

DOI:10.12158/j.2096-3203.2020.06.001

基于区块链技术的电动汽车充电交易探讨

陈妍希¹, 赵奇², 龚育成², 徐晓¹, 祝垒¹, 陈中¹

(1. 东南大学电气工程学院, 江苏 南京 210096;

2. 国网江苏省电力有限公司苏州供电分公司, 江苏 苏州 215000)

摘要:规模化电动汽车在充电交易时存在安全性低、自主性差的问题,因此文中提出基于区块链技术的电动汽车充电交易模型。该模型在“多卖方-多买方”的电力市场竞争机制下,利用区块链技术去中心化、安全性高等特点还原电力商品属性,开放用户协商定价的权利。首先制定区块链架构下的电动汽车充电交易框架;其次基于区块链平台与电力市场相似的网络拓扑形态,建立区块链平台下的电动汽车充电交易模型;最后对比传统电力市场、应用区块链平台的电力交易市场下满足电动汽车聚合商需求的充电方案。算例结果证明该模型能满足电动汽车聚合商的个性化需求,提升新能源电厂收益,减少碳排放,为电动汽车充电交易市场提供新思路。

关键词:电动汽车;区块链;充电交易;最优购电方案;碳排放

中图分类号:TM71

文献标志码:A

文章编号:2096-3203(2020)06-0002-06

0 引言

区块链凭借去中心化、高安全性和不可篡改等优势初步应用于广泛行业^[1-3]。将区块链技术应用于电动汽车(electric vehicle, EV)充电交易可以使交易双方在遵循基本规约的前提下,获得自主权、开放权,进一步激发电力交易市场活跃度^[4-7]。

文献[8]研究如何在区块链中存储和验证EV充电相关数据,以及基于区块链的信息系统(information system, IS)技术处理EV充电交易支付问题。文献[9]制定了区块链智能电网系统下的新型EV充电方案,最大限度地降低电网功率等级以及EV用户充电总成本。以上文献只将EV引入区块链,未考虑售电方,用户无法自主选择购电对象。为此,文献[10]提出将区块链应用于EV和充电站的计费系统,EV和充电站在区块链平台上收集计费信息,选择最方便的EV充电站,但未对能源进行分类,也未考虑区块链应用于EV充电交易对充电站造成的影响。文献[11]研究了目前EV充放电方案以及分布式能源市场的可行性,提出将区块链技术引入下一代电网,确保EV通过安全的分布式能源交易实现能源交易的自主权。文献[12]基于区块链和智能合约技术采用逆向拍卖机制完成EV购电交易匹配,提高竞争力较弱的电力卖方利润、降低购电者成本。但以上文献均基于EV无序充电模式进行研究,未对EV充电行为进行有序引导,增加了

电网的负担。

综上,目前研究提出将区块链加入EV充电交易最重要的目的是实现交易自治^[13],极大程度保证交易公开透明及数据安全^[14-16],为电力交易提供便捷高效、安全可行的管理平台^[17]。因此,文中基于区块链与电力市场相似的网络拓扑形态^[18],对区块链引入EV充电交易过程的合理性及优势进行分析,将电力能源分类,建立较为完善的“多卖方-多买方”EV充电交易模型,对EV充电进行有序引导,制定既能满足EV车主各类需求,又能提升新能源消纳率、减少碳排放的最优充电交易方案。

1 区块链下的EV充电交易框架

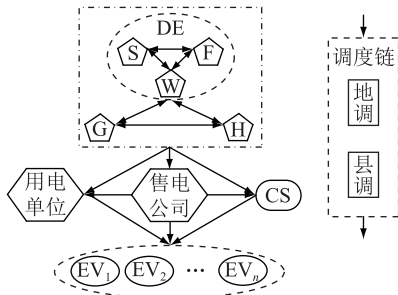
作为一种拥有智能合约、公开透明、高安全性的分布式数据库^[19],区块链技术的各节点地位平等这一去中心化特性可以杜绝电网垄断现象^[20]。通过市场化的方式还原电力商品属性,开放用户自主定价的权利,使用户不再是被分配的角色,而是主导交易的控制者,可以依据发电方提供的分时电价、地理位置来选择交易对象并制定最优购电方案^[21]。信息的公开透明及不可篡改为用户提供了较高的参考价值^[22],在保证安全、高效的同时,提高了电力市场的竞争力,激发了交易市场的灵活性。

