

DOI: 10.7667/PSPC170713

# 电动汽车充电桩认证结算单元的设计与实现

杨校辉<sup>1</sup>, 张娟<sup>2</sup>, 史志鸿<sup>1</sup>, 徐石明<sup>3</sup>, 胡道栋<sup>1</sup>

(1. 许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000; 2. 许继智能科技股份有限公司, 河南 许昌 461000;  
3. 国电南瑞科技股份有限公司, 江苏 南京 210000)

**摘要:** 目前电动汽车充电桩对用户的认证结算方式千差万别, 大大降低了用户充电操作的便利性和安全性。针对这个问题, 给出了一种能用在各种充电桩上的新型认证结算单元。其设计理念是将充电桩分为充电控制单元和认证结算单元两部分。其中充电控制单元主要负责充电控制和与车辆通信等功能, 认证结算单元主要负责人机交互、用户认证、计量计费、结算支付和远程通信等功能。简单介绍了认证结算单元的整体设计方案、硬件结构和软件结构, 详细阐述了双向认证、充电启动、中止充电结算和充电完成结算等主要业务的实现流程。通过实践证明该设计形成了标准的充电操作流程, 有效地规范了用户认证结算方式, 大大提高了用户充电操作的便利性和安全性。  
**关键词:** 认证结算单元; 充电控制单元; 电动汽车; 充电桩

## Design and implementation of the EV charging pile certification settlement unit

YANG Xiaohui<sup>1</sup>, ZHANG Juan<sup>2</sup>, SHI Zhihong<sup>1</sup>, XU Shiming<sup>3</sup>, HU Daodong<sup>1</sup>

(1. XJ Electric Co., Ltd., Xuchang 461000, China; 2. XJ Intelligent Technology Co., Ltd., Xuchang 461000, China;  
3. NARI Group Co., Ltd., Nanjing 210000, China)

**Abstract:** Currently, the user's certification and settlement methods of different electric vehicle charging piles vary widely, which greatly reduces the user charging operation convenience and security. Therefore, this paper presents a new type of certification settlement unit which can be used on various charging piles. The design idea is to divide the charging pile into two parts: the charging control unit and the authentication settlement unit. The charging control unit is mainly responsible for charging control and communication with vehicles. The certification settlement unit is mainly responsible for human-computer interaction, user authentication, metering and billing, settlement payment and remote communication. It introduces concisely the overall design scheme, hardware structure and software structure of the certification settlement unit, and describes the realization process of the main business, such as bidirectional authentication, charging start, stop charging settlement and charging completion settlement in detail. It is proved by practice that the design forms the standard charging operation flow and standardizes the users' certification and settlement method effectively, which greatly improves the convenience and security of user charging operation.

This work is supported by National Key Research and Development Program of China (No. 2016YFB0101800).

**Key words:** certification settlement unit; charging control unit; electric vehicle; charging pile

## 0 引言

目前随着石油能源的日益短缺和环境污染问题的日益严峻, 电动汽车作为一种零污染、能源利用率高和噪音低的清洁能源交通工具逐渐成为国内外重点发展的新兴产业<sup>[1-2]</sup>。在这样的背景下, 电动汽车得到了大力推广和发展, 作为电动汽车能源补

给的充电桩逐步推向市场, 并已形成了相当大的规模<sup>[3]</sup>。不过以规范性和发展性的视角来看, 充电桩具有很大的完善与发展空间, 需要对充电桩现状进行剖析并结合充电和收费技术发展趋势<sup>[4-5]</sup>。将充电桩中的电气控制部分与认证结算部分各自独立, 构建充电产品与充电用户之间可操作、可信任的认证结算单元。设计出满足未来个性化、人性化、商业化为需求导向的产品, 对充电产品的发展和进一步推广具有重大意义和必要性。

## 1 充电桩现状分析

充电桩主要包含充电控制和认证结算两大部分, 两部分有各自的技术发展路径, 充电控制部分主要负责充电功率变换输出控制、车辆通信等, 认证结算部分主要负责人机交互、用户认证、计量计费、结算支付与远程通信等<sup>[6-7]</sup>。

