 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i8.7018

Design of Urban Smart Charging Station Control System Based on IoT Platform

Gaogang Rao

Guangdong Telecom Planning and Design Institute Co., Ltd., Guangzhou,Guangdong, 510630, China

Abstract

In order to meet the charging needs of urban electric vehicles and solve the functional defects of traditional AC charging piles, a smart charging pile control system for cities is designed based on the Internet of Things platform. Firstly, elaborate on the overall design of the urban smart charging pile control system, analyze the system's structural framework and functions, and conduct detailed design based on hardware and software aspects. In terms of hardware, the main focus is on determining the microcontroller unit and designing the circuits for key hardware. In terms of software, the overall control process and important module programs are introduced in sequence. Finally, testing was conducted on the system functions, and the results showed that the system functions met the design requirements, verifying the feasibility of building a smart charging pile control system based on the Internet of Things platform.

Keywords

Internet of Things; Smart charging station; System design; functional testing

基于物联网平台的城市智慧充电桩控制系统设计

饶高钢

广东省电信规划设计院有限公司，中国 · 广东 广州 510630

摘　要

为满足城市电动汽车的充电需求，解决传统交流充电桩的功能缺陷，以物联网平台为基础，设计城市智慧充电桩控制系统。首先阐述城市智慧充电桩控制系统的总体设计，分析系统的结构框架及功能，并立足硬件、软件两个方面进行详细设计。硬件方面，主要确定微控制单元并设计关键硬件的电路，软件方面，依次介绍总体控制流程及重要模块程序。最后针对系统功能展开测试，结果表明，系统功能符合设计要求，验证了以物联网平台为基础构建智慧充电桩控制系统的可行性。

关键词

物联网；智慧充电桩；系统设计；功能测试

1 引言

建设智能化、功能多元化基础设施是智慧城市建设的重点。在城市电动汽车饱有量逐步提升的背景下，智慧充电桩建设需求逐步诞生。然而传统交流充电桩具有功能少、利用率不高、土地占用面积大等问题，与智慧城市建设的节约性、便捷性要求并不相符。同时，传统充电桩还存在布线成本高昂、覆盖面积过窄等问题[1]。为此，需要打造集照明与充电功能于一体的智慧充电桩控制系统，依托物联网平台实现一体化管理，从而达到节约照明能耗、降低城市基础设施维护管理成本的目的。

【作者简介】饶高钢（1976–），男，汉，广东广州人，硕士，高级工程师，从事ICT规划设计、系统集成、系统咨询研究。

2 基于物联网平台的城市智慧充电桩控制系统总体设计

2.1 系统结构框架

智慧充电桩控制系统由智慧充电桩主控系统、通讯模块主控系统两部分结构组成，前者主要用于提供各种不同的数据通讯接口，包括噪声传感器接口、云端远程监控接口、用户配置接口等。而后者则负责控制交流充电模块、照明模块、温度传感器及红外感测器等。两个主控系统采用不同芯片，具备不同功能，以提升模块移植的便利性，降低软件开发总体周期。智慧充电桩控制系统结构图详见图 1 所示。

2.2 结构功能分析

本控制系统输出功率为 7KW，220V 工频交流电连接到电网上，利用交流接触器控制高压供电回路的开启与闭合；主控系统的 I/O 口负责输出高电平与低电平，经由 12V 驱动芯片，控制继电器的通断，然后由 12V 继电器负责交流接触器驱动线圈回路的开合，进而达到大功率控制目标；

安装于充电桩主控系统 PCB 板上的电压或电流互感器负责采集充电电压及电流数据，工频电流与交流充电枪之间设置交流接触器、智能电表，且主控系统上还设置了 RS-485 接口，用于实现智能电能表通讯；智慧充电桩输出的是双极性 PWM 信号，功率为 ±12V，以支持充电桩控制导引功能，根据 PWM 信号峰值可判断充电桩工作状态有无异常；充电指示灯有红、黄、绿三种颜色，分别表示故障、充电、电源开启，还设置了四脚急停开关，用于紧急状态下切断高压电源；红外感测器、温度传感器、噪声传感器则主要用于收集光照、温度及噪声数据，前两者的输出电压上限值均为 5V，后者采用 TTL 电平形式经由通讯主控系统提供的串口向系统传送数据；智慧充电桩设置两组功率上限为 50W 的 LED 灯，用于实现照明功能，以红外感测器获取的环境光照数据为依据，利用继电器控制 LED 灯启闭，并根据光照情况调整亮度。

