



# Design of a Real-Time Monitoring System for the Temperature of Nixing Pottery Kilns

Jianzhong Yang<sup>1</sup>, Ximing Yang<sup>2</sup>, Xinggong Zhang<sup>2</sup>, Huirong Chen<sup>3</sup>, Yinwei He<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Electronics and Information Engineering, Beibu Gulf University, Qinzhou, China

<sup>2</sup>School of Mechanical and Marine Engineering, Beibu Gulf University, Qinzhou, China

<sup>3</sup>School of Resource and Environment, Beibu Gulf University, Qinzhou, China

Email: 403122896@qq.com

**How to cite this paper:** Yang, J.Z., Yang, X.M., Zhang, X.G., Chen, H.R. and He, Y.W. (2023) Design of a Real-Time Monitoring System for the Temperature of Nixing Pottery Kilns. *Open Access Library Journal*, **10**: e9869.

<https://doi.org/10.4236/oalib.1109869>

**Received:** February 14, 2023

**Accepted:** April 20, 2023

**Published:** April 23, 2023

Copyright © 2023 by author(s) and Open Access Library 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

## Abstract

Real-time monitoring of temperature is required during the calcination process of Nixing pottery. In order to solve the problem of unattended temperature checking, this thesis focuses on the use of the STC89C52 microcontroller as the core of the hardware, with the DS18B20 temperature sensor for real-time temperature collection, through the mobile phone APP to simulate the real-time monitoring of the pottery kiln temperature, and to make the corresponding historical data line graph. When the collected temperature exceeds the maximum temperature set by the user, the system will generate an alarm signal and a long beep will be generated to alert the user. This design basically realizes the Nixing ceramic kiln monitoring system using sensors and APP, and realizes the functions of remote temperature monitoring, over-temperature alarm, historical temperature analysis, etc., which can realize unattended and real-time monitoring of kiln temperature. The system makes it easy for the user to check the kiln temperature at any time and from anywhere, which is timely and convenient.

## Subject Areas

Automata, Electric Engineering

## Keywords

Nixing Pottery, Kiln Temperature Monitoring, Mobile Phone App, Sensor

## 1. 概述

随着科技的快速发展，科技已经开始慢慢地替换了传统的人力物力，现如今国家已经开始大力倡导发展科技，让科技代替人力。坭兴陶窑炉炼炉时，

温度实时显示在窑炉上,需要人工 24 小时在边上进行值守,非常耗费人工[1]。因此,人们迫切地需要一个基于温度传感器的 APP 来进行远程实时监控温度,从而减少人们大量的劳动时间。如今国内有很多耐高温温度传感器[2],并且进一步连接手机就可以实时地进行温度监控。从温度传感器方面来讲,温度传感器的灵敏程度要比水银的灵敏程度高 100 倍,从而有效精确地测量温度。温度传感器的应用范围比较广,工业控制、天气预报、农业大棚、医学温度等等[3]。目前,从硬件角度来看,51 单片机具有材料轻便、价格便宜、购买便捷等优点。同时它的操作也十分简单,只需要开机,连接温度传感器,并配置液晶显示器,就可以实现温度显示。从 APP 角度来看,它是目前国内外最方便的程序之一,只需要一部手机就可以接收到所有想要的的数据,方便快捷,就不需要亲自到窑炉或实地进行参观考察。从市场应用范围看,电子体温计是最为广泛的温度测量工具。它具有测量精度高、使用方法简单、购买价格低廉等明显的优点,但同时,水银的大量使用对资源环境造成严重的污染,检测方法不便等缺点。因此,专业研究人员不断研究,开发出全新的电子水印体温计,并迅速得到认可,使温度测量正在向着数字化和智能一体化两个方向发展。温度测量的数字化是一个发达国家和体系经济建设的重要推动力和基础,有利于提高国家社会的战略性、带动性和巨大的成长性。由此可见,基于温度传感器的 APP 窑炉远程监控技术是未来发展趋势,其独特的战略地位和重要性受到了我国乃至世界社会各国的普遍认可和重视,对一个国家的科技进步和国民经济建设达到现代化发展水平起到了非常重要的作用。

