

# A Design Scheme and Realization of Electric Vehicle Charging Pile Centralized Monitoring

Jiaying Zhou<sup>1</sup>, Haohun Chen<sup>1</sup>, Yingying Fang<sup>1</sup>, Liuqing Zhang<sup>1</sup>, Yulin Zhuang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>State Grid Xiamen Power Supply Company, Xiamen Fujian

<sup>2</sup>Great Power Science and Technology Stock Co. Ltd. State Grid Information & Telecommunication Corporation, Xiamen Fujian

Email: 714544672@qq.com

Received: Jun. 5<sup>th</sup>, 2019; accepted: Jun. 20<sup>th</sup>, 2019; published: Jun. 27<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

In order to monitor the electric vehicle charging process and realize the friendly interaction and flexible adjustment between electric vehicle charging load and power grid, a design scheme of charging pile centralized monitoring platform has been proposed in this paper. It includes the platform, systematic framework, key technology and the communication. It can realize the interaction between the data collecting and processing with platform. At present, the platform has been tested within charging pile, and embedded distribution automation system. It shows the correctness and practicability of the charging pile monitor used in the monitoring of electric vehicle charging pile.

## Keywords

Charging Pile Controller, Ordering Charging, Serial Port Communication, Data Collection, Distribution Automation System

---

# 一种电动汽车充电桩集中监控平台的设计与实现

周建英<sup>1</sup>, 陈浩琿<sup>1</sup>, 方颖颖<sup>1</sup>, 张柳菁<sup>1</sup>, 庄玉林<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国家电网厦门市供电公司, 福建 厦门

<sup>2</sup>国网信通亿力科技有限责任公司, 福建 厦门

Email: 714544672@qq.com

收稿日期: 2019年6月5日; 录用日期: 2019年6月20日; 发布日期: 2019年6月27日

**文章引用:** 周建英, 陈浩琿, 方颖颖, 张柳菁, 庄玉林. 一种电动汽车充电桩集中监控平台的设计与实现[J]. 智能电网, 2019, 9(3): 149-156. DOI: 10.12677/sg.2019.93016

## 摘要

为实现对电动汽车充电过程的监控以及大量电动汽车充电负荷与电网的友好互动,从而发挥其灵活调节作用,本文提出一种对充电桩进行集中监控的平台设计方案、构架及关键技术,设计充电桩的监控方案以及与系统之间的通信方案,通过数据的采集处理实现与平台之间的交互。目前该系统已经完成平台和充电桩交互测试,并嵌入配电自动化系统,运行情况表明该集中监控平台应用于大规模电动汽车充电桩监控的正确性和实用性。

## 关键词

充电桩控制器,有序充电,串口通信,数据采集,配电自动化系统

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

面对传统燃油汽车尾气排放造成的污染及其对石油资源的过度消耗所引发的环境与能源问题,电动汽车(electric vehicle, EV)以其良好的环保、节能特性,成为当今国际汽车发展的潮流和热点之一[1]。然而,随之而来的大量电动汽车负荷接入电网所带来的影响逐渐引起了电网运营者和研究人员的关注,文献[2] [3] [4] [5]均表明大规模电动汽车的充电行为会带来系统局部电压下降、变压器过载、负荷峰上加峰等影响。考虑到电动汽车负荷的需求响应特性,文献[6] [7] [8]提出利用电价对电动汽车充电行为进行有序引导,使其能充分发挥弹性负荷的作用,改善负荷形态,提高系统运行的经济性。

由于电动汽车充电负荷的有序控制是建立在电动汽车充电行为监视的基础上,文献[9]介绍了电动汽车充电设施监控的特点,以需求确定功能,提出了系统分层体系架构设计方案,并给出通信组网方式及各层的软件功能实现。文献[10]根据电动汽车充电站的需求,充分考虑未来发展趋势,以 IEC61970/61850 系列标准为技术基础,提出汽车充电站监控系统建模方案,建立电动汽车充电站系统模型、设备信息模型、通信模型,并介绍建模方法,给出了站内智能电子设备(IED)信息集成的实现以及系统方案的应用前景。除了充电站的监视,大量散落在住宅小区、商场、办公区域的充电桩的监视也不可或缺,对其进行监控既是保证动力电池充电安全的需要,也是进一步提高大规模电动汽车有序充电管理的必要条件。