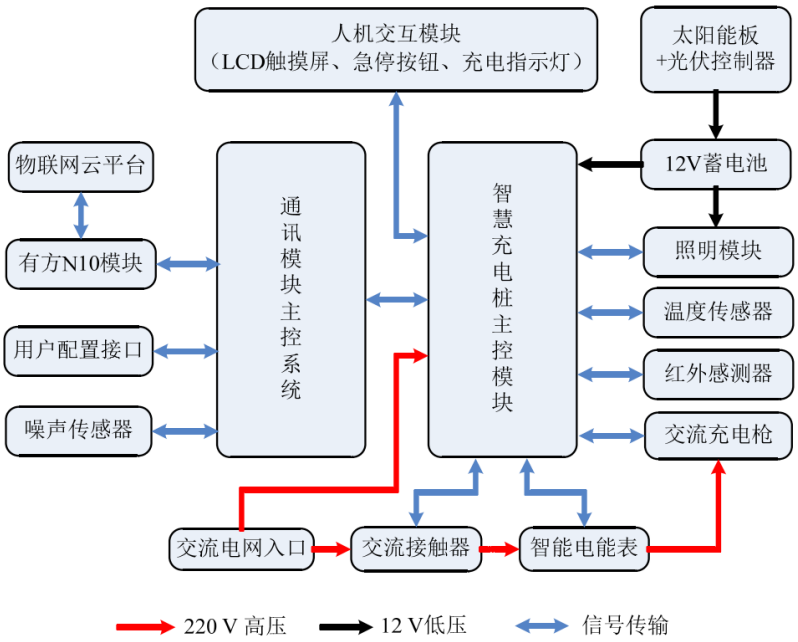


图 1 智慧充电桩控制系统结构示意图

3 基于物联网平台的城市智慧充电桩控制系统硬件设计

3.1 微控制单元选型

作为智慧充电桩控制系统的关键结构，微控制单元是接口提供、外部通信的主体，根据实际需求，本文采用汽车级飞思卡尔单片机作为主控单元，型号为 MC9S08DZ60。此单片机具有 8 位 HCS08 中央处理器、60KFlash 存储器，具备读取、编程、擦除三项功能，在线可编程内存及随机存储内存分别是 2K 与 4K。内置闭环控制皮尔斯振荡器，具有 24 通道 ADC 与 12 位分辨率，转换时间为 2.5us，可以自动完成数据对比分析。安装了两个模拟比较器，可与内部参考电压源进行对比 [2]。应用了 CAN 协议，有 2 个 SCI，采用 8 位模数计数器。共有 64 个引脚的，主要应用在模拟转换器、串行通信接口、模拟比较器等模块上。

3.2 关键电路设计

3.2.1 电源电路设计

电源模块包含高压、低压两个充电模块，前者由电网输送 220v 工频交流电，而后者则以 12V 蓄电池作为供电结构。继电器控制蓄电池输出端正极的连通与闭合，输出端一般处于闭合状态，此时蓄电池可正常供电。蓄电池电路的继电器采用具有 5V 电压的线圈，利用 NPN 型三极管控制继电器动作。电网供电模式下，单片机进入高电平输出状态，导通三极管后，蓄电池输出端会向悬空状态转换，此时可切断蓄电池供电电路。若继电器线圈端口无电压输入，下拉电阻控制三极管保持静止，并利用安装的续流二极管抑制线圈上生成的感生电压，以防止三极管被击穿。在 PCB 板调试过程中，可利用发光二极管显示电源状态。

3.2.2 控制导引电路设计

控制导引模块负责连接确认以及充电控制导引。本文所设计智慧充电桩，利用附带车辆插头、供电插头的独立活动电缆组件连接电动汽车及交流电网，因而充电控制导引电路的主要结构应包括供电控制装置、车辆控制装置、交流接触器、电阻与其开关等结构。车辆控制装置利用检测点间电阻值确认充电桩及车辆插头连接情况，并根据检测点 PWM 信号占空比判断充电桩最大供电电流，因而需增设 PWM 功率放大器，用于放大单片机输出信号。PWM 信号放大电路见图 2 所示。