## 2. 温度监控系统总体设计

### 2.1. 硬件选择

#### 2.1.1. 温度传感器的选择

目前应用的温度传感器主要有热电阻温度传感器和温度传感器 DS18B20。

热电阻温度传感器:测温原理为电阻会随着温度的变化而变化。特点是测量精度高、测量的范围大、有利于远距离测量,应用较多的材料有铂、铜等。但是,它不适合在强磁环境和强还原性介质中使用,铜电阻虽然价格低,温度系数大,电阻率小,但在腐蚀性介质中使用稳定性差。

DS18B20 温度传感器不仅支持“一线总线”的数字传输方式,方便组建传感器网络。而且具有体积小、接口方便、传输距离远、可直接读出被测温度等优点,由于内含寄生电源,它不需要备份电源和外部元件。这不仅使系统的干扰性好,而且适合于恶劣环境的现场温度测量[4]。

通过对比热电阻温度传感器和温度传感器 DS18B20 的优缺点,因此,温度传感器 DS18B20 更加适合作为本系统的温度传感器。

#### 2.1.2. 微控制器的选择

微控制器型号主要有 AT89C51、AT89S52 和 STC89C52。

AT89C51 [5]: 此微控制器核心为 AT89C51 芯片,只读存储器采用 Flash

ROM，存储空间为 4 KB。其突出特点为可在 3 V 超低压环境使用，可完全兼容 MCS-51 系列单片机。但其不足之处也是十分明显，当其要对程序修改时，需要重新烧入，这不仅操作麻烦而且烧写时需要多次拔插芯片，就会大大缩减芯片的使用寿命。因此 AT89C51 型号微控制处理器开始渐渐淡出人们视野。

AT89S52 [6]：此微控制器核心为 AT89C52 芯片，它与 AT89C51 都采用 Flash ROM 只读存储器，但存储空间有了升级，为 8 KB。皆可在 3 V 超低压环境使用，可完全兼容 MCS-51 系列单片机。与 AT89C51 不同，它在烧录程序时不需要对芯片进行拔插，芯片的使用寿命普遍较长。

STC89C52：此微控制器核心为 STC89C52 芯片，它与 AT89C52 都具有 8 KB 的存储空间。因为其低功耗，高性能的突出特点而受到许多电子工厂的好评，并广泛使用。与 AT89C51，AT89C52 芯片相比，它的强大之处在于具有灵活的 8 位 CPU 和在线编辑功能。因此，本系统采用它作为微控之处理器 [7]。

### 2.1.3. 输出显示设备的选择

目前热门的输出显示设备有数码管和 LCD 液晶显示屏两种。数码管已经逐渐被淘汰，被 LED 显示屏所取代。与数码管相比，LED 液晶显示屏如同画板一样，用户可以根据软件的编程来控制显示内容，而不需要改变硬件电路。外观上 LED 液晶显示屏体积较小，且功耗也很小，所以更受使用者的追捧，因此，使用 LED 液晶显示屏作为输出的显示设备 [8]。

## 2.2. 软件选择

### 2.2.1. APP 框架的选择

目前比较流行的移动 APP 开发框架有以下六种 [9]：网页、混合、渐进、原生、桥接、自绘。前三种体验与 Web 的体验相似，后三种与原生 APP 的体验相似。这六种框架形式，都有自己适用的范围。其中：(1) 网页应用：适用于传统网站 APP 化。(2) 混合应用：适用于小成本应用开发。(3) 渐进应用：适用于高机会成本的场合。(4) 原生应用：适用于大型和高体验要求的应用。(5) 桥接应用：适用于高速迭代的创意类应用。(6) 自绘应用：适用于游戏和有特殊效果的应用。因此，对于移动 APP 开发框架的选择无所谓好坏之分，重要的是适用。本系统选用原生应用框架。

### 2.2.2. 服务器的选择

现如今服务器有很多种，常见的服务器有：java 方式开发的服务器，PHP 开发的服务器，.net 开发的服务器等等 [10]。

Java 开发的服务器 [11]：首先 java 的特性是封装性，正是因为这种封装性，如今网站提供了很多封装的 jar 包，方便开发人员的使用，人员在开发的过程中可以调用 jar 内部的方法，从时间服务器接收 APP 的数据以及从数据库中读取数据。Java 的 SpringMVC 模式是当前主流开发模式，配合 mybitis 连接数据库非常简便。

