

## 燃气锅炉智能化监测系统

本系统基于嵌入式智能控制和物联网技术，集成自制嵌入式智能化采集系统和物联网架构系统，构建一种工业锅炉智能化监测系统，该平台可实现工业锅炉能效监测和安全预警信息的样品预处理、数据智能采集、远程网络传输、云端智能管理和数据共享应用。开展了系统的试点应用，应用结果表明：所构建的系统可实现智能采集和远程监测，为实现工业锅炉远程智能化监测提供一定的技术支撑。

关键词：工业锅炉、智能化监测、物联网、能效、安全

中文图书分类号：

由于我国工业锅炉具有数量大、分布散、监管难等特点，致使工业锅炉的动态监管数据难以连续获取，这给更全面地安全监管和能耗监测造成障碍。基于物联网技术的锅炉远程监测系统提供了可行的解决方案，并得到诸多学者的青睐[1]。现有多数的研究【2-3】采用 PLC 或者集成化的数据采集模块装置及商业组态软件来实现数据的采集和通讯，具有系统集成快、开发周期短等优点。文献【4-5】【】分别采用嵌入式系统和云计算技术构建了工业锅炉远侧检测智能终端，具有兼容扩展性好和现场交互性强的优点。同时，现有研究中物联网技术在锅炉远程监测系统中的应用研究仍然存在智能化程度较低、需要在嵌入系统编程、推广应用难度大的不足。

针对上述问题，本系统基于嵌入式智能控制和物联网技术，集成自制嵌入式智能化采集系统和物联网架构系统，构建一种工业锅炉智能化监测系统，该平台可实现工业锅炉能效监测和安全预警信息的样品预处理、数据智能采集、远程网络传输、云端智能管理和数据共享应用，为实现工业锅炉远程智能化监测提供一定的技术支撑。

### 1.系统架构及原理

工业锅炉智能化监测系统采用自制嵌入式智能化采集系统和物联网架构系统的基本架构，总体架构如图 1 所示，系统由感知层、网络层、管理层和应用层组成。该系统从统一总线入手，所有监测设备全部挂载在 RS485 总线上，采用轮询的方式进行数据通信。自行研发的嵌入式系统主要搭载感知层的总线模块和网络层的 GPRS 模块，具有与 TCP 和现场总线信号的相互转换与透传功能，完成感知层监测设备与管理层云服务器的链接。云服务器端建立多线程的数据收发应用，实现云服务器一对多的采集功能。同时在云服务器端建立数据库与 WEB 应用，对采集到的数据进行分析与拟合，从而得到锅炉能效和预警等信息，并通过 WEB 应用把历史记录及分析结果展示到应用层终端，以构建智能化监测系统。该系统中的嵌入式智能化采集系统可以根据监测对象进行独立扩展，管理及应用层可进行一对多的共享。

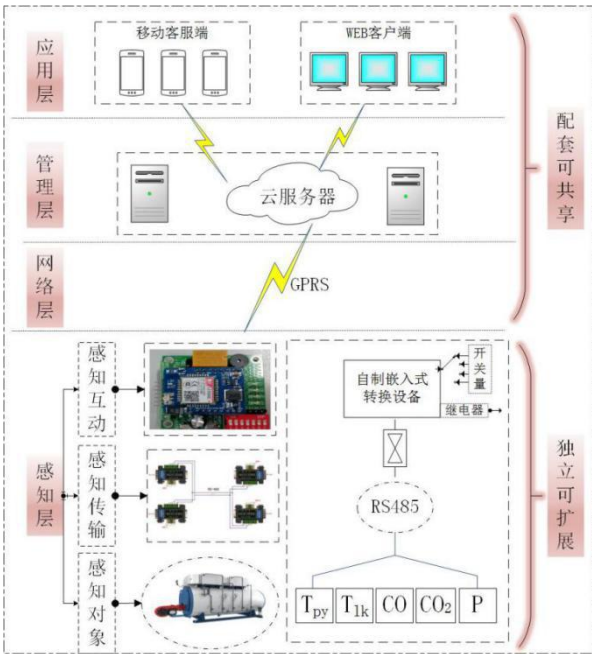


图 1 工业锅炉智能化监测系统架构示意图

2.样品预处理系统

本系统按照 TSG G0003-2010《工业锅炉能效测试与评价规则》中工业锅炉运行状况热效率简单测试的要求，选取锅炉排烟温度、冷空气温度、氧气、一氧化碳和工作压

