

DOI: 10.7667/PSPC160406

一种新型电动汽车充电桩技术方案探讨

李洪峰¹, 李红霞², 陈志刚¹, 李志超¹, 徐鹏¹

(1. 许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000; 2. 许继智能供用电系统公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 在“互联网+”的背景下提出新型电动汽车充电桩的技术方案。方案从充电桩架构的角度入手, 分析充电桩的现状与存在的问题。定义充电桩的功能需求, 设计新型电动汽车充电桩架构, 同时也规划了新型架构下需要支持的标准体系。通过架构设计、功能定义、标准体系、业务流程及应用案例的对比分析完成充电桩的技术方案探讨。结果表明, 该技术方案在兼顾扩展和安全的前提下, 利于充电桩产品的标准化, 可以有效提高电动汽车充电桩充电服务能力, 降低充电桩运营成本。

关键词: 互联网+; 电动汽车; 车充电桩; 充电服务; 标准体系

Discussion on technology scheme of a new EV charging pile

LI Hongfeng¹, LI Hongxia², CHEN Zhigang¹, LI Zhichao¹, XU Peng¹

(1. XJ Electric Co., Ltd., Xuchang 461000, China; 2. XJ Intelligent Power Supply Company, Xuchang 461000, China)

Abstract: The technology scheme of charging pile of new electric vehicle is put forward under the background of "Internet +". From the point of view of charging piles, the status quo and existing problems of charging piles are analyzed. According to the functional requirements of charging piles under Internet +, a new charging pile framework is designed, and the standard system of charging piles is also planned. Design, function definition, standard system and business process are compared to complete the technical scheme of charging pile. The results show that the proposed scheme can effectively improve the charging capacity of electric vehicle charging piles under the premise of considering the expansion and security.

Key words: Internet +; electric vehicle; charging pile; charging service; standard system

0 引言

随着我国电动汽车产量的快速攀升, 国家对充电设施建设布局规划逐步明晰, 社会化资本的投入不断加大, 作为能源互联网的重要入口之一, “互联网+充电设施”的市场迅速兴起, (移动)互联网对人们生活方式的影响不断深化, 电动汽车充电系统未来面临着不同客户和多样化的服务模式需求, 传统相对集中的、专用局域网、模式单一、封闭独立的充电系统将逐步被离散式和分布式充电桩群为主的、基于(移动)互联网、模式多样、互联互通的充电系统所代替^[1-2]。

电动汽车充电桩(以下简称充电桩)包含电气控制和交易服务两个部分。两个部分有各自的技术发展路径^[3], 电气控制部分主要负责充电功率变换输出控制, 交易服务部分主要负责完成用户认证、计量计费、结算支付, 数据加密与通信功能^[4-5]。电气

控制部分是随着充电技术(例如高频软开关技术、快速充电技术、无线充电技术)的发展而发展, 并且与电动汽车动力电池技术发展息息相关; 交易服务部分是随着信息化技术、互联网金融服务的发展而发展, 并且伴随着“互联网+充电服务”的兴起, 有巨大的发展前景空间。发展的同时二者之间存在一定的内在联系, 充电桩通过两部分间的相互配合完成对外的充电服务^[6-7]。如图1所示。

本文结合实际工作以及调研资料, 分析研究电动汽车充电桩的设计与研发, 在以往充电桩系统平台的基础上结合“互联网+”充电服务的背景, 设计实现电动汽车新型充电桩技术方案。

1 现状分析

目前充电桩的架构采用电气控制与交易服务一体化设计, 硬件统一采用一块板卡集成设计, 如图2所示, 图中的充电控制器和充电单元属于电气控

制部分; 人机界面、通信模块、电度表及读卡器属于交易服务部分, 从图中很明显看出现有架构下的电气控制与交易服务部分相互交织融合, 软件的充电业务与电气控制融合在一起, 不利于充电桩未来的发展。