PHP 开发的服务器 [12]：PHP 属于弱性开发语言，开发模式单一，需要自己写方法，调式 bug 不便捷。服务器的稳定性较 java 的差一些。PHP 的官

方资料较少，对于新人开发难度较大，没办法独立完成服务器的开发。需要专业人员的指点才可以完成。

.net 开发的服务器:.net 配合 APP 的方式较为麻烦,APP 传输数据时,.net 接收的方式需要自己调配。而 java 只需要引入 jar 包就可以解决,这造成了开发的不便利性。同时.net 只能调用 ibits 的,链接数据库方式比 java 链接数据库的方式较弱一些,.net 的开发方式是面向过程的,而 java 是面向对象的,因此 java 的开发方式较为简单。

综上所述,使用 java 的方式开发服务器,可以简单而快捷地完成服务器的搭建,并配合 APP 的数据传输和数据库的数据联调。

### 3. 温度监控系统硬件设计

温度的测量由以下三步完成:

- 1) 信号采集: 温度传感器模块对外界温度进行实时采集并发送到只读存储器中保存下来。
- 2) 信号分析: 单片机会对采集到的温度进行初步分析。假如超过最高温度便会产生一个报警信号。
- 3) 信号处理: 由 LED 液晶显示屏对采集到的温度进行实时的展示,假如接收到报警信号,蜂鸣器便会长鸣并在 LED 显示屏显示一个报警图标。

#### 3.1. 信号采集

温度传感器 DS18B20 [13]主要由 64 位光刻 ROM、温度传感器、温度报警器和配置寄存器四部分组成。GND 管脚代表电源地; DQ 管脚代表数字信号输入/输出端; VDD 管脚代表外接供电电源输入端(在寄生电源接线方式时接地)。如图 1:

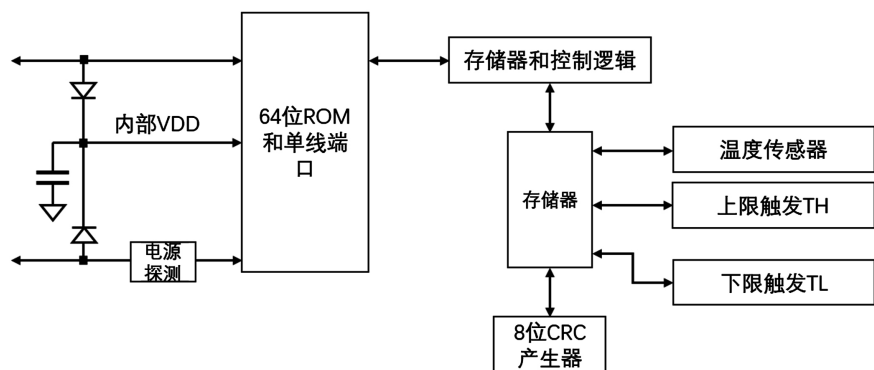


图 1. DS18B20 内部结构

#### 3.2. 信号分析

DS18B20 根据低温度和高温度的振荡频率受温度影响的不同,分别产生对应的脉冲信号发送给计数器 1 和计数器 2。接着计数器 1 进行减法计数,当其减到零时,温度寄存器对应的值将加一。然后计数器重新执行之前操作,当计数器 2 计数到零停止温度寄存器的累加,此时的温度即为所测的外部温

度。如计数时计数器 1 和温度寄存器会对应-55℃有一个基数值，如图 2。STC89C52 系列单片机内部具有 12 时钟/机器周期和 6 时钟/机器周期二者可自由切换，为了满足不同情况下的控制要求，STC89C52 系列单片机内部有两个定时/计数器中断，两个外部中断和一个串行中断。单片机最小系统包括晶体振荡电路、复位电路等等。单片机短小，但是处理数据速度精准快速。其电路图如图 3 所示。