力等关键指标为监测对象。为了保障测试结果的准确性，提高采集系统的使用寿命，在数据采集集中内置烟气粉尘过滤和烟气冷却装置，以满足烟气中氧气和一氧化碳监测的监测温度。

### 3.嵌入式智能化采集系统

嵌入式智能化采集系统作为连接传感器与云服务器的远程监测设备，其安全性、可靠性与可扩展性至关重要。其技术要求如表 1 所示。

表 1 嵌入式智能化采集系统技术要求

序号	功能要求	性能指标	备注
1	串行通信	1 路 RS485 串行通信通道，具备隔离，防浪涌保护	用于与传感器通讯
2	无线通信	集成 GPRS 无线通信模块，传输稳定性高	与服务器建立通信连接
3	开关信号采集	8 路开关量输入，其中 4 路开漏输入，4 路下拉输入。	通过接入锅炉控制柜内的相关继电器，运行信号，接触器，指示灯等开关信号
4	开关量输出	1 路 AC220V 继电器输出	为扩展保留
5	设备运行指示灯	能够体现设备运行情况，联网状态	
6	存储	保存最近 1000 条传感器回传数据	供远程服务器提取信息
7	实时时钟	集成实时时钟芯片	

该系统根据性能要求由硬件电路，MCU 软件控制系统组成。硬件系统的总体结构与功能模块如图 2 所示。硬件设计主要包括电源模块，RS485 模块，GPRS 通信模块，开关信号采集模块，继电器输出等构成。

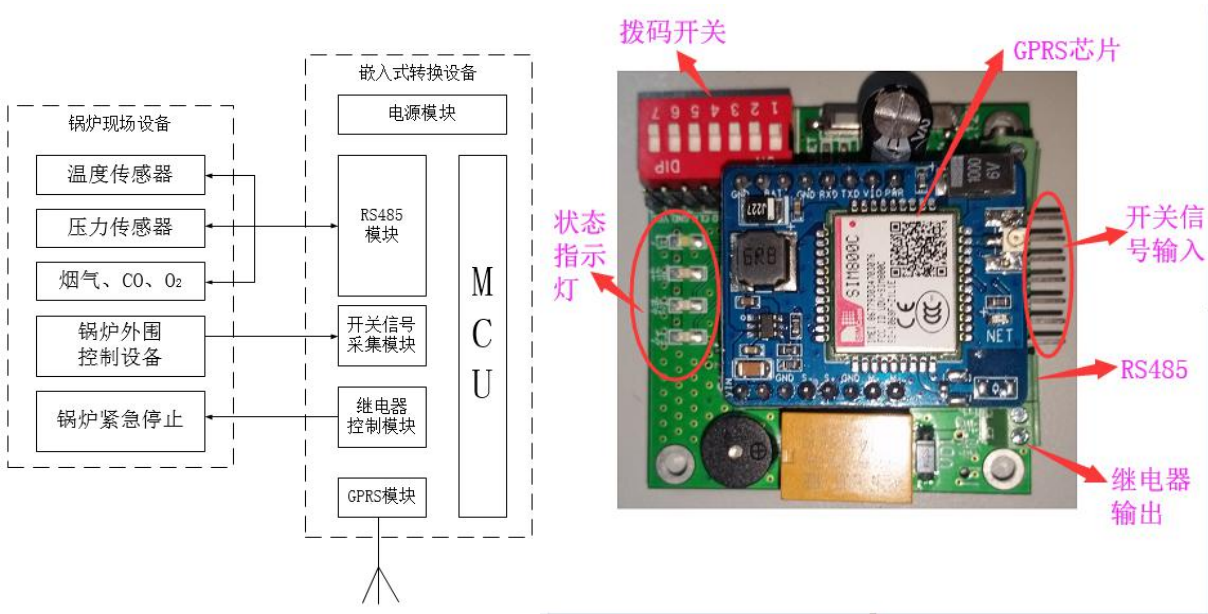


图 2 嵌入式转换设备构造及实物图

外接的传感器包括温度、压力、烟气成分等，具有 RS485 输出接口。MCU 采用具有通用计算，信息处理能力的飞思卡尔 MK22FN128VLH10 的芯片，可在 -40℃-105℃ 的工作范围，并内置丰富外设，满足工业锅炉的监测条件。