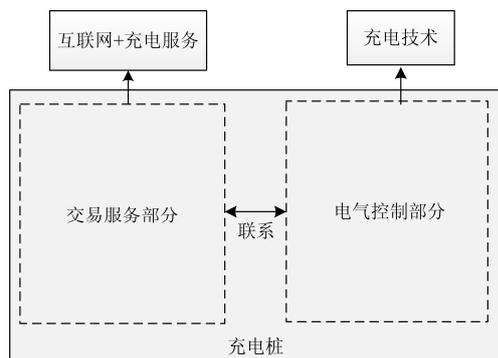


图1 充电桩组成及发展路径示意图

Fig. 1 Composition and development path of charging piles

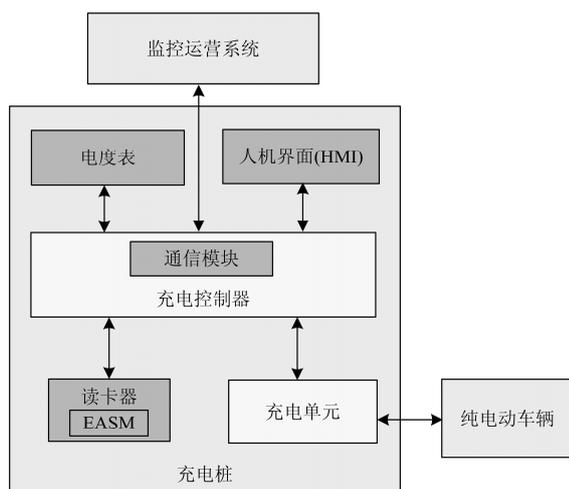


图2 现有充电桩架构示意图

Fig. 2 Schematic diagram of the existing charging pile

该架构下未实现充电技术与交易业务的分离, 使得充电产品的扩展性极差, 不利于系统集成, 灵活部署, 不利于更新换代和技术改造, 造成实际产品因用户需求变动导致整体都需要进行改动, 给现场工程实施和后期产品的升级维护带来巨大困难, 同时也增加了运营成本。

该架构下无法对充电用户的认证与交易结算方式形成标准统一的规范要求, 造成充电产品在实际的使用过程中, 用户认证与交易结算千差万别, 大大降低电动汽车用户充电操作的便利性与安全性。

通过上述分析, 目前充电桩产品存在以下问题:

(1) 产品的扩展性极差, 不利于系统集成、灵活安装部署, 不利于更新换代和技术改造。

(2) 产品的操作不规范, 已建设的充电设施人机界面不统一、操作流程不一样, 交易服务流程不规范, 工程实施流程不规范。

从规范性和发展性的视角出发, 充电产品有很大的完善空间, 通过引入模块化(模块化+组件化)设计理念, 将充电产品中的电气控制与交易服务各自独立, 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, 对充电产品的进一步推广具有重大意义^[8-10]。

2 设计方案

通过对目前充电桩产品的架构分析, 结合未来的技术发展趋势, 提出将交易服务与电气控制各自独立, 硬件采用两块板卡, 其中一块板卡负责充电桩的电气控制部分, 另一块板卡负责充电桩的交易服务。负责交易服务的板卡可以进行强制独立认证, 这样做的好处是利用不同厂家充电桩的标准化, 减少不同厂家充电产品差异性, 提高充电系统产品稳定性。同时有利于建立统一规范的交易结算模式, 提高了电动汽车充电用户操作的便利性与交易的安全性。

下面从产品架构、功能定义、标准体系及业务流程方面进行方案的设计。

2.1 架构设计

新型充电桩产品架构是将充电桩分为电气控制单元和认证结算单元两个部分, 硬件采用两块独立的板卡设计, 充电认证结算单元板卡负责完成包括人机界面、读卡器和 EASM 认证、通信模块及增值服务等功能。其中通信模块负责同时与电气控制单元部分、监控运营系统及电度表等设备进行信息交互。电气控制单元板卡负责完成包括充电控制器及充电单元等功能。采用此种架构设计的充电桩, 实现了充电技术与充电业务的分离, 有利于充电桩进行标准化设计, 任何用户业务需求的变动无需改动充电桩底层电气控制部分, 利用充电桩产品的后期升级维护, 降低充电桩维护成本。新型充电桩架构如图 3 所示。

2.2 功能定义

充电桩具体功能包括访问控制与用户认证, 计量计费与结算支付, 充电交易数据加密与记录, 通信等功能。如表 1 所示。

充电桩中的认证结算单元部分主要涵盖人机、认证、结算、计量、通信及交易服务等功能; 电气控制单元主要涵盖有充电控制及其相关的充电开关、电气回路等功能。如图 4 所示。