由于区块链具有去中心化、透明公开、安全性高等优点,文中建立了基于区块链技术的EV充电交易框架,如图1所示。在此框架中,售电方包括常规能源电厂、分布式新能源、售电公司以及EV充电站,购电方包括售电公司、EV、用电单位及EV充电站,每个用户或机构占据一个节点,售、购电双方根

收稿日期:2020-05-23;修回日期:2020-06-30

基金项目:国家重点研发计划资助项目“电动汽车基础设施运行安全与互联互通技术”(2016YFB0101800)

据自己的要求在区块链上发布预交易信息:交易电量、预期价格、地域、交易时间。各用户对全网用户提供的预交易信息进行比较,自主选择交易对象。例如,通过综合比较全网发布信息,即地域、价格、信誉度等,EV 用户可从分布式新能源、火电站、售电公司或 EV 充电站中选择购电对象,以达到利益最大化,交易双方沟通后协商交易信息达成协议。区块链中的各用户也可以根据全网发布的售购电信息,选择让区块链自动匹配交易对象,拟定智能合约。当发电机构发生停电事故时,用电单位可以通过区块链向 EV 用户购电,以保证重要部门仍可以正常工作,电量存在盈余的 EV 车主可以通过售电获取较为可观的收益^[23]。调度链包括地调、县调,各级单位分层管辖。在留出一定超额裕度的前提下,调度部门提前分配各区域电力交易量,在区块链平台全网播报,预先保障校核安全。由于可能存在部分交易量超额的情况,调度部门基于合约草案对电量、地域等再次进行安全校核。



S为光伏发电集成商;F为风力发电集成商;H为火力发电集成商;W为水力发电集成商;G为燃气发电集成商;CS为EV充电站;EV_n为EV用户;DE为分布式能源

图1 EV充电交易框架

Fig.1 Framework of EV charging transaction

区块链架构下的EV交易流程如图2所示。(1)调度链在区块链平台上发布各时段可交易的电量信息;(2)EV集成商及EV充电站接收电量信息,提交交易要求及预期电价;(3)集成商及充电站根据自身意向初步选择交易对象,在交易池内协商交易时段的电价;(4)协商达成后上传至区块链拟出合约草案;(5)全网广播,调度链校核交易信息;(6)若校核通过,智能合约生成,达到触发条件后交易强制执行,若校核未通过,则交易请求失败,此交易额度失效。

2 交易模型

凭借区块链平台去中心化及安全性高的优势,文中交易模型在已有EV购电模型的基础上引入了交易对象选择及电价协商环节,实现用户的个性化

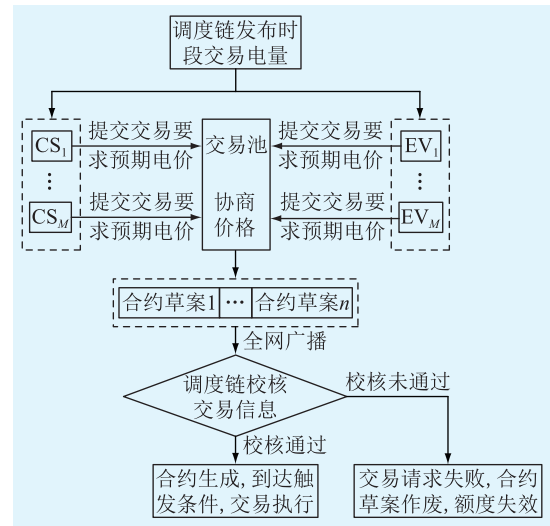


图2 EV充电交易流程

Fig.2 Flow chart of EV charging transaction

需求,并针对区块链平台合约交易强制执行的特点对交易电量进行约束。

2.1 目标函数

基于全网信息,EV聚合商以交易总成本 C_{total} 最小为目标在自身节点处制定购电计划,售电集成商以交易总利润 P 最大为目标制定售电计划。

$$\min C_{total} = \min \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M C_{i,j} \quad (1)$$

$$\max P = \max \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N P_{i,j} \quad (2)$$