开关信号采集模块的设计，是建立在隔离情况下，获取到的开关信号。其采集的开关量，主要是锅炉控制柜内的一些报警及启停等信息。本文采用 TLP176GA 光耦作为信号采集的隔离器件，对开关信号进行采集。

RS485 模块采用 MAX485 芯片，与 MCU 相连接实现串口 TTL 信号转换为差分电平信号。为了保证模块的安全性，需要在其输出端加入浪涌保护，瞬态抑制电路，并配合高速光耦 6N137 作隔离所用。从而保证 RS485 通信具有较强抗干扰能力。

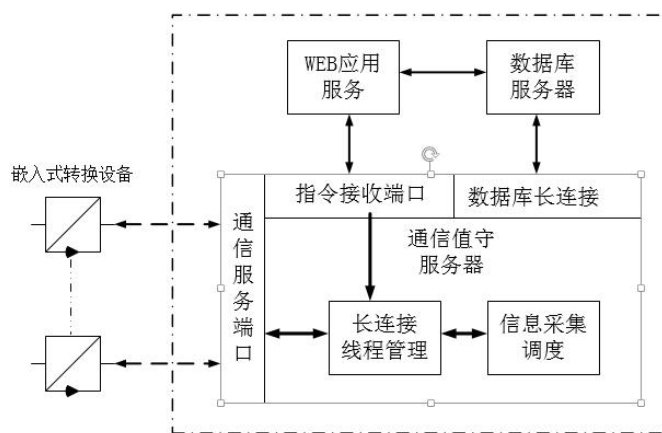
GPRS 模块采用芯讯通公司的 SIM800C 作为无线收发模块的核心芯片。其芯片通过不断的迭代更新，集成标准 AT 指令，它可与 MCU 的普通串口直接通信。

电源模块采用 7V-28V 宽电压输入适配器。因 GPRS 模块在工作时，需要电源具有 4V 以上 2A 的电流输出能力。故电源模块其内部采用 MP1584EN 作为 DC-DC 的 BUCK 转换芯片，并压降至 4.1V，其具备最大 3A 的输出能力，外围电路简单，且效率高。为了给 MCU 供电，可通过 LM1117 实现从 5V 到 3.3V 的转换。

设备加装拨码开关，作为某一设备的地址，在设备与服务器通信时，会附带该地址，以便服务器对设备进行识别。另外设备具备显示工作状态的指示灯，用于现场人员观测其工作、联网状态。

#### 4.云服务器构架以及软件设计

云端服务器内部主要由通信值守服务器，WEB 应用服务器，数据库服务器构成。



他们之间的管理如图 3 所示。

图 3 云服务器构架示意图

在云端首先由通信值守服务器开启一个用于通信服务器的网络端口，嵌入式转换设备通过 GPRS 网络发送 TCP 连接请求到网络端口，建立 TCP 长连接。为了让长连接之间的数据传输相互独立且并行运行。需在值守服务器内编写长连接管理模块，该模块首先监听通信服务端口往来的数据，当有新的连接请求发送到服

务器时，该线程管理模块会为这条连接开启一个新的线程，从而维持住这一长连接，并且根据连接信息对接入端口的 TCP 连接进行鉴权，鉴权完成后，可根据嵌入式设备与其连接时发送的附加地址信息，从而获取到该连接所对应的设备，以供以后的信息采集及交互。如果鉴权失败，则服务器会主动断掉这条 TCP 连接，继续开启监听。另外在该管理模块内还应与所有长连接的设备发送心跳包，用于判断所连接的设备是否在线。