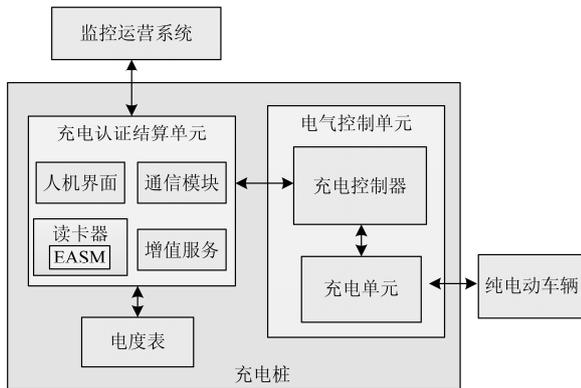


图3 新型充电桩架构示意图

Fig. 3 Schematic diagram of new charging architecture

表1 充电桩功能定义表

Table 1 Charging function definition table

序号	功能定义	功能描述
1	人机交互	通过向导式的用户操作界面, 保证提示充电操作流程, 保证充电交易的完成
2	访问控制与用户认证	支持 RFID、验证码、二维码等
3	计量计费与结算支付	根据充电电量、分时电价等结算充电服务费用
4	充电交易数据加密与记录	对充电交易数据进行加密传输, 并记录充电交易信息, 保证用户交易和信息安全
5	通信功能	通过标准接口实现与充电桩控制器、智能电能表、运营监控系统的数据交互
6	交易功能	支持与银联接口、充电卡充值、银行卡、支付宝等多手段支付

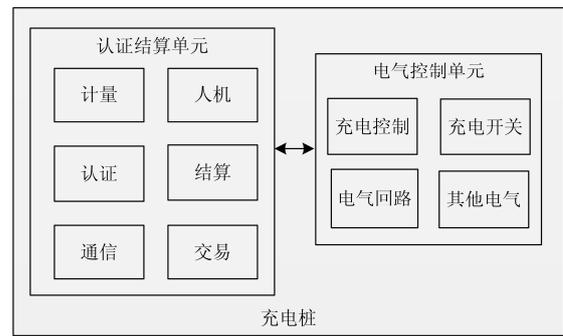


图4 充电桩功能示意图

Fig. 4 Function diagram of charging pile

2.3 标准体系

重新梳理目前市场上的充电桩涉及的标准体系, 如图5所示。

根据充电桩新的架构需要重新制定1个规范和2个协议标准来支撑充电产品的发展, 规范和标准的名称分别为认证结算单元功能接口技术规范、认证结算单元与监控运营管理系统间通信协议, 认证结算单元与充电控制单元间通信协议。如图6所示。

2.4 业务流程

依据上述架构设计选取了典型鉴权认证业务流程并进行详细设计说明。认证结算单元与监控运营重连时, 确认充电桩的合法性, 通过连接时取随机数方式完成鉴权认证。其他业务流程此文不再赘述。如图7所示。