基于以上分析,本文提出一种对充电桩进行集中监控的平台设计,通过充电桩的采集监控器实现充电信息的实时采集,并与平台进行交互,从而为实现大规模电动汽车的有序充电提供支撑。借助所设计的系统平台架构,并将其嵌入到配电自动化系统中,从而实现对电动汽车有序充电的控制,通过现场测试验证了所提出监控平台的合理性。

## 2. 系统构架设计

### 2.1. 总体构架

随着大量电动汽车的涌入,较多的私家车等采用即插即用的充电桩充电模式[11],而充电桩有交流充电桩和直流充电桩 2 类[12],为有效对这类负荷进行控制,有必要对其充电行为进行监控,进一步利用电

价等机制对其进行有效的引导，因此考虑在配电自动化系统中开发嵌入充电桩的集中监控系统，其系统结构如图 1 所示，它适合于大规模电动汽车有序充电的管理。其中设备层负责对车辆信息的采集，控制层负责对车辆信息有序充电控制信息的下发，应用层实现对大量电动汽车有序充电的控制，并与配电自动化系统进行交互。本系统结构以充电桩监控器为基础，通过充电桩对车辆信息的采集，按给定通信方式与电动汽车有序充电控制平台进行交互，上传电动汽车电池的状态等参数，下达充电功率调度命令，该平台是实现大规模电动汽车与配电网互动的基础。



Figure 1. System framework of the charging pile centralized supervisory control  
图 1. 电动汽车充电桩集中监控的平台架构图

## 2.2. 系统接入方案

充电桩有线/无线 GPRS/3G/4G 网络通道，通过移动/公共互联网，采用标准开放的充电设施接入协议将充电桩/群接入小区充电服务平台。充电桩监控器是电动汽车有序充电的重要组成部分，其主要功能是对其充电过程进行实时监控，并按电动汽车有序充电控制平台的要求满足充电需求，并可在突发状况下断开充电。其通信连接方案如图 2 所示。

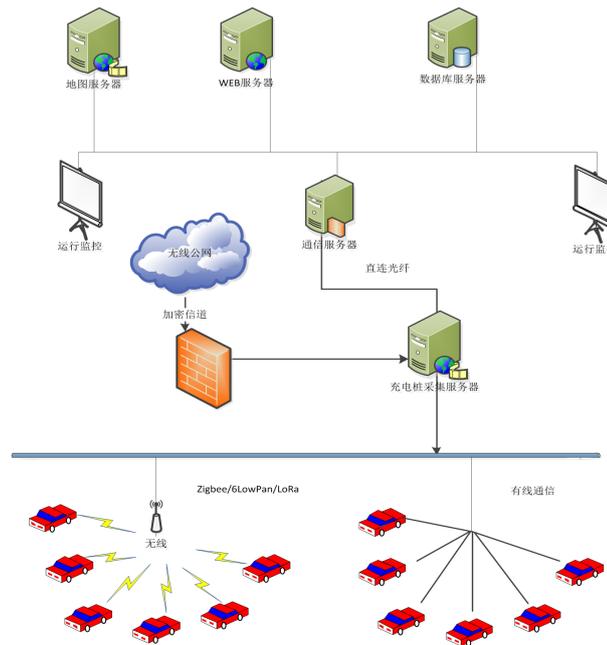


Figure 2. Control structure diagram of the charging pile controller  
图 2. 充电桩集中监控系统的结构图

充电桩采集服务器充当着充电桩和电动汽车有序充电控制平台之间的“媒介”，其主要功能是：

- 1) 与充电桩通讯。实现对电动汽车电池的有序充电控制，依据既定的通信交互方式，上传电动车电池状态等参数、下达充电功率调度命令；
- 2) 与电动汽车有序充电控制平台通讯。实现按既定的充电策略调节充电功率，并尽可能的优化充电控制时间，共同完成车辆的充电功率调节过程，并在突发状况下断开充电；
- 3) 实现对电动汽车充电过程的实时监控与管理，拓展了与 PC 交互、提供稳压供电、事件记录、异常报警、人机交互、预留下载接口以及对告警指示灯按键等功能。

### 3. 关键技术设计

#### 3.1. 电动汽车车辆信息的采集

目前很多充电桩设备内部都集成了对电池状态(BMS)的检测功能，所以只要确定好与充电桩的通讯协议，就可以对相关的数据进行采集。但还有一部分充电桩内部尚不具备该功能，因此设计有充电桩监控器，通过设计硬件电路进行监测，其采集的信息主要为电流和电压。