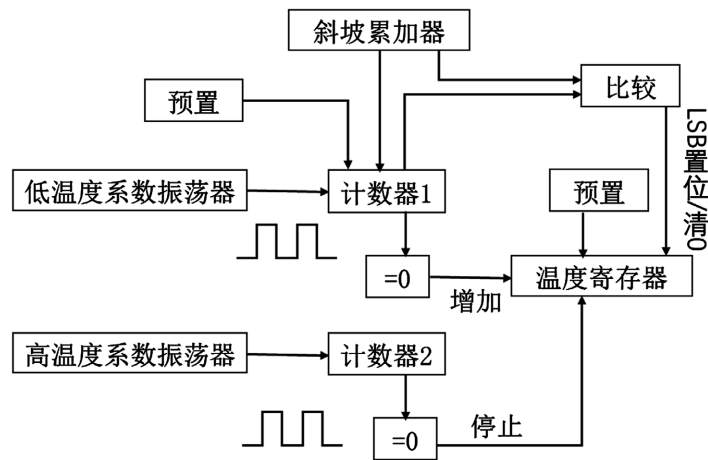


图 2. DS18B20 原理图

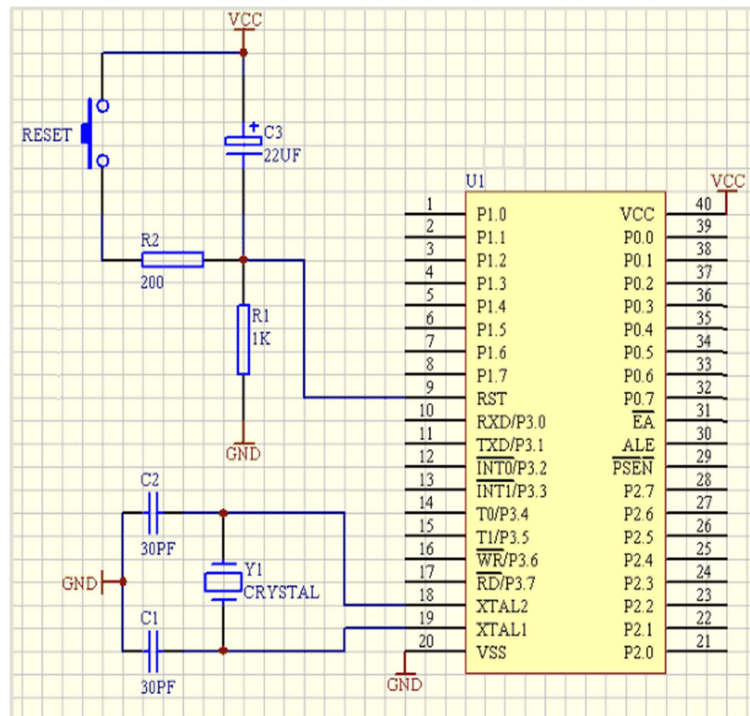


图 3. 单片机最小系统

### 3.3. 信号处理

LED 液晶显示屏作为显示设备，其主要作用是将硬件接收到信息通过显

示屏展示出来，使用者可以实时了解系统的运行状态，并进行实时分析和记录，以便日后出现问题时进行查阅。1602 采用标准的 16 脚接口，如图 4。

1602 采用标准的 16 脚接口[14]，其中：

第 1 脚：VSS 为电源地。

第 2 脚：VDD 接 5 V 电源正极。

第 3 脚：VO 为液晶显示器对比度调整端，接地电源时对比度最高，接正电源时对比度最弱。

第 4 脚：RS 为寄存器选择，高电平 1 代表选择数据寄存器、低电平 0 代表选择指令寄存器。

第 5 脚：RW 为读写信号线，高电平时代表进行读操作，低电平时代表进行写操作。

第 6 脚：E 端为使能端。

第 7~14 脚：D0~D7 为 8 位双向数据端。

第 15~16 脚：空脚或背灯电源。15 脚背光正极，16 脚背光负极。

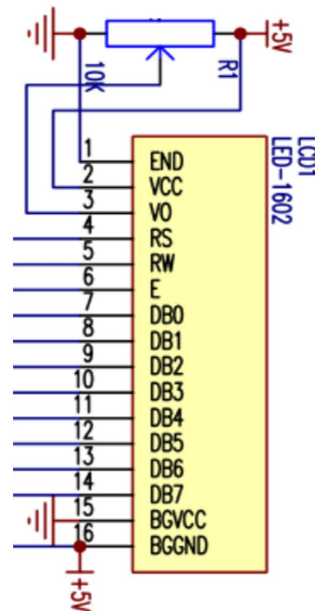


图 4. LED 显示模块

报警模块：APP 的页面可以设置最高温度，可根据实际工作环境设定。当 APP 接收到温度超过报警值的信息时，页面会显示红色圆圈，并根据不同的温度值显示不同的颜色。同时，会有“叮叮”的报警声音，提示温度已经到了最高值。在 51 单片机的液晶显示屏中还有一个小喇叭的提示信息，方便工作人员的观察。当出现报警时，需要人员及时对温度问题进行处理。