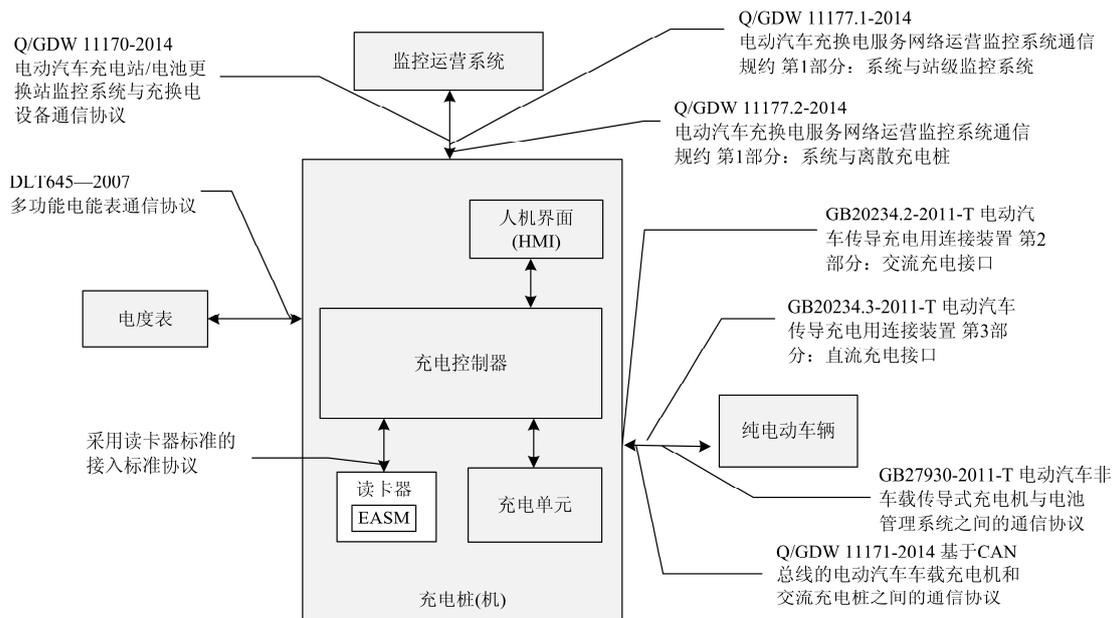


图5 充电桩相关标准体系

Fig. 5 Charging pile related standard system

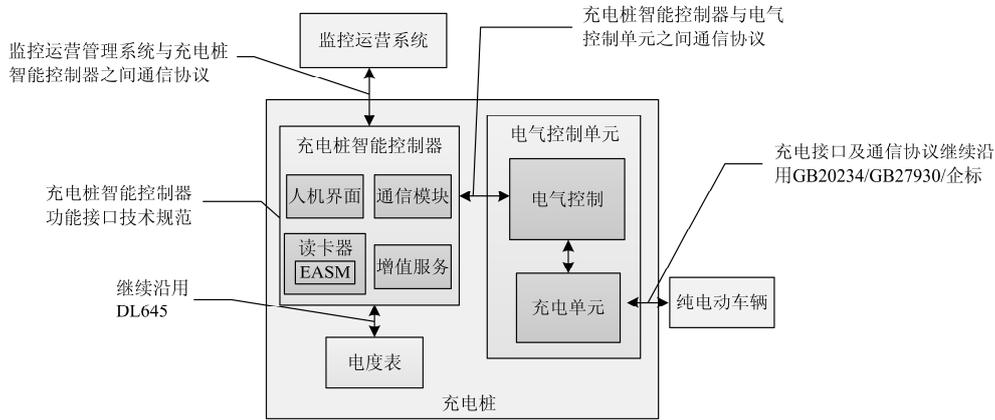


图 6 新制定的标准体系分布图

Fig. 6 Distribution map of new standard system

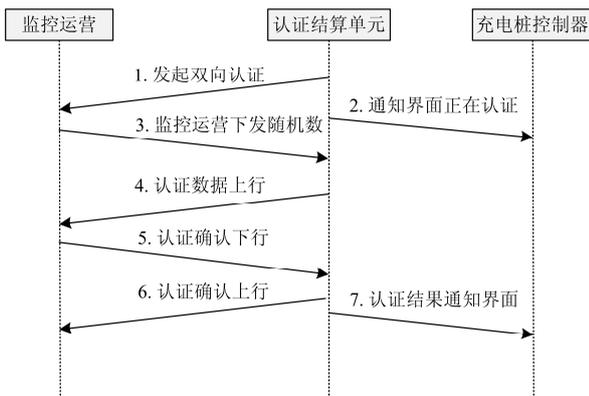


图 7 鉴权认证业务流程图

Fig. 7 Authentication service flow chart

认证结算单元与监控运营重连时, 确认充电桩的合法性, 通过连接时取随机数方式完成鉴权认证。

主站随机数由监控运营端的 ESAM 芯片产生, 用于监控运营数据加密和桩上数据解密。

终端随机数由桩上 ESAM 芯片产生, 用于桩上数据加密和监控运营数据解密。

监控运营或者桩鉴权失败, 桩会重新发起认证, 在认证未通过的情况下, 桩是不能进行刷卡充电的。鉴权码用来判断对方随机数的正确性。

桩的资产编号和充电端口号在充电控制器界面上设置, 设置保存到认证结算单元。

3 技术实现

3.1 硬件接口

充电桩由 CPU 处理器、ESAM 模块、非易失存储器、读卡器接口、电能表接口、远程通信接口、显示器接口、充电控制器接口、语音模块、定位模块、开关量输入、开关量输出、时钟、电源管理等部件构成。如表 2 所示。

表 2 充电桩硬件接口定义表

Table 2 Interface of charging pile hardware definition table

接口类型	接口定义	接口特征
读卡器	对 CPU 卡读写操作	无
RS485	与智能电表通信	支持多种波特率
CAN	与充电桩控制器通信	支持多种通信速率
以太网	与运营监控系统通信	支持多网段有线通信
GPRS	与运营监控系统通信	支持多网段无线通信

3.2 软件设计

软件采用模块化, 组件化设计思想, 采用单进程、多线程、分模块方式进行开发, 采用面向对象的思想进行充电桩软硬件系统的分析设计实现, 应用 RoseUML/Visio 等工具进行辅助设计, 采用 QT/VS2008 等集成开发环境, 通过 C/C++ 语言进行软件模块的编码工作。如图 8 所示。