式中: N 为EV聚合商数量; M 为售电集成商数量; $C_{i,j}$ 为EV聚合商 i 向售电集成商 j 购电的成本; $P_{i,j}$ 为售电集成商 j 向EV聚合商 i 售电的利润。

EV聚合商 i 向售电集成商 j 购电的成本包含购电费用、输配电费用及碳排放成本,即式(3)。

$$C_{i,j} = \sum_{t=1}^T [(C_{i,j,t} + C_{i,j,t}^S) M_{i,j,t} + \lambda_j C_{i,j,t}^0] \quad (3)$$

式中: $C_{i,j,t}$ 为EV聚合商 i 与售电集成商 j 在 t 时段的交易电价; T 为一天的小时数; $C_{i,j,t}^S$ 为EV聚合商 i 与售电集成商 j 在 t 时段交易的输配电价; $M_{i,j,t}$ 为EV聚合商 i 与售电集成商 j 在 t 时段的交易电量; λ_j 为向售电集成商 j 购电需要支付的碳排放成本系数; $C_{i,j,t}^0$ 为售电集成商 j 发电过程中产生的碳排放成本。

所有交易参与者将预交易信息发布至区块链,交易意向双方在交易池中进行交易属性协商,包括电价及电量。协商电价 $C_{i,j,t}$ 计算如下:

$$C_{i,j,t} = k_1 C_{i,t} + k_2 C_{j,t} \quad (4)$$

式中: k_1, k_2 为价格协商系数; $C_{i,t}$ 为EV聚合商 i 预购电电价; $C_{j,t}$ 为售电集成商 j 预售电电价。

碳排放成本 $C_{i,j,t}^Q$ 是对生产交易电量造成的碳排放进行惩罚,计算如式(5)所示。光伏发电厂、风力发电厂以及燃气发电厂的碳排放因子均为 0,火力发电厂的碳排放因子为 0.735 6。

$$C_{i,j,t}^Q = e_j RM_{i,j,t} \quad (5)$$

式中: e_j 为售电方 j 的单位电量碳排放因子; R 为单位碳补偿价格。

售电聚合商交易利润包括售电收入、输配电费用、发电成本及碳排放成本。

$$P_{i,j} = \sum_{t=1}^T [(C_{i,j,t} - C_{i,j,t}^S)M_{i,j,t} - C_{i,j,t}^F - C_{i,j,t}^Q] \quad (6)$$

式中: $C_{i,j,t}^F$ 为售电方 j 发电 $M_{i,j,t}$ 的成本。

2.2 区块链平台交易约束

(1) EV 购电量约束。EV 集成商 i 在 t 时段所需电量为 $K_{i,t}$,购电量需要满足:

$$\sum_{j=1}^M M_{i,j,t} = K_{i,t} \quad (7)$$

(2) 发电方售电量约束。区块链安全性、可信程度极高,智能合约达成后,满足触发条件交易强制执行。由于可再生能源具有出力不确定性,因此新能源发电聚合商需要留出一定的电量裕度,以保证交易成功。

$$0 \leq \sum_{i=1}^N M_{i,j,t} \leq \partial_{j,t} H_{j,t} \quad (8)$$

式中: $\partial_{j,t}$ 为电厂 j 在 t 时段发电备用裕度系数; $H_{j,t}$ 为电厂 j 在 t 时段发电量额度。

2.3 模型求解

考虑交易双方利益,将多目标转化为单目标函数,对函数 $\max P - \min C_{\text{total}}$ 进行优化求解。具体求解流程如下:

(1) 将松弛变量加入所建模型中,将模型化为标准形式;

(2) 挑选单位矩阵作为初始基,变量包括协商电价、交易对象、交易电量,基于约束条件得到初始基对应的基可行解;

(3) 对非基变量对应的检验数进行检验,判定此基可行解是否为最优解;

(4) 从一个基可行解转换到相邻目标函数值更大的基可行解;