对采集到的电池组的电压和电流信号，接入专门的电池监测芯片 DS2438，再通过光耦隔离的方式接入 MCU。此外对电池荷电状态的估计可由公式(1)计算：

$$SOC_{end,i} = SOC_{start,i} - \frac{D_i \times W_i}{100S_i} \tag{1}$$

其中， $SOC_{end,i}$  为电动汽车返回时刻的荷电状态、 $SOC_{start,i}$  为初始时刻的荷电状态、 $D_i$  为电动汽车的行驶距离、 $W_i$  为电动汽车的百公里耗电量， $S_i$  为电池容量。

#### 3.2. 电动汽车充电控制信息的下发

充电桩监控器具备向电动汽车下发控制指令的功能：包括启动、停机等设定参数。其通信方式可采用有线或无线通信方式，本文采用 RS485 总线的形式进行硬件连接。它采用平衡发送和差分接收，具有抑制共模干扰的能力，加上总线收发器具有高灵敏度，能检测低至 200 mV 的电压，故传输信号能在千米以外得到恢复。

在软件设计上，为了保证通讯的准确，这里考虑的是 MODBUS 总线协议，采用的是 MODBUS 的 RTU 模式。其协议格式如图 3 所示，本文采用的是 MODBUS 的 RTU 模式[13]，模式如图 4 所示。MODBUS 是一项应用层报文传输协议，此协议定义了一个控制器能认识使用的消息结构，而不管它们是经过何种网络进行通信的。它描述了控制器请求访问其它设备的过程，如何回应来自其它设备的请求，以及怎样侦测错误并记录。

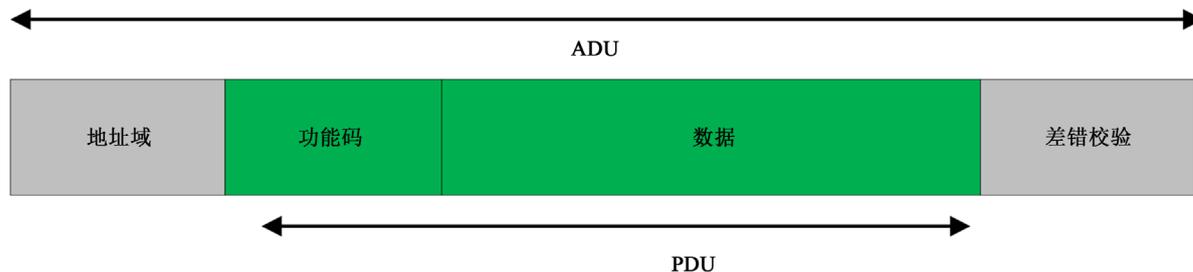


Figure 3. Protocol format of MODBUS  
图 3. MODBUS 的协议格式

地址域	功能域	数据域	校验域	
1字节	1字节	N字节	CRC校验高1字节	CRC校验低1字节

Figure 4. Data transmission format of MODBUS (RTU)

图 4. MODBUS(RTU)模式的数据传输格式

### 3.3. 信息的通信及传输

本文主要考虑城市充电桩监控器与电动汽车有序充电控制平台之间的交互，采用西门子公司的 SIM800A 的 GPRS [14] 模块实现语音、SMS 和数据信息的传输，它是一款两频 GSM/GPRS 模块，能适用于各种紧凑型产品设计需求。其连接框图如图 5 所示。

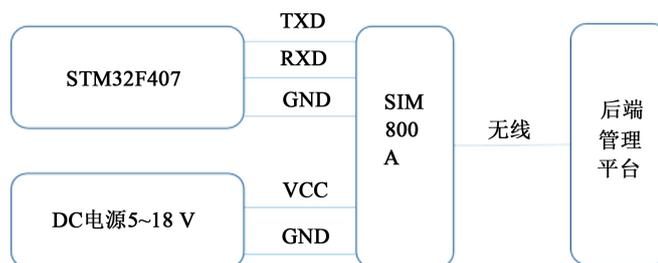


Figure 5. The diagram of GPRS

图 5. GPRS 的连接框图

该模块支持单独 TTL 接口连接，也支持 RS232 串口电路，两种方式配合，便于调试。模块电源采用开关电源模块供电，电源利用效率高，支持 USB 直接供电，同时带电源使能引脚，可以控制模块电源，这点是极其有用的。SIM 卡采用目前主流的 MICRO 卡座，质量更坚固，也不用因为小卡而烦恼，同时添加 ESD 静电保护电路。支持超 5 V~24 V 的宽工作电压范围，工作温度为-30℃至+80℃。采用 GPRS 无线通讯方式和基于 HTTP 的数据交互协议[15] [16] [17]。