3.3 组网实现

采用无线通信与无线中继技术完成无线通信、全面覆盖的充电桩无线就地组网, 充电桩集成 WIFI 通信模块, 支持 802.11b 和 802.11g 标准, 为无线就地组网提供基础支撑, 各充电桩成为局域网中的网络节点。集成无线 AP 技术, 实现充电设施之间通过无线信号进行桥接中继, 同时并不影响其无线覆盖功能。通过 GPRS 无线通信接口, 完成虚拟热点与基于 Webservice 的服务发布和调用技术的通道支撑, 完成与上级系统的信息交互。如图 9 所示。

4 应用案例

通过将该设计方案应用到充电桩产品研制及工程中, 新的充电桩产品从设计成本、维护成本、技术升级、系统集成、结算认证及用户体验等方面得到提升, 通过应用前与应用后的对比分析可知, 采用该设计方案有利于充电桩产品的系统集成, 灵活

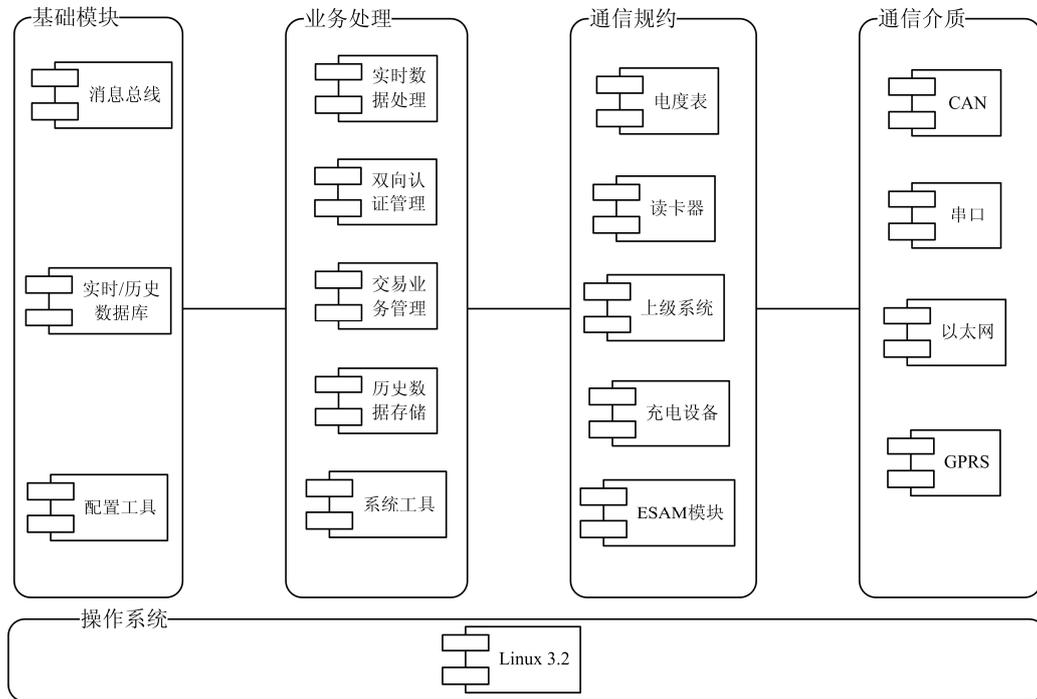


图 8 软件逻辑结构设计图

Fig. 8 Design of software logic structure diagram



图 9 充电桩组网实现示意图

Fig. 9 Schematic diagram of charging pile network

安装部署，有利于充电桩产品的更新换代和技术改造，有利于充电产品的独立认证，有利于提高电动汽车充电用户操作的便利性与交易的安全性。如表 3 所示。

表 3 应用前与应用后对比分析表

Table 3 Comparison and analysis before and after application

对比因素	应用前	应用后
设计成本	一体化设计，设计耦合度高，未将电气控制部分与交易服务部分分离设计，造成所需硬件资源浪费	组件优化设计，将电气控制部分与交易服务部分分离，任何一部分的变化不影响原设计，硬件资源得到充分利用
维护成本	充电桩因用户的需求变化改动维护成本高，现场产品版本众多，维护工作量增加，技术升级不方便	仅改动交易服务部分，现场产品版本少，维护工作量降低，技术升级方便，
系统集成	不利于系统集成，存在多种接口和协议版本	利于系统集成，只有一种接口和协议
结算认证	版本众多，不利于统一结算认证	一个版本，利用统一结算认证
用户体验	用户体验不好，操作流程复杂繁琐，用户需要关注技术细节	用户操作便捷，无需关注技术细节，用户体验好