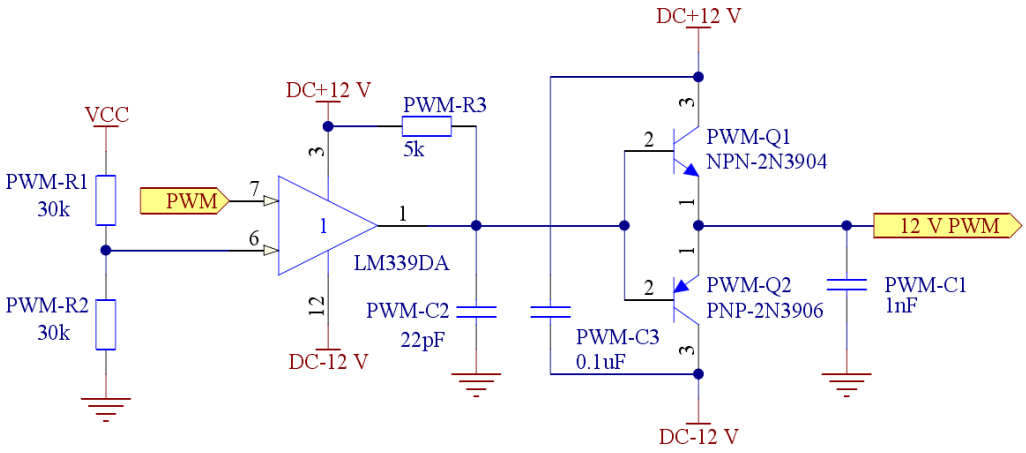


图 2 PWM 信号放大电路

3.2.3 通讯模块电路设计

智慧充电桩通讯模块的主控单元选用 STM32F407ZG 型单片机，其利用串口与主控模块、有方 N10 模块及噪声传感器之间传送通讯信号。该模块设置了 USB 用户接口，可在 PC 端串口助手支持下，对三元组信息进行配置，以识别用户身份，温度传感器、红外感测器采集的环境监测信息采用模拟量输出形式呈现，主控模块利用 ADC 接口快捷完成数据收集任务 [3]。主控模块通过智能电能表收集充电电量数据，利用 RS-485 接口实现充电桩主控模块与通讯主控模块间的通信。通讯模块的 RS-485 通信电路见图 3 所示。

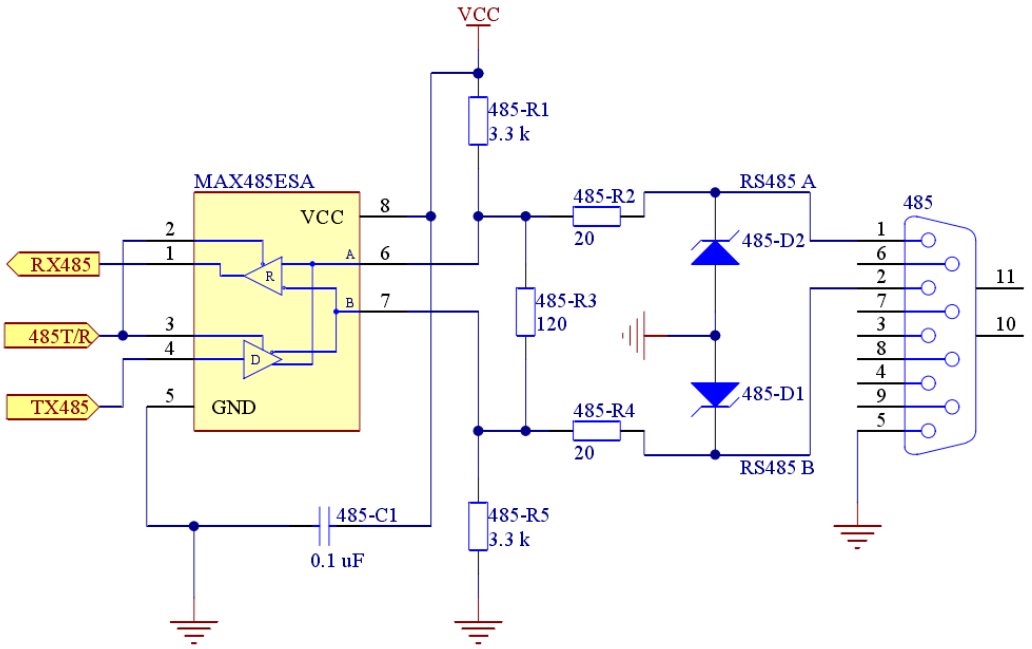


图 3 RS–485 通信电路

4 基于物联网平台的城市智慧充电桩控制系统软件设计

4.1 开发环境

系统软件及应用软件的开发与维护，需要以适合的软件开发环境作为支持，因本文采用飞思卡尔 HCS08 系列单片机作为智慧充电桩的主控系统，所以应选用以 Eclipse 为基础的 CodeWarriorIDE 软件作为开发环境，其具备管理项目、编写 / 编译 / 调试程序等功能，适用于本文选用的 MC9S08DZ60 型单片机。由于通讯模块主控系统所用的单片机为 STM32F407ZG 型，因而对应开发环境应选用 Keil。