由于无线通讯受外界环境影响较大，通道的可靠性相较于光纤等通道低，因此在数据传输规约及控制指令传输中设计了相应的容错和纠错机制，且符合电网的远动规约。

## 4. 系统实现流程

### 4.1. 充电桩监控器的信息采集控制流程

充电桩监控器负责车辆信息的采集与传输，并实现相应的控制，其流程如图 6 所示。

其步骤如下：

- 1) 连接网络到充电桩采集服务器；
- 2) 在指定时间间隔后打包数据到缓存队列；
- 3) 缓存队列为空时，发送数据到充电桩采集服务器；
- 4) 充电桩采集服务器接收数据；
- 5) 在指定时间间隔后，缓存数组为空时，发送数据到充电桩；
- 6) 接收充电桩数据；
- 7) 定时清零，返回第 2 步。

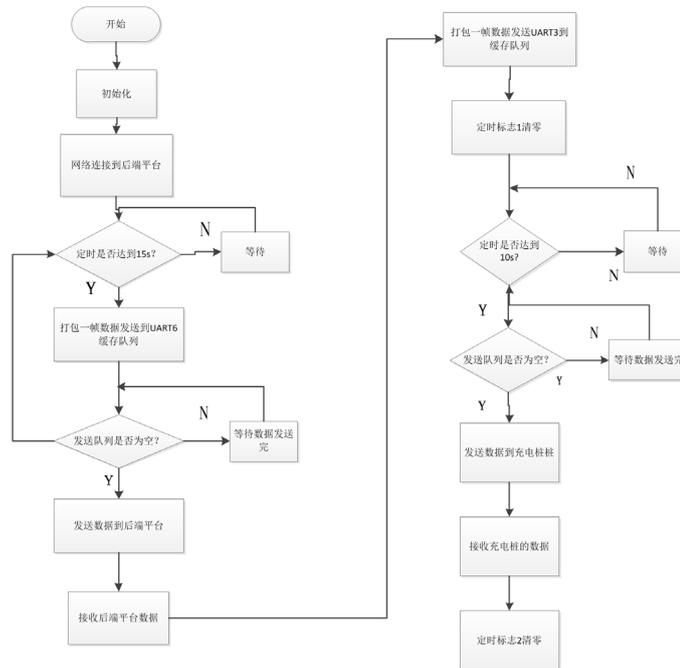


Figure 6. The flow chart of the electric vehicle charging pile controller  
图 6. 充电桩监控器的软件流程图

#### 4.2. 电动汽车有序充电控制流程

电动汽车有序充电控制平台结合充电桩采集服务器中的信息及配电网的相关信息处理后进行有序充电的控制计算分析。考虑文献[18]所提的基于峰谷电价对电动汽车进行有序控制，本文采用遗传算法，考虑配电自动化系统的日负荷预测需求及车辆的充电需求，实现最优充电成本的有序控制。其流程如图 7 所示。

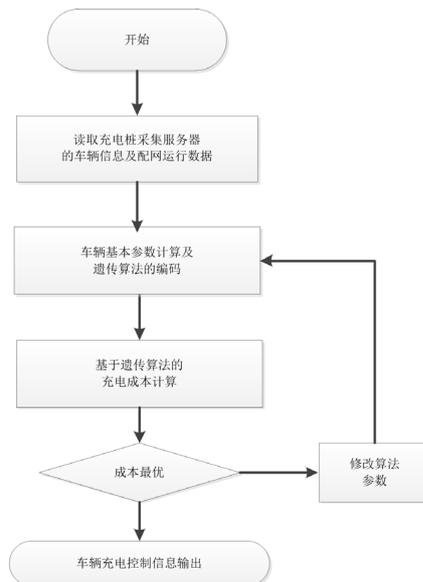


Figure 7. The flowchart of electric vehicle ordered charging control  
图 7. 电动汽车有序充电控制流程

