

# 智能监测—新能源汽车充电装置智能监测系统研究

罗海龙 李雕\* 姬宏 杜盛春 马轩

银川能源学院

DOI:10.32629/etd.v7i2.18972

**[摘要]** 本文研究设计了一种新能源汽车充电装置智能监测系统。该系统整合传感检测、无线通信、数据存储等技术,构建感知层-控制层-通信层-应用层分层架构。通过仿真调试验证系统功能,实现充电参数实时监测、异常预警保护、定时充电控制及历史数据追溯。仿真结果表明,系统可精准捕捉温度、电压等参数变化,快速响应异常情况,提升充电安全性与可靠性。该系统为充电基础设施智能化升级提供了可行方案,对推动新能源汽车产业可持续发展具有重要意义。

**[关键词]** 新能源汽车; 充电装置; 智能监测; 安全防护

中图分类号: TU241.91 文献标识码: A

## Intelligent Monitoring – Research on Intelligent Monitoring System for New Energy Vehicle Charging Devices

Hailong Luo Diao Li\* Hong Ji Shengchun Du Xuan Ma

Yinchuan University of Energy, Yinchuan

**[Abstract]** This paper studies and designs an intelligent monitoring system for the charging devices of new energy vehicles. This system integrates technologies such as sensor detection, wireless communication, and data storage, and builds a hierarchical architecture of perception layer – control layer – communication layer – application layer. The system functions are verified through simulation debugging to achieve real-time monitoring of charging parameters, abnormal early warning protection, timed charging control and historical data traceability. The simulation results show that the system can accurately capture changes in parameters such as temperature and voltage, respond quickly to abnormal situations, and enhance the safety and reliability of charging. This system provides a feasible solution for the intelligent upgrade of charging infrastructure and is of great significance for promoting the sustainable development of the new energy vehicle industry.

**[Key words]** New energy vehicles Charging device; Intelligent monitoring Safety protection

### 引言

随着充电场景的多样化与充电需求的激增,充电过程中的安全问题日益凸显。现有监测系统普遍存在智能化程度低、数据处理能力弱、远程交互不便捷等问题,无法实现充电过程的精细化管控与全生命周期数据追溯,制约了充电基础设施服务质量的提升。本研究通过对系统各功能模块的协同设计与技术优化,丰富了充电装置智能监测的理论体系,为多技术融合在充电安全领域的应用提供了新的思路与方法。

### 1 系统总体设计

#### 1.1 总体架构设计

本研究设计的新能源汽车充电装置智能监测系统采用分层架构设计,自上而下分为感知层、控制层、通信层、应用层四个核心层次。

感知层: 作为数据采集终端,由温度、电压、电流传感器组

成,将物理信号转换为电信号,为后续处理提供数据支撑,重点提升采集精准度与实时性;控制层:以微控制器为核心,接收感知层数据并分析处理,判断充电状态,异常时触发断电、报警等响应,执行充电启停、定时控制等功能,重点提升数据处理速度与指令执行可靠性;通信层:采用Wi-Fi技术实现各层次与外部终端的数据传输,搭建远程管控通信桥梁,重点保障传输稳定性、实时性与安全性;应用层:包括本地显示与远程终端,本地显示实时展示参数与状态,远程终端支持手机APP或小程序查询、控制与数据追溯,重点优化交互体验。

#### 1.2 核心技术选型

##### 1.2.1 微控制器选型

选用STM32系列微控制器作为核心,其32位处理器具备强大运算与数据处理能力,可高效处理多维度监测数据与复杂逻辑;集成UART、SPI、I2C等接口,便于与外设连接,降低硬件设计复

杂度;且低功耗、高稳定、抗干扰强,适应充电装置复杂环境,相较于8位单片机,在存储、性能、外设资源上优势显著,满足智能化需求。

### 1.2.2 传感检测技术选型

温度检测:选用DS18B20数字传感器,测量范围广、精度高、响应快,单总线通信接线简单,抗干扰强,适应充电装置温度环境;电压与电流检测:选用高精度模拟传感器,经信号调理电路转换为标准信号,具备高测量精度与线性度,实时捕捉电气参数动态变化,为异常检测提供数据支持。温度检测模块原理图中,VDD电源正极(3.3V或5V);I/O:数据输入/输出引脚(单总线通信);GND:电源接地。使用了一个10K $\Omega$ 的电阻作为上拉电阻,连接到微控制器的P20引脚,DS18B20的数据线(I/O)通过上拉电阻连接到MCU的P20引脚。上拉电阻确保总线在空闲时间保持高电平。

### 1.2.3 无线通信技术选型

采用ESP8266-Wi-Fi模块,集成TCP/IP协议栈,支持标准无线网络协议,可快速接入网络,实现与云端及终端的高速传输;功耗低、体积小、成本低、稳定性高,便于集成;支持串口通信,与STM32兼容性好,可双向传输数据,且支持二维码配网,操作便捷。