与长连接线程管理模块互通的是信息采集调度模块，该调度模块会首先从数据库调用该连接对应设备的数据采集信息，模块会自动的，周期性的通过循环的方式，向每个长连接发送采集传感器数据的指令，然后去分析该长连接内，设备回传进入通信服务端口的数据。每次采集会以轮询的方式遍历完所有需要采集数据的传感器，通过 TSG G0003-2010《工业锅炉能效测试与评价规则》中相关计算模型，把测得到相关输入代入，则可计算出相关能效参数，并通过该评价模型判断出锅炉的各项报警信息。最后并把采集到的传感器数据及统计计算信息存储到数据库。

另外通信值守服务器另外开启一个接收命令的监听端口，该端口在有连接请求时，首先会判断该连接发送的鉴权信息，通过鉴权后，即可接收控制命令，透过长连接管理模块，控制到对应的设备的继电器。通信值守服务的程序流程图如下图 4 所示。



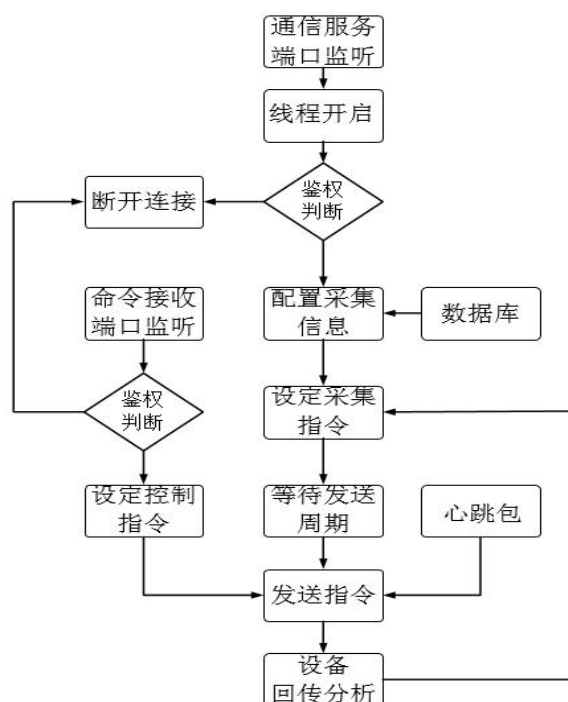


图 4 通信值守服务程序流程图

在 WEB 服务器内通过.NET 和开源的 easyUI 前端框,采用 MVC 架构组建前端,实现 model, view, controller 的三层架构,非常利于前后端程序的分离开发。另外在 MVC 的基础下,利用 webApi 开发与前端 APP 软件的通信接口,可在前端 APP 实现人员登录,锅炉信息查看,设备搜索,统计报表曲线等功能。

#### 4.试点应用

本系统研制的锅炉监测系统,在重庆开展试点应用,分别监测对象为 3 台天然气锅炉。针对天然气锅炉的特性,采用外加传感器的的方式,获取锅炉的压力、排烟温度、排烟氧含量、一氧化碳含量和冷空气温度,另外从控制柜引入风机的开关信号、水位 LED 报警信息、故障 LED 报警信息、点火信息、压力报警信息等开关量,并把燃气进气阀开关引入自制转发设备继电器。最终在锅炉前加装了一个控制柜以存放我们的设备。

经过调试运行，该套监测设备正常运行，并与云服务器正常连接，传输有效数据，达到监测目的。截止 2018 年 4 月，该套试点的设备已成功运行 7 个月，运行效果良好。

## 5.结语

本系统基于嵌入式智能控制和物联网技术，集成自制嵌入式智能化采集系统和物联网架构系统，构建一种工业锅炉智能化监测系统，该平台可实现工业锅炉能效监测和安全预警信息的样品预处理、数据智能采集、远程网络传输、云端智能管理和数据共享应用。开展了系统的试点应用，应用结果表明：所构建的系统可实现智能采集和远程监测，该系统具有通用性好、集成度高、智能化的特点，其为实现工业锅炉远程智能化监测提供一定的技术支撑。