### 4.3. 系统实现

充电桩的监控采集信息集成在电动汽车有序充电控制平台内，通过该平台能实现对大规模电动汽车充电桩的监控。通过在某配电网中应用该系统，其实际监视结果如图 8、图 9 所示。对充电桩的监视信息包括电压、电流、功率等状态信息，通过对其功率的监测，及时反馈给有序充电控制平台进行功率调节以满足实际运行车辆电能补给需求。



Figure 8. Monitoring results of charging pile  
图 8. 充电桩监控结果



Figure 9. Monitoring results of charging pile  
图 9. 充电桩监控结果

### 5. 结论

本文提出了一种电动汽车充电桩集中监控系统的设计，通过本地采集车辆电池的电流、电压等参数，并采用串口及 GPRS 通信方式实现充电信息的实时采集与监视，结合配电网的运行参数进行有序控制。通过现场实际的安装调试表明该平台具有较好的安全性、可靠性、准确性，能够保障各充电桩的信息快

速、安全地传输。目前已经成功应用于某市多个电动汽车充电桩,为电动汽车的推广与应用提供了借鉴和使用基础。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国国务院. 节能与新能源汽车产业发展规划(2012-2020年)[R/OL]. [http://www.gov.cn/zwggk/2012-07/09/content\\_2179032.htm](http://www.gov.cn/zwggk/2012-07/09/content_2179032.htm), 2012-06-28.
- [2] 田立亭, 张明霞, 汪免伶. 电动汽车对电网影响的评估和解决方案[J]. 中国电机工程学报, 2012, 32(31): 43-49.
- [3] 高赐威, 张亮. 电动汽车充电对电网影响的综述[J]. 电网技术, 2011, 35(2): 127-131.
- [4] Kristien, C., Edwin, H. and Johan, D. (2010) The Impact of Charging Plug-In Hybrid Electric Vehicles on a Residential Distribution Grid. *IEEE Transactions on Power Systems*, **25**, 371-380.
- [5] 胡泽春, 宋永华, 徐智威, 等. 电动汽车接入电网的影响与利用[J]. 中国电机工程学报, 2012, 32(4): 1-10.
- [6] 王行行, 赵晋泉, 王珂, 等. 考虑用户满意度和配网安全的电动汽车多目标双层充电优化[J]. 电网技术, 2017, 41(7): 2165-2172.
- [7] 潘樟惠, 高赐威, 刘顺桂. 基于需求侧放电竞价的电动汽车充放电调度研究[J]. 电网技术, 2016, 40(4): 1140-1146.
- [8] 田园园, 廖清芬, 徐雨田, 等. 基于有序充电策略的换电站及分布式电源多场景协调规划方法[J]. 电力自动化设备, 2017, 37(9): 62-69.
- [9] 赵明宇, 王刚, 汪映辉, 等. 电动汽车充电设施监控系统设计与实现[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(10): 65-69.
- [10] 胡勇, 郭子健, 刘奇峰, 等. 基于 IEC61970/61850 的电动汽车充电站监控系统建模方案[J]. 电力系统自动化, 2013, 37(2): 91-96.
- [11] 郭子健, 唐明. 基于 IEC61850 标准的电动汽车充电桩监控信息模型研究[J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(3): 134-139.
- [12] 苏海锋, 梁志瑞. 基于峰谷电价的家用电动汽车居民小区有序充电控制方法[J]. 电力自动化设备, 2015, 35(6): 17-22.
- [13] 唐明, 郭伟, 蒋渊, 等. 基于组件的电动汽车充电站监控系统通信软件[J]. 计算机应用与软件, 2015, 32(2): 330-333.
- [14] 周新宇, 姜久春, 牛利勇, 等. 基于 GPRS 的纯电动汽车远程监控终端研究与设计[J]. 电测与仪表, 2013, 50(11): 96-101.
- [15] IEC61850-7-2 Communication Networks and Systems in Substation, Part 7-2: Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment-Abstract Communication Service Interface (ACSI).
- [16] IEC61850-6 Communication Networks and Systems in Substation, Part 6: Configuration Description Language for Communication in Electrical Substation Related to IEDs.
- [17] DL/T860.74-2006/IEC 61850-7-4:2003 变电站通信网络和系统, 第 7-4 部分: 变电站和馈线设备的基本通信结构——兼容逻辑节点类和数据类[S]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [18] 刘星平, 李世军, 于浩明, 等. 住宅小区内电动汽车有序充电优化模式[J]. 电工技术学报, 2015, 30(20): 238-245.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2161-8763, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [sg@hanspub.org](mailto:sg@hanspub.org)