## 4. 温度监控系统APP设计

### 4.1. 开发工具介绍

(1) Android Studio：Android 的开发环境，基于 IntelliJ IDEA，因其拥有

可拖拽的 UI 编辑器和大量的代码模板等优点而受到许多 Android 开发者的一致好评。(2) Android SDK: Android Software Development Kit 的一种简称, 用于在 Android 平台上开发移动应用程序的开发工具。其中包含多种工具包。(3) Eclipse: 是一个框架平台, 许多软件开发人员开发自己的 IDE 都是使用 Eclipse 作为框架来开发的。[15]

## 4.2. 服务器设计步骤

(1) 首先创建一个 web 的项目, 命名为 Android。

(2) 引入 Spring、SpringMVC、mybatis 的 jar。目的是为了接收 APP 发送的请求。

(3) 通过 controler 层进行接收 APP 传来请求命令, 其主要方法

```
@RequestMapping("/selectMaxTemp")
```

```
public void selectMaxTemp(HttpServletRequestResponse res)
```

```
{
```

```
    MaxTemp selectMaxTemp = maxTempService.selectMaxTemp();
```

```
    String list = JSON.toJSONString(selectMaxTemp);
```

```
    try {
```

```
        res.getWriter().print(new
```

```
String(list.getBytes(),"iso-8859-1"));
```

```
    } catch (IOException e) {
```

```
        e.printStackTrace();
```

```
    }
```

```
}
```

```
@RequestMapping("/insertMaxTemp")
```

```
public void insertMaxTemp(String wd,HttpServletRequestResponse res){
```

```
    int i = maxTempService.insertMaxTemp(wd);
```

```
    try {
```

```
        res.getWriter().print(i);
```

```
    } catch (IOException e) {
```

```
        e.printStackTrace();
```

```
    }
```

```
}
```

(4)通过 Dao 层进行与数据库的数据传输, 其主要方法是

```
<select id="selectMaxTemp" resultType="com.android.po.MaxTemp">
```

```
    SELECT  maxTemp  from maxtemp ORDER BY id desc limit 1
```

```
</select>
```

## 5. 系统测试

为了确保稳定使用, 需要测试当温度变化时, APP 软件是否会预警, 温度的颜色圈是否会有变化, APP 接收的温度超过最大值的时候会不会有提示

响声。系统测试流程如图 5。系统测试过程：1) USB 一端连接到温度传感器上，另一端链接到自己的电脑 USB 串口中，然后打开温度传感器的开关按钮。实物图如图 6 所示。