### 1.2.4 存储技术选型

选用AT24C02 E2PROM存储芯片,低功耗、存储稳定,擦写次数多,可长期存储充电时间、用电量等数据;采用I2C总线,接线简单,占用I/O资源少,工作电压范围宽,适应供电环境,为数据追溯提供支持。

### 1.2.5 显示技术选型

选用OLED显示屏,自发光、对比度高、响应快、功耗低、体积小,支持文字、数字与图形显示,视角宽,与STM32接口兼容,驱动简单,相较于数码管与液晶屏,显示效果与安装灵活性更优,满足本地显示需求。

## 2 关键模块设计

### 2.1 主控模块设计

主控模块以STM32微控制器为核心,构建包含电源电路、时钟电路、复位电路的最小系统,为核心器件稳定运行提供基础保障。电源电路作为能量供给单元,采用5V开关电源直接供电,经稳压电路转换为微控制器所需的3.3V电压,集成滤波电容有效滤除电源噪声与谐波,降低电压波动影响,保障供电稳定可靠。时钟电路为微控制器提供精准时钟信号,决定运算速度与指令执行周期,设计核心在于确保时钟信号稳定准确,避免漂移导致系统功能异常。复位电路支持上电复位与手动复位,系统故障时可快速恢复正常工作,设计简洁可靠,有效提升系统容错能力。软件设计采用模块化编程思想,将系统功能划分为数据采集、数据处理、控制逻辑、通信交互、显示驱动等模块,通过函数调用实现协同工作,保障系统连续稳定运行。

### 2.2 感知模块设计

感知模块作为数据采集核心,实时捕捉充电过程中温度、电

压、电流等关键参数,为安全监测与智能控制提供数据支撑。温度检测模块采用DS18B20数字传感器,通过单总线与微控制器连接,采用寄生电源方式简化接线、降低功耗。电压与电流检测模块选用高精度模拟传感器,通过串并联方式接入充电回路,采集的模拟信号经调理电路放大、滤波后,转换为微控制器ADC模块可识别的标准信号,经模数转换得到数字化参数,核心设计在于提升信号调理电路的精度与抗干扰性,确保数据真实反映充电回路电气状态,为过压、欠压、过流等异常检测提供支持。软件部分包含传感器驱动程序与数据采集程序:驱动程序解析通信协议,保障传感器正常输出数据;采集程序按预设周期采集数据,经滤波、校准预处理去除噪声,通过数据缓冲区存储,为后续分析处理提供可靠支撑。

### 2.3 通信模块设计

通信模块以ESP8266 Wi-Fi模块为核心,实现系统与移动终端的无线数据传输,搭建远程管控通信桥梁,模块通过串口与微控制器连接,采用AT指令完成通信配置与数据交互。

硬件设计包括供电、串口通信与天线电路:供电电路提供稳定的3.3V电压,保障模块正常运行;串口通信电路设计电平转换模块,保障通信电平匹配与传输稳定;天线电路采用板载或外置天线,增强无线信号传输能力,扩大通信覆盖范围。软件设计涵盖模块初始化、网络配置、数据传输功能:初始化阶段通过AT指令配置模块工作模式、波特率、Wi-Fi连接参数;网络配置支持手机扫描显示屏配网二维码,输入网络名称与密码完成接入,成功后模块获取IP地址,建立与云端或移动终端的连接;为保障数据安全完整,系统采用数据校验与加密传输机制,添加校验码验证数据完整性,通过加密算法保护敏感数据,防止在传输过程中被窃取或篡改。

### 2.4 存储模块设计

存储模块采用AT24C02 E2PROM存储芯片,实现充电数据长期存储与追溯,芯片通过I2C总线与微控制器连接,通信协议简单,占用I/O资源少,便于硬件集成。硬件设计包括供电、I2C通信与保护电路:供电电路支持1.8V~5.5V宽电压,适配系统供电环境;I2C通信电路通过SDA与SCL引脚实现双向传输,设计上拉电阻确保总线空闲时为高电平,提升通信稳定性与抗干扰性;保护电路集成滤波电容,滤除电源噪声,避免芯片受电压冲击损坏。

软件设计包含I2C总线驱动程序与数据存储/读取程序:驱动程序解析通信协议,生成并检测起始信号、停止信号、数据传输、应答信号等,保障通信正常;存储程序按预设地址与格式,将充电时间、用电量、异常记录、系统配置参数等写入芯片,采用数据备份与校验机制防止丢失或损坏;读取程序根据用户指令或系统需求,读取指定地址数据并解析后通过显示或通信模块输出。存储内容涵盖历史充电记录、异常事件记录、系统配置参数,为用户提供充电完整记录,为设备运维与故障排查提供数据支持。