(5) 重复步骤(3)和(4),直至求出最优解。

3 算例分析

3.1 参数设置

文中交易系统含 8 万辆 EV,每个 EV 集成商管理 1 万辆 EV。考虑到充电效率、电能质量、便捷性

等因素,EV 集成商主要向 EV 充电站购电,向用户单位和售电单位购电几率较小,因此,算例中 EV 集成商仅向 4 个 EV 充电站购电。4 个 EV 充电站电力来源分别为光伏发电厂($j=1$)、风力发电厂($j=2$)、火力发电厂($j=3$)以及燃气发电厂($j=4$)。算例模型如图 3 所示,其中 EVI 为 EV 集成商,光伏发电集成商售电时间为 5:00—19:00。输配电价由售、购电用户共同承担,故算例中 $C_{i,j,t}^S$ 设为 0.195 元/(kW·h)(江苏省输配电价^[24]的一半)。

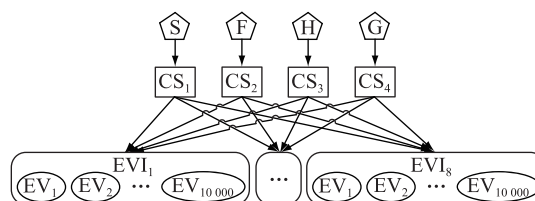


图 3 EV 充电交易算例模型

Fig.3 Model of EV charging transaction calculation

3.2 仿真结果与分析

基于区块链平台的电力交易,各节点用户根据自身意愿选择交易对象及交易属性,激发了电力市场的活跃度。而传统电力市场交易双方依托电网进行交易,购电方无法选择电力类型、交易对象。文中制定了 2 种交易平台下 EV 最优购电策略,对比分析了 2 种交易平台下的电力交易情况。平台 1 为传统电力市场交易平台,EV 聚合商的购电总成本最低;平台 2 为区块链平台,EV 聚合商 1 的购电要求为环保性最优,EV 聚合商 2、3 仅向新能源购电,EV 聚合商 4—8 的购电要求为总成本最低。

首先,求出 2 种交易平台下满足各 EV 聚合商要求,且总购电成本最小的充电方案。4 个发电厂在 2 种交易平台下的实时售电量如图 4—图 7 所示。区块链平台下的部分 EV 聚合商以新能源电厂为主要购电来源,与传统交易市场相比,光伏电厂在运行时段的售电量均有所增加,高于 27 MW·h。风电厂 6:00—19:00 的售电量大幅度提高,在 26 MW·h 附近波动,20:00—次日 5:00,风电厂售出满额电量 30 MW·h。由图 6 可知,为了达到 EV 聚合商环保性以及支持新能源的要求,火电厂售电量在一天的各个时段中,均明显减少,尤其在 5:00—20:00,此时光电厂开始售电,火电厂的售电量约为 12 MW·h,在 7:00 售电减少量高达 11.59 MW·h。燃气电厂售电量的变化也极为显著,在光电厂售电时段,燃气电厂售电量仅略高于火电厂,在光电厂非售电时段,燃气电厂售电量的增多弥补了火电厂的售电减少量。