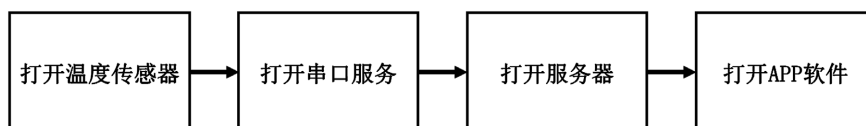


图 5. 系统运行流程

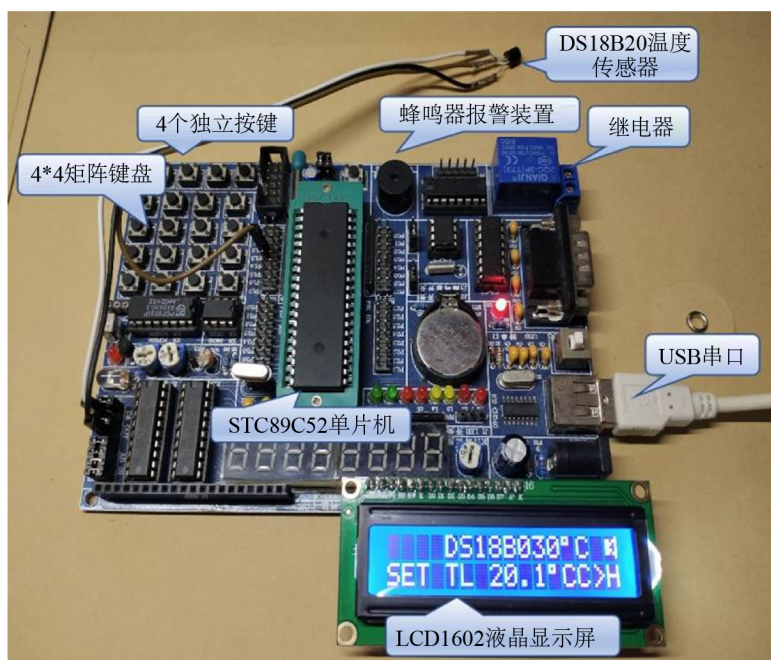


图 6. 硬件实物图

2) 打开串口连接，选择正确波特率，由于 9600 的波特率最为稳定，所以硬件使用的波特率为 9600，接着要找到对应的串口。只有搜索到硬件对应的串口并选择正确波特率时才可接收到数据。串口助手界面如图 7 所示。

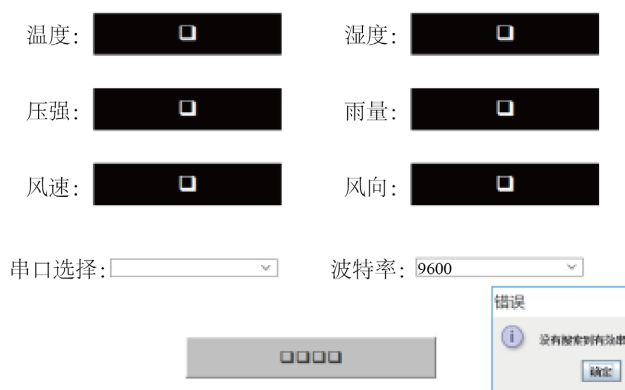


图 7. 串口助手界面



(3) 打开服务器，可以在后台看到硬件传输过来的温度值。此现象代表硬件已经成功把数据传输到了电脑。控制台输出数据如图 8 所示。

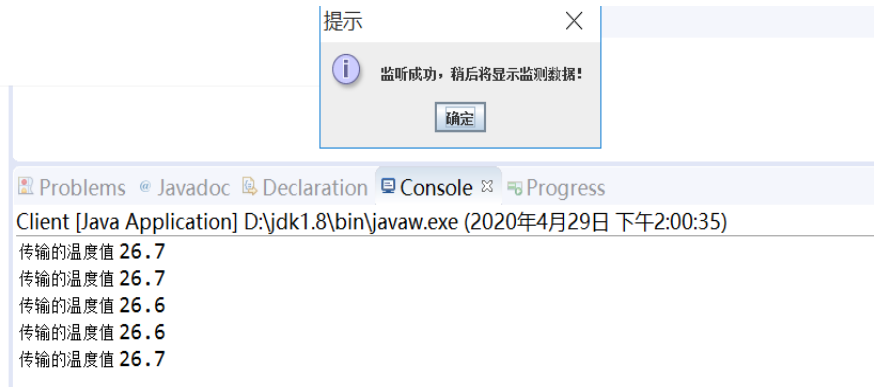


图 8. 控制台输出数据

(4) 温度监控界面如图 9 所示。在该界面中，用户可以设置最高温度。当接收到阿温度超过最高温度时，APP 会产生报警，当前温度的红色圆圈会标红并响起警报。当温度降低到最高温度以下时，警报消失，圆圈恢复默认颜色，如图 10 所示。在当前温度界面中，用户可以点击查看硬件传输过来的实时数据。



图 9. 温度不超过最高温度



图 10. 温度超过最高温度

## 6. 结论

本论文主要讨论采用 STC89C52 单片机为硬件的工作核心, 搭配 DS18B20 温度传感器对坭兴陶窑炉温度进行实时采集和监控的控制。该系统通过手机 APP 实现了温度的远程监控、超温报警和历史温度分析等功能。用户可以实时地采集到每一秒钟的温度, 传感器的传输速度稳定且非常快。在 APP 中设定一个最高温度值, 当温度超过该值时, APP 的温度圆圈会变红并发出“叮叮”声音提示。服务器实时接收串口传输到数据库的信息, 并将数据库记录的温度以折线图的形式传给 APP。经过实验验证, 该系统具有良好的监控测温能力, 能够为用户提供及时、便利的窑炉温度查看。

## 基金项目

钦州市科技开发项目(20190853)。

## Conflicts of Interest

The authors declare no conflicts of interest.

## References

- [1] Yang, J.Z., Chen, H.R. and Li, X.Y. (2022) Intelligent Products' Recommendation System Based on Machine Learning Algorithm Combined with Visual Features Extraction. *International Journal of Biometrics*, **14**, 125-137.

- <https://doi.org/10.1504/IJBM.2022.10044994>
- [2] Xu, F.J., Su, S.J., Zhang, L.L. and Ren, T. (2022) Design and Research of Wireless Passive High-Temperature Sensor Based on SIW Resonance. *Micromachines*, **13**, Article 1035. <https://doi.org/10.3390/mi13071035>
- [3] Hong, Y.P., Jia, P.Y., Guan, X.H., Xiong, J.J., Liu, W.Y., Zhang, H.X. and Li, C. (2021) Wireless Passive High-Temperature Sensor Readout System for Rotational-Speed Measurement. *Journal of Sensors*, **2021**, Article ID: 6656527. <https://doi.org/10.1155/2021/6656527>
- [4] 刘晓洁. 马蹄焰玻璃窑炉自动控制系统设计及优化燃烧控制策略研究[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 青岛科技大学, 2017.
- [5] 许雪燕. 液晶玻璃窑炉温度前馈模糊 PID 控制方法研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 郑州大学, 2017.
- [6] 鞠云鹏. 马蹄焰玻璃窑炉系统关键技术研究[D]: [博士学位论文]. 青岛: 青岛科技大学, 2016.
- [7] 章文康. 远程窑炉温度监测系统的设计与实现[D]: [硕士学位论文]. 上海: 东华大学, 2016.
- [8] 袁耀. 硅酸钠窑炉温度控制系统的设计[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 武汉理工大学, 2015.
- [9] 陈世展, 王茹, 冯志勇, 薛霄, 何强, 林美辰. 一种基于 APP 无缝集成的应用流自动协同框架[J]. *计算机学报*, 2019, 42(12): 2631-2646.
- [10] Singareddy, R.R. (2019) System, Method, and Program Product for Implementing and Co-Locating Java Server Faces Servlet and Sling Server Servlet in a Single Web-server. US20190056930A1.
- [11] Oi, H. (2016) Effectiveness of DFS Tuning on Java Server Workload. *Journal of Circuits, Systems and Computers*, **25**, Article ID: 1640005. <https://doi.org/10.1142/S0218126616400053>
- [12] 赵建华. 基于 PHP 的大学生在线影视系统的设计与实现[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2010.
- [13] Elyounsi, A. and Kalashnikov, A.N. (2021) Evaluating Suitability of a DS18B20 Temperature Sensor for Use in an Accurate Air Temperature Distribution Measurement Network. *Engineering Proceedings*, **10**, Article 56. <https://doi.org/10.3390/ecsa-8-11277>
- [14] 杨聪锬, 杨雪芹, 杨雪辉. 基于 AT89S52+CPLD 综合课程设计实验板的开发[J]. *计算机系统应用*, 2016, 25(8): 233-240. <https://doi.org/10.15888/j.cnki.csa.005297>
- [15] Viswanath, N., Siddharth, K., et al. (2020) STICKAPP Android Application Using Android Studio. *International Journal of Inventive Engineering and Sciences (IJIES)*, **5**, 1-3.

## Appendix (Abstract and Keywords in Chinese)

### 坭兴陶窑炉温度实时监控系统设计

**摘要：**坭兴陶煅烧过程中，需要对温度进行实时监测。为了解决无人值守监测窑炉温度，本论文聚焦于采用 STC89C52 单片机为硬件的工作核心，搭配 DS18B20 温度传感器对温度进行实时采集，通过手机 APP 来模拟对坭兴陶窑炉温度实时地监控，并作出相应的历史数据折线图。当采集到的温度超过用户设定的最高温度时系统将产生一个警报信号，系统将产生长鸣来对用户进行提醒。本设计基本实现了利用传感器结合 APP 的坭兴陶窑炉监控系统，实现了温度的远程监控、超温报警、历史温度分析等功能，能够实现无人值守，实时监控窑炉温度。系统可以方便用户随时随地查看窑炉温度，具有及时性、便利性。

**关键词：**坭兴陶，窑炉温度监控，手机 APP，传感器