5 结语

本文通过新型电动汽车充电桩方案设计，将充电桩中的交易服务与电气控制两部分各自独立，实现了充电技术与充电业务的分离，保证了两部分按照各自技术路径发展，有利于系统集成，灵活安装

部署, 利于充电桩产品的更新换代和技术改造, 构建了充电桩与充电用户之间规范化、可信赖的充电交易模式, 通过认证单元的独立认证, 减少不同厂家充电产品差异性, 提高充电系统产品稳定性。有利于建立统一规范的交易结算模式, 提高了电动汽车充电用户操作的便利性与交易的安全性。满足了充电用户的充电交易规范性和充电信息的安全性, 对充电产品的进一步推广具有重大意义。

参考文献

- [1] 张欢. 基于电动汽车充换电站建设的研究分析[J]. 科技资讯, 2012(9): 113.
ZHANG Huan. Research and analysis of electric vehicle in power plant construction[J]. Science and Technology Information, 2012(9): 113.
- [2] 郭煜华, 范春菊. 含大规模电动汽车的配电网保护技术研究[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(8): 14-20.
GUO Yuhua, FAN Chunju. Research on relaying technologies of distribution networking including mass electric vehicles[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(8): 14-20.
- [3] 张维戈, 颀飞翔, 黄梅, 等. 快换式公交充电站短期负荷预测方法的研究[J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(4): 61-66.
ZHANG Weige, XIE Feixiang, HUANG Mei, et al. Research on short-term load forecasting methods of electric buses charging station[J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(4): 61-66.
- [4] 刘辉, 魏岩岩, 汪侃, 等. 电动汽车入网一次调频控制策略研究[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(23): 90-95.
LIU Hui, WEI Yanyan, WANG Ni, et al. V2G control for EVs participating in primary frequency regulation[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(23): 90-95.
- [5] 刘敏, 周晓霞, 陈慧春, 等. 采用三相不可控整流充电机的电动汽车充电站谐波放大效应分析与计算[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(4): 36-43.
LIU Min, ZHOU Xiaoxia, CHEN Huichun, et al. Analysis and calculation on harmonic amplification effect of electric vehicle charging station using three-phase uncontrolled rectification charger[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(4): 36-43.
- [6] 徐鹏, 陈祺伟, 连湛伟, 等. 一种电动公交车充换电站动力电池全自动更换技术方案[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(3): 150-154.
XU Peng, CHEN Qiwei, LIAN Zhanwei, et al. An EV charging/swap station automatic battery replacement technology[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(3): 150-154.
- [7] 刘源, 汲胜昌, 祝令瑜, 等. 直流电源系统中直流电弧特性及其检测方法研究[J]. 高压电器, 2015, 41(2): 24-29.
LIU Yuan, JI Shengchang, ZHU Lingyu, et al. Research on DC arc characteristics and detection methods in DC power supply system[J]. High Voltage Apparatus, 2015, 41(2): 24-29.
- [8] 李国, 张智晟, 温令云. 换电模式下电动汽车充换电网的规划[J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(20): 93-98.
LI Guo, ZHANG Zhisheng, WEN Lingyun. Planning of battery-switching and vehicle-charging network based on battery switching mode[J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(20): 93-98.
- [9] 李瑞生, 王晓雷, 周逢权, 等. 灵巧潮流控制的电动汽车智能化充电站[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(21): 87-90.
LI Ruisheng, WANG Xiaolei, ZHOU Fengquan, et al. The system of electric vehicle intelligent charge station with smart power flow control[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(21): 87-90.
- [10] 贾俊国, 倪峰. 电动汽车充电接口标准化研究[J]. 电力系统自动化, 2012, 35(8): 76-80.
JIA Junguo, NI Feng. The electric car charging interface standardization research[J]. Automation of Electric Power Systems, 2012, 35(8): 76-80.

收稿日期: 2016-03-24; 修回日期: 2016-05-04

作者简介:

李洪峰(1978-), 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: xjtc_lihongfeng@126.com

李红霞(1977-), 女, 本科, 工程师, 主要研究方向为电气自动化; E-mail: lihongxia5000@sina.com

陈志刚(1977-), 男, 本科, 工程师, 主要研究方向为电动汽车充换电站系统设计。E-mail: xitc_chenzhigang@126.com

(编辑 葛艳娜)