### 2.5 显示与交互模块设计

显示与交互模块作为系统与用户的交互桥梁,负责充电信息展示与指令接收,包含OLED显示模块与按键交互模块。OLED显示模块采用0.96寸显示屏,通过I2C总线与微控制器连接实现数据输出,显示屏供电3.3V,与微控制器电压匹配,无需额外电平转换,简化硬件设计。软件设计包括显示驱动程序与界面刷新程序:驱动程序解析通信协议,控制显示时序与内容;界面刷新程序按预设布局,实时更新充电参数、状态、定时设置、异常提示等信息。显示界面采用分层设计,包括主界面、参数设置界面、历史数据查询界面、异常提示界面。按键交互模块采用独立按键设计,包含切换键、确认键、加减键等功能按键,通过GPIO引脚与微控制器连接,电路集成去抖电容,避免按键抖动误触发。软件设计包括按键扫描程序与功能处理程序:扫描程序按预设周期检测按键状态,识别按键类型;处理程序根据按键类型执行界面切换、参数调整、指令确认、充电启停等操作。模块设计遵循简洁直观、操作便捷原则,显示界面布局合理、关键信息突出,按键逻辑易懂,支持一键返回、快捷设置,同时兼容本地与远程操作,满足不同场景使用需求。

## 2.6 主程序流程设计

在系统的主流程图main.c中,先写入其他.c的头文件,接着定义用到的全局变量和用到的函数,然后就进入到主函数中。初始化完成后依次调用按键函数、监测函数、显示函数、处理函数和WIFI函数,实现功能闭环。

## 3 仿真调试

### 3.1 仿真总体设计

仿真设计以系统硬件架构为基础,构建包含STM32单片机、OLED显示屏、AT24C02存储模块、独立按键、DS18B20温度传感器、DS1302时钟模块、蜂鸣器、继电器及串口虚拟终端(模拟Wi-Fi模块)的完整仿真环境(见图1)。时钟模块用于获取实时时间(仿真环境无Wi-Fi网络),串口虚拟终端实现数据交互模拟,其余模块与实际硬件功能一致,确保仿真结果能真实反映系统运行状态。

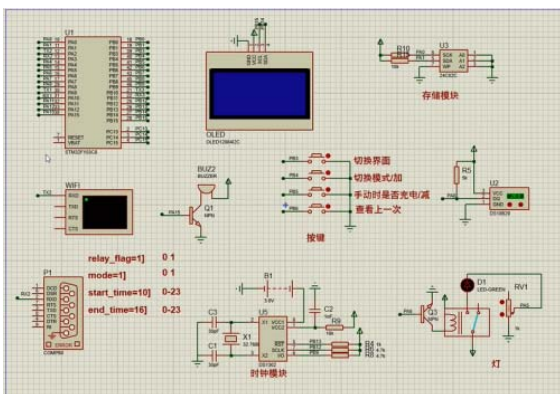


图1 仿真设计总图

### 3.2 设置定时时间仿真测试

仿真中,按下切换键进入定时设置界面,通过加减键调整充电开始与结束时间,界面实时刷新参数。同时支持模拟手机远程设置,指令经串口虚拟终端传输至主控模块,系统自动同步定时参数并存储。测试结果显示,定时时间设置范围为0-23时,调整步长1小时,参数存储稳定,无漂移现象,满足个性化充电需求。

### 3.3 自动充电仿真测试

在自动模式下,系统通过时钟模块获取当前时间,与预设定时区间比对。当当前时间处于设定范围内时,主控模块输出控制信号,驱动继电器闭合启动充电,OLED显示屏显示“充电中”状态,温度、电压参数实时更新。若检测到温度超阈值(预设60℃)或电压异常(超240V),系统立即切断继电器,蜂鸣器报警提示。仿真验证了自动充电与异常保护功能的可靠性。

### 3.4 查看数据仿真测试

充电结束后,系统自动将充电开始时间、结束时间、用电量等数据写入AT24C02存储芯片。按下查看键或通过远程指令,可调用存储数据并在OLED屏或虚拟终端展示。仿真结果表明,数据存储完整,查询响应时间小于1秒,可准确追溯历史充电记录与异常事件,为运维管理提供数据支撑。

## 4 结论

本研究针对新能源汽车充电过程中的安全隐患与现有监测系统的不足,设计了一种新能源汽车充电装置智能监测系统。该系统有效解决了传统充电装置安全防护不足、智能化低等问题,提升了充电安全性与运维效率,且硬件成本可控、兼容性强,为新能源汽车充电基础设施智能化升级提供更有力的支撑。

备注:本文系宁夏回族自治区大学生创新创业训练项目,项目编号:202513820021。

### [项目名称]

智能监测—新能源汽车充电装置智能监测系统研究。

### [参考文献]

- [1]邵媛,王强,张勇.电动汽车公用充电桩计量性能在线监测技术研究[J].计量学报,2024,45(2):289-296.
- [2]李振,侯宁,张莉.新能源汽车充电设施计量保障体系构建与实践[J].中国计量,2023,(8):78-82.
- [3]王玉.新能源汽车充电设施建设及运营的节能措施分析[J].通讯世界,2024,31(10):142-144.

### 作者简介:

罗海龙(2001--),男,汉族,宁夏固原人,本科,主要研究方向为新能源汽车工程方面。

### \*通讯作者:

李雕(1995--),男,汉族,甘肃平凉人,硕士,助教,主要研究方向为机械工程及自动化及汽车电器控制方面;通讯邮箱:lidiao698@163.com。