充电控制部分是随着充电技术的发展而发展, 且与动力电池技术发展信息相关<sup>[8-9]</sup>。认证结算部分是随着信息化技术、互联网金融服务发展而发展, 并伴随“互联网+充电服务”的兴起有巨大的发展空间。充电桩通过两部分间的相互配合完成对外的充电服务功能。

目前充电桩产品的架构采用充电控制和认证结算一体化设计, 如图 1 所示, 所有功能都集中在充电桩控制器上。该架构未实现充电技术和计费交易技术的分离, 造成实际产品因用户需求变动导致整体都需要进行改动, 给后期产品升级维护带来巨大困难, 同时也增加了运营成本。一体化架构的设计下, 无法对充电用户的认证结算方式形成标准统一的规范要求, 造成充电桩在实际使用过程中, 用户认证结算千差万别<sup>[10-11]</sup>, 大大降低了电动汽车用户充电操作的便利性和安全性。

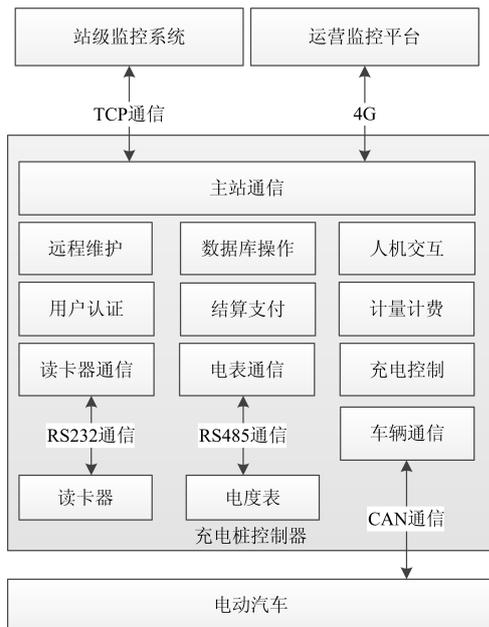


图 1 充电桩控制器结构示意图

Fig. 1 Charging pile controller structure diagram

## 2 整体方案设计

针对目前充电桩存在的问题, 本文通过采用充电控制与认证结算业务分离的组件化架构设计理

念, 实现固化的软件+硬件模式, 构建了一种新型的充电桩产品架构。将充电桩分为充电控制单元和认证结算单元两大部分, 这两部分不光是在功能上的分离, 在硬件与软件上也完全隔离, 相互独立, 它们之间通过标准的 CAN 通信协议进行业务数据交互<sup>[12]</sup>。具体结构如图 2 所示。

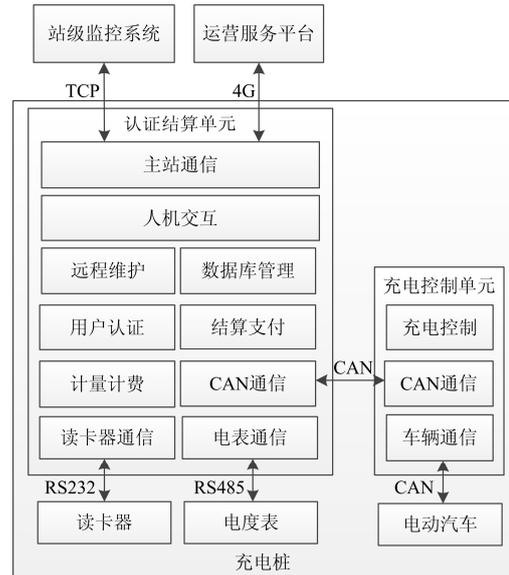


图 2 新型充电桩结构示意图

Fig. 2 New charging pile controller structure diagram

其中充电控制单元是充电桩的基础功能, 相对比较稳定和成熟, 不易发生变化, 本文不再过多阐述。认证结算单元主要实现人机交互、远程通信(包括与站级监控的有线通信和与运营服务平台的无线通信)、远程维护、数据库操作、用户认证、结算支付、计量计费、与充电控制单元通信、读卡器通信和电表通信等功能。认证结算单元功能灵活可变, 可根据不同用户不同需求定制出人性化、个性化的充电产品。作为充电桩的一款定制化组件, 实现了统一规范的认证结算模式, 构建了充电用户、充电桩和运营服务平台之间的信息安全机制, 提高了充电用户操作的便利性与交易的安全性。通过认证结算单元的独立认证, 减少不同厂家充电桩的差异性, 提供充电桩稳定性, 利于充电系统向“互联网+充电服务”的方向发展。以下主要对认证结算单元的设计与实现进行详细阐述。