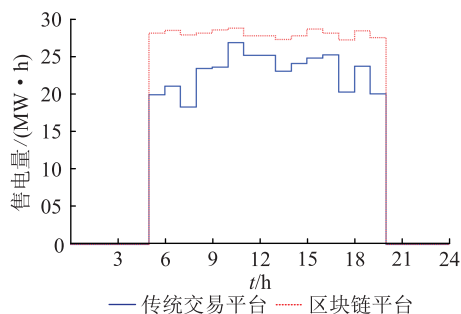


图4 光伏电厂实时售电量

Fig.4 Real-time sales of electricity in PV plant

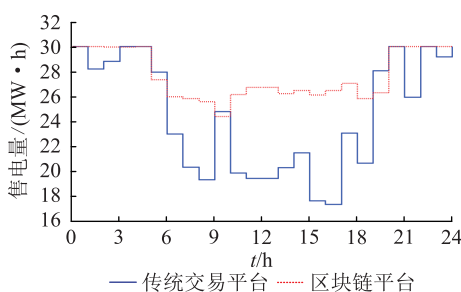


图5 风电厂实时售电量

Fig.5 Real-time sales of electricity in wind power plant

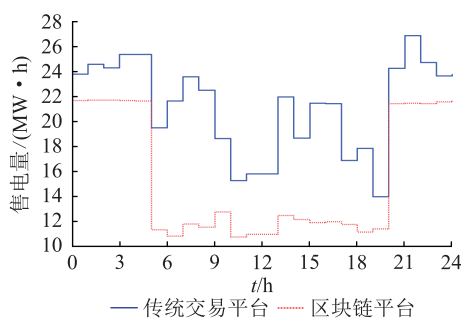


图6 火电厂实时售电量

Fig.6 Real-time sales of electricity in thermal power plant

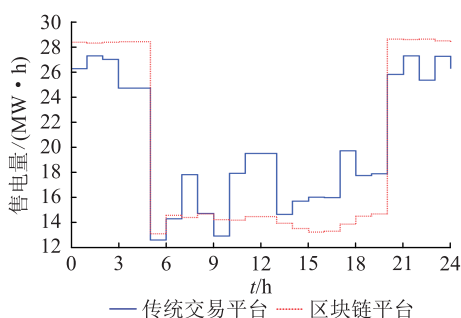


图7 燃气电厂实时售电量

Fig.7 Real-time sales of electricity in gas power plant

各类EV聚合商在2种交易平台下的购电方案如表1所示。传统电力市场交易平台下,火电及燃气轮机售电量较高。当区块链平台能够满足EV聚合商各类需求时,购电来源变化较为明显。考虑到环保性,EV聚合商不购买排放氮、硫的火电,故向

燃气电源的购电量增加至107.5 MW·h。EV聚合商2仅向新能源购电,由于光电的售电时间有限制,向充电站1、2的购电量分别为78.0 MW·h和162.0 MW·h。由于EV聚合商2大力向充电站1、2购电,所以聚合商4的风电购买量减少,与充电站3、4的交易量增加。

表1 EV聚合商购电量

Table 1 EV aggregator purchases electricity

平台	EV聚合商	光电/(MW·h)	风电/(MW·h)	火电/(MW·h)	燃气/(MW·h)
传统交易平台	1	40.9	72.3	65.7	61.1
区块链平台	1	49.2	83.3	0	107.5
区块链平台	2	78.0	162.0	0	0
区块链平台	4	40.5	52.5	74.2	72.8

2种交易平台下各发电站的售电总量及总收入如表2所示。传统电力交易平台下,以总购电成本最小为目标,由于碳排放罚金的引入,火电不再是首选购电对象,交易量居于风电之后。区块链平台下交易时,EV聚合商1、2、3分别提出了环保以及支持新能源的要求,充电站1、2售电量及日收入大幅度升高,充电站3售电量削减尤为明显,EV聚合商1、2拒绝购入火电,使得充电站3日收入显著降低。

表2 各发电站售电总量及收入对比

Table 2 Total electricity sales and revenue of each power station under two scenarios

EV充电站	发电类型	传统交易平台		区块链平台	
		售电量/(MW·h)	日收入/万元	售电量/(MW·h)	日收入/万元
1	光伏	342.58	18.165	419.90	22.432
2	风力	586.21	33.832	663.72	38.850
3	火力	506.68	30.663	369.15	22.332
4	燃气	484.53	34.208	469.22	33.127

综合2种交易平台下的交易方案,对比可知,借助区块链去中心化、高安全性的优点,EV聚合商可以根据需求自主选择购电方,有效降低火电厂售电量,提升新能源电厂收益,提高系统环境效益,同时激励电力交易市场更加活跃。

4 结语

文中将EV充电交易与区块链技术相结合,EV聚合商及发电聚合商作为区块链的节点,被授权后可以获取全网数据及信息,通过比对各节点的交易记录、预交易价格,选出满足自己需求的对象并进行协商,基于区块链平台规则展开交易,实现用户利益最大化。

EV 充电交易中应用区块链技术为 EV 用户带来了极大便利,满足各类用户需求的同时还能有效提升新能源电厂收益,降低火电厂售电量,从而减少碳排放。将区块链技术加入 EV 充电交易是具有前瞻性的举措,其去中心化及不可篡改的优势有助于开放交易市场,减轻电力部门工作任务,构建更加完善的电力交易平台。在今后工作中将进行区块链平台与其他平台的对比,进一步分析其优劣性。

本文得到国网江苏省电力有限公司科技项目“支撑能源变革发展的多元多时空主动协调控制技术的研究及应用”(SGJSSZ00FCJS1902071)资助,谨此致谢!

参考文献:

- [1] 杨德昌,赵肖余,徐梓潇,等. 区块链在能源互联网中应用现状分析和前景展望[J]. 中国电机工程学报,2017,37(13):3664-3671.
YANG Dechang, ZHAO Xiaoyu, XU Zixiao, et al. Developing status and prospect analysis of blockchain in energy internet[J]. Proceedings of the CSEE,2017,37(13):3664-3671.
- [2] 徐健,温蜜,张凯,等. 基于区块链的分布式电能竞价交易平台设计[J]. 智慧电力,2019,47(10):56-62,84.
XU Jian, WEN Mi, ZHANG Kai, et al. Bidding transaction platform for distributed electrical energy based on blockchain[J]. Smart Power,2019,47(10):56-62,84.
- [3] 于韶源,杨胜春,李亚平,等. 基于区块链智能合约的分布式发电市场化交易机制研究[J]. 智慧电力,2018,46(10):43-48.
YU Shaoyuan, YANG Shengchun, LI Yaping, et al. Research on distributed generation marketization-oriented electricity transaction mechanism based on blockchain smart contract[J]. Smart Power,2018,46(10):43-48.
- [4] 刘建功,谷毅,代贤忠,等. 车-桩-网互动对配电网综合效益影响分析[J]. 智慧电力,2018,46(11):7-13.
LIU Jianguo, GU Yi, DAI Xianzhong, et al. Influence of EV-pile-grid interaction on comprehensive benefits of distribution grid[J]. Smart Power,2018,46(11):7-13.
- [5] BERENTSEN A. Aleksander berentsen recommends "Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system" by Satoshi Nakamoto [M]//21st Century Economics. 2019.
- [6] 李晓坤,邵娜,刘清源,等. 基于 BlockChain 的电子公文交换加密方法研究[J]. 电测与仪表,2019,56(12):37-43.
LI Xiaokun, SHAO Na, LIU Qingyuan, et al. Research on encryption method of electronic document exchange based on BlockChain [J]. Electrical Measurement & Instrumentation. 2019,56(12):37-43.
- [7] 卢继哲,阿辽沙·叶,刘宣,等. 基于区块链技术的分布式电能计量数据采集及安全机制研究[J/OL]. 电测与仪表:1-8. [2020-05-04]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/23.1202.TH.20191128.1350.011.html>.
LU Jizhe, YE Aliaosha, LIU Xuan, et al. Research on distributed energy metering data collection and security mechanism based on blockchain technology[J/OL]. Electrical Measurement & Instrumentation:1-8 [2020-05-04]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/23.1202.TH.20191128.1350.011.html>.
- [8] KIRPES Benedikt, BECKER Christian. Processing electric vehicle charging transactions in a blockchain-based information system [C]//Americas Conference on Information System 2018: Digital Disruption, AMCIS 2018. 2018.
- [9] LIU C, CHAI K K, ZHANG X, et al. Adaptive Blockchain-based electric vehicle participation scheme in smart grid platform[J]. IEEE Access,2018(6):25657-25665.
- [10] MATEVŽ Pustišek, KOS A, SEDLAR U. Blockchain based autonomous selection of electric vehicle charging station [C]//International Conference on Identification. 2018.
- [11] LIU C, CHAI K K, LAU E T, et al. Blockchain based energy trading model for electric vehicle charging schemes [M]//Smart Grid and Innovative Frontiers in Telecommunications. 2018.
- [12] LIU Haiqing, ZHANG Yan, ZHENG Shiqiang, et al. Electric vehicle power trading mechanism based on blockchain and smart contract in V2G network [J]. IEEE Access,2019(7):160546-160558.
- [13] 余维,胡跃,杨晓宇,等. 基于能源区块链网络的虚拟电厂运行与调度模型[J]. 中国电机工程学报,2017,37(13):3729-3736.
SHE Wei, HU Yue, YANG Xiaoyu, et al. Virtual power plant operation and scheduling model based on energy blockchain network[J]. Proceedings of the CSEE,2017,37(13):3729-3736.
- [14] 王冠男,杨镜非,王硕,等. 考虑 EV 换电站调度和区块链数据存储的电网分布式优化[J]. 电力系统自动化,2019,43(8):149-166,257.
WANG Guannan, YANG Jingfei, WANG Shuo, et al. