系统 [J]. 物联网技术, 2021, 11 (01): 25-28.

[15] 张心仪, 于洋, 衣程榆等. 基于 OneNET 云平台的多种有害气体监测分析系统 [J]. 电子产品世界, 2023, 30 (01): 56-59.

[16] 吴繁森. 基于 ARM+OneNET 云平台的工厂车间环境监控系统设计 [J]. 物联网技术, 2022, 12 (11): 15-17.

作者简介

曾灿

2000 年生, 硕士生, 研究方向为无线通信.

E-mail: zengcanll@163.com

张丽艳

1974 年生, 副教授, 博士, 研究方向为无线通信、信号与信息处理、嵌入式系统开发.

E-mail: zhangliyan@126.com

陈晓崎

1998 年生, 硕士生, 研究方向为嵌入式系统开发.

E-mail: dlchenxq@qq.com

许慧钢

1996 年生, 硕士生, 研究方向为无线通.

E-mail: 921635926@qq.com

方柳

1999 年生, 硕士生, 研究方向为嵌入式系统开发.

E-mail: 3289413695@qq.com