## 3 系统结构设计

### 3.1 硬件结构

本文设计的认证结算单元硬件结构<sup>[13]</sup>如图 3 所示。系统采用基于 TI ARM Cortex-A8 内核的 AM335X 处理器, 主频 720 MHz 运行频率(最高可

达 1 GHz)。内存为 512 MB 的 DDR3，板载 2 GB 的 NAND FLASH。系统电源接口采用 12 V 直流电压，输入范围 8~16 V，具有反接保护功能，额定功率 12 W，带有以 9 针头方式的串口调试接口，具有 15 s 的掉电保护功能。

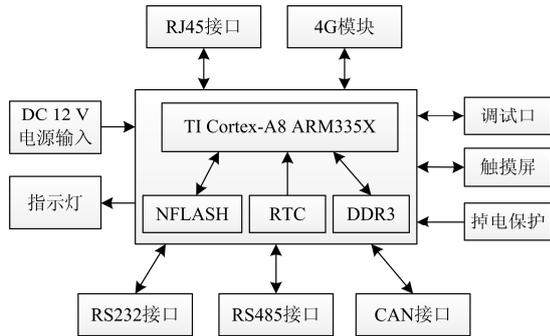


图 3 硬件结构示意图

Fig. 3 Hardware structure diagram

系统的人机交互由触摸屏和 LED 指示灯构成。触摸屏为电阻触摸式，与主板采用 LVDS 接口，为分辨率 800×480 的 7 寸真彩色屏。指示灯一共 6 个，分别为电源指示灯、运行指示灯、232 通信指示灯、485 运行指示灯、CAN 运行指示灯和 RJ45 运行指示灯。

认证结算单元对外通信接口包括 1 路 RS232 接口、1 路 RS485 接口、1 路 CAN 接口、1 路 RJ45 接口(10/100 Mbps 以太网)和一个 4 G 通信模块。其中 RS232 接读卡器、RS485 接电表、CAN 接充电控制单元、RJ45 接站级监控系统、4 G 接运营服务平台。

### 3.2 软件结构

系统软件是在 Windows 上基于 C++语言、QT 界面开发框架和 ACE 通信框架使用 Visual Studio 2008 工具设计和开发的，然后在 Ubuntu12.04 系统上进行 Arm-Linux 交叉编译，编译后可执行程序运行在基于嵌入式 Linux 操作系统的装置上<sup>[14-15]</sup>。软件采用模块化设计理念，整个软件架构分为一个进程 9 个 DLL，按照功能分为基础模块、业务模块和通信模块三大部分，各个模块的加载和相互交互模式如图 4 所示。

基础模块主要包括主进程 TcuView.exe、集中管理模块 TcuMaster.dll、消息总线模块 MsgBus.dll 和数据库管理模块 DbManager.dll。主进程主要负责人机交互和整个软件的运行监护功能，加载集中管理模块。集中管理模块是所有模块的管理中枢，加载其他 8 个模块(加载模式和种类根据具体情况由配置文件方式体现)。消息总线模块是所有模块数据交

互的调度中心，具有点对点 and 广播两种消息投递方式。数据库管理模块负责系统实时库、配置库和历史库的维护和管理，数据库使用 SQLite3。业务模块即交易管理模块 TradeMgr.dll，负责整个认证结算单元的用户认证、计量计费 and 结算支付等主要业务。通信模块包括读卡器通信模块 CardRead.dll(与读卡器通信)、平台通信模块 MTcp.dll(与运营服务平台通信)、监控通信模块 STcp.dll(与站级监控通信)、电表通信模块(与电表通信)、CAN 通信模块 CanComm.dll(与充电控制单元通信)。