4.2 软件程序设计

4.2.1 控制系统总体工作流程设计

系统主程序选用模块化设计形式，由控制导引、通讯、照明几大模块组成。系统通电后，先进行初始化，再检测蓄电池电量，如果电量过少，先切换为电网供电模式再监测环境。而当电池电量较多时，则不换切供电模式，直接执行温度、光照以及噪声数据等环境数据监测任务。根据监测数据结果控制照明装置启闭。此后，控制系统持续分析充电模块

应用状况，充电桩充电时，切换为充电控制模式，若充电完成或充电模块闲置，控制程序会切换至通讯模块，由此模块执行充电、照明、环境监测数据收集、传送、展示任务，并实现远程控制。

4.2.2 控制导引程序设计

控制导引模块的工作由充电准备、正常充电、充电停止三部分构成。本模块采用充电导引控制策略，在充电桩启动后，先初始化与进行自检，若检测发现设备存在故障立即显示，充电桩停止工作。如果设备检测后未发现故障，开始进行充电准备。先检测 CC 信号，确认其电压为 0 后，对检测点电压进行检测，若已由 12V 下降至 9V，供电接口连接完成，此时将 +12V 状态切换成 PWM 状态，若检测点电压继续下降至 6V，将两个继电器全部闭合，开始充电。充电过程中持续检测剩余电流，若电流低于 30mA，采集充电进程，确认充满电后便可结束充电。此时，PMW 切换为 +12V 状态，检测开关断开情况，若 3s 后仍未断开，则强制切换继电器，以中断高压供电回路，此时充电完成 [4]。

4.2.3 通讯模块程序设计

智慧充电桩的主控系统需与智能电能表、LCD 触摸屏、通讯主控系统进行通讯，而通过主控系统则要与噪块传感器、有方 N10 模块、用户配置接口通讯。智能电表利用多功能电表通信协议实现与充电桩控制系统的数据传送，选用的是主、从结构相结合的半双工通信模式，主站与从站分别为智慧充电桩主控系统及智能电能表，由主控系统控制通信的建立与解除。控制系统利用智能电能表获取充电电量，通过发送 4 个前导字节启动电能表，再传送数据帧，校验合格进行数据帧解析。电能表接收到电量信息后形成对应应答帧，传送给主控系统，系统接收且校验无误对充电电量数据进行解析，然后再向 LCD 触摸屏、通讯主控模块传送相关数据。

5 基于物联网平台的城市智慧充电桩控制系统测试

为明确本文所设计的城市智慧充电桩系统的功能效果，采取实验方式进行系统功能测试。实验验证充电桩 CP 线输出 PWM 信号发现，控制系统以 6 至 18V 电压工作时，CP 端可稳定输出 +12V 电压，且双极性 PWM 信号输出相对稳定，与充电桩多供电模式下的工作要求相契合。检测点采样误差未超过 0.5%，且在占空比不同时，均能处于稳定状态，符合充电桩应用要求，可增强控制导引系统的抗干性，并能降低干扰情况下误动作的发生率。另外，智慧充电桩控制系统 LCD 人机交互显示屏、急停功能、照明功能均符合使用要求。

6 结语

本文结合城市电动汽车的功能需求，以物联网平台为基础，构建了集照明、环境检测、人机交互、远程监控等多个功能于一体的智慧充电桩控制系统。在系统总体框架结构及功能分析的基础上，依次阐述了电源模块、控制导引、通讯模块的电路设计方法，并给出了控制系统总体流程、控制导引程序以及通讯程序。功能测试发现，智慧充电桩控制系统的电压输出与信号传送均较为稳定，且采样误差较低，还具备良好的人机交互、急停以及照明功能，可以达到城市智慧充电桩的应用标准。

参考文献

[1] 谈耿,赵雄峰,丁福军,等.基于物联网的智慧充电桩控制系统设计[J].电子技术与软件工程,2023,(2):154-157.

[2] 陈峥.基于CPS的城市智慧能源系统体系架构研究[D].东南大学,2020.

[3] 陈韵含,王婷雯,何松芝,等.一种智慧充电车位控制管理系统的设计与研制[J].科学技术创新, 2020, 000(012):P.113-115.

[4] 章涛.多网融合下的智能充电桩系统设计与实现[D].南京理工大学,2019.