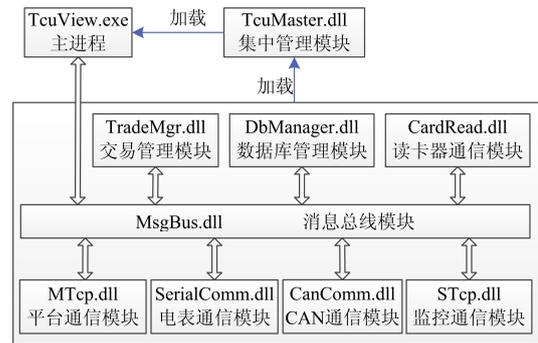


图 4 软件结构示意图

Fig. 4 Software structure diagram

## 4 主要业务实现

认证结算单元主要包括双向认证、充电和结算等三大业务<sup>[16]</sup>。双向认证是充电结算业务的前提和基础，只有认证通过了才能正常地充电和结算。充电和结算是认证结算单元的核心业务，缺一不可并相辅相成。

### 4.1 初始化认证流程

系统启动时首先从数据库中读取相关配置，根据配置创建和显示人机交互界面并加载所配置的功能模块。若加载失败系统报错并退出，加载成功后检查是否已经认证。若已认证系统进入主界面，若没有认证再检查与平台是否连接正常。连接不正常报错并继续检查连接，连接正常进入到认证界面启动认证。认证成功进入主界面并把认证结果更新到数据库中。具体流程如图 5 所示。

### 4.2 充电启动流程

认证结算单元认证通过后进入主界面正常运行，提供刷卡和扫码两种充电方式<sup>[17]</sup>。主界面提示充电请连充电枪，充电枪连接正常后进入选择充电方式界面来选择所需的充电方式。然后进入充电启动流程，具体流程如图 6 所示。

刷卡方式：选择刷卡充电方式后进入刷卡启动界面，首先在界面上输入本次所需充电的预扣金额

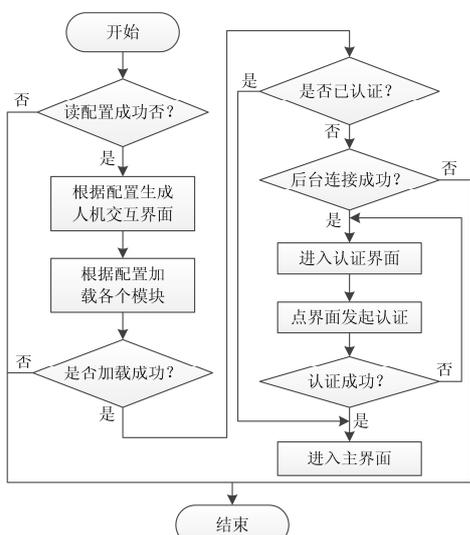


图 5 初始化认证流程示意图

Fig. 5 Initializing authentication flow chart

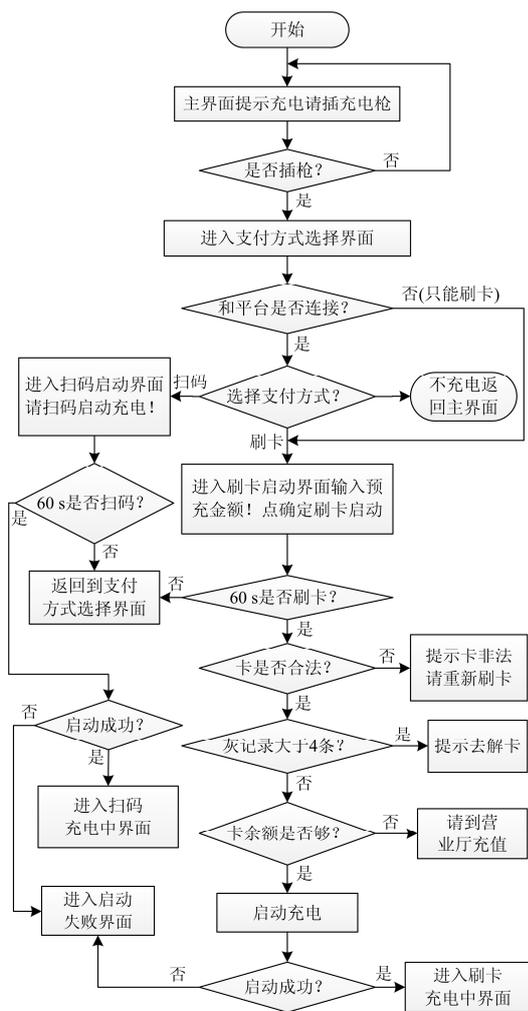


图 6 充电启动流程示意图

Fig. 6 Charging start flow chart

并刷卡启动。然后判断充电卡是否合法, 不合法语音提示此卡非法请重新换卡充电。合法再判断该卡是否有大于 4 条的灰锁记录, 若有大于 4 条灰记录提示客户请去营业厅解冻充电卡。没有就判断该卡余额是否小于本次预扣金额, 若小于预扣金额就提示该卡余额不足请到营业厅充值, 大于预扣金额就启动充电。启动失败就进入启动失败界面并根据提示来完成本次充电业务, 启动成功后进入充电中界面。

扫码方式: 选择扫码充电后进入扫码启动充电界面, 在界面上产生需要的二维码, 通过专用手机 APP 扫码启动充电, 启动成功进入充电中界面, 失败进入充电失败界面。

### 4.3 中止充电结算流程

中止充电指的是当车辆正在充电中人为停止充电的情况。充电过程中认证结算单元处于充电中界面, 若需停止充电在该界面上点击中止充电按钮进入中止充电结算流程。具体流程如图 7 所示。

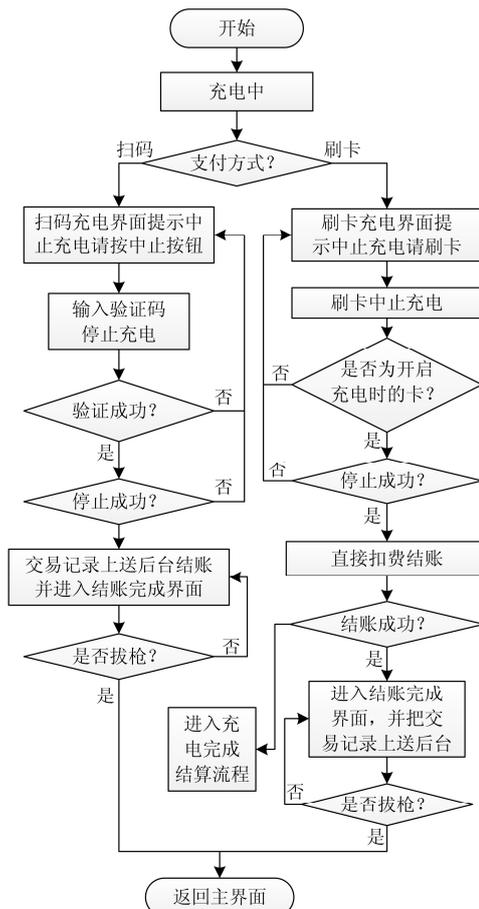


图 7 中止充电结算流程示意图

Fig. 7 Stop charging flow chart

刷卡方式: 在刷卡方式的充电中界面上点击中止充电按钮触发刷卡中止充电。读卡并判断该卡是



- Technology, 2009, 33(4): 1-5.
- [5] 连湛伟, 石欣, 克潇, 等. 电动汽车充换电站动力电池全寿命周期在线检测管理系统[J]. 电力系统保护与控制, 2014, 42(12): 137-142.  
LIAN Zhanwei, SHI Xin, KE Xiao, et al. The whole life cycle on-line detection and management system of power battery in the electric vehicle charging and exchanging station[J]. Power System Protection and Control, 2014, 42(12): 137-142.
- [6] 李洪峰, 李红霞, 陈志刚, 等. 一种新型电动汽车充电桩技术方案探讨[J]. 电力系统保护与控制, 2017, 45(6): 142-147.  
LI Hongfeng, LI Hongxia, CHEN Zhigang, et al. Discussion on technology scheme of a new EV charging pile[J]. Power System Protection and Control, 2017, 45(6): 142-147.
- [7] 高赐威, 吴茜. 电动汽车换电模式研究综述[J]. 电网技术, 2013, 37(4): 891-898.  
GAO Ciwei, WU Xi. A survey on battery-swapping mode of electric vehicles[J]. Power System Technology, 2013, 37(4): 891-898.
- [8] 周念成, 蒲松林, 王强钢, 等. 电动汽车充电站在线监测和分析评估系统[J]. 电力自动化设备, 2014, 34(11): 14-21.  
ZHOU Niancheng, PU Songlin, WANG Qianggang, et al. Online monitoring, analysis and evaluation system for EV charging station[J]. Electric Power Automation Equipment, 2014, 34(11): 14-21.
- [9] 胡文平, 何立夫, 陈杰军. 考虑大规模电动汽车接入电网的双层优化调度策略[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(21): 22-28.  
HU Wenping, HE Lifu, CHEN Jiejun, et al. A bi-layer optimization based schedule considering large-scale electric vehicles[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(21): 22-28.
- [10] 肖湘宁, 温剑锋, 陶顺, 等. 电动汽车充电基础设施规划中若干关键问题的研究与建议[J]. 电工技术学报, 2014, 29(8): 1-10.  
XIAO Xiangning, WEN Jianfeng, TAO Shun, et al. Study and recommendations of the key issues in planning of electric vehicles charging facilities[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2014, 29(8): 1-10.
- [11] 王星华, 彭智乐, 彭显刚, 等. 电动汽车接入对风电穿透功率极限的影响研究[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(14): 147-153.  
WANG Xinghua, PENG Zhile, PENG Xiangang, et al. Influence research of electric vehicle accessing on the wind penetration limit[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(14): 147-153.
- [12] 王旭, 齐向东. 电动汽车智能充电桩的设计与研究[J]. 机电工程, 2014, 31(3): 393-397.  
WANG Xu, QI Xiangdong. Research and design of electric car intelligent charging pile[J]. Mechanical & Electrical Engineering Magazine, 2014, 31(3): 393-397.
- [13] 张建伟, 杨芳, 秦俭, 等. 电动汽车交流充电控制导引系统设计[J]. 电测与仪表, 2014, 51(5): 78-82.  
ZHANG Jianwei, YANG Fang, QIN Jian, et al. Design of control pilot system for electric vehicle AC charging[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2014, 51(5): 78-82.
- [14] 黎永昌, 王钢, 梁远省, 等. 基于 IEC 61850 的电动汽车充电站远动通信建模[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(4): 137-142.  
LI Yongchang, WANG Gang, LIANG Yuansheng, et al. IEC-61850-based electric vehicle charging station telecontrol communication information modeling[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(4): 137-142.
- [15] 胡宇航, 皮一晨, 崔静安, 等. 电动汽车充电站负荷建模研究[J]. 电力系统保护与控制, 2017, 45(8): 107-112.  
HU Yuhang, PI Yichen, CUI Jingan, et al. Research on electric vehicle charging station modeling[J]. Power System Protection and Control, 2017, 45(8): 107-112.
- [16] 朱意霞, 李红霞, 史文强, 等. 电动汽车充电服务柔性管理系统设计与实现[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(10): 91-97.  
ZHU Yixia, LI Hongxia, SHI Wenqiang, et al. Design and implementation of electric vehicle charging service flexible management system[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(10): 91-97.
- [17] 李敏, 苏小林, 阎晓霞, 等. 电动汽车有序充放电控制与利用研究新进展[J]. 电网与清洁能源, 2014, 30(6): 70-76.  
LI Min, SU Xiaolin, YAN Xiaoxia, et al. New developments of the coordinated charging and discharging control for plug-in electric vehicles[J]. Power System and Clean Energy, 2014, 30(6): 70-76.

收稿日期: 2017-05-12; 修回日期: 2017-07-12

作者简介:

杨校辉(1983—), 男, 硕士, 工程师, 主要研究方向为电动汽车充换电站系统设计; E-mail: 282156824@qq.com

张娟(1983—), 女, 硕士, 助理工程师, 主要研究方向为电气自动化;

史志鸿(1967—), 男, 本科, 高级工程师, 主要研究方向为电力系统自动化、电动汽车充换电站系统设计。

(编辑 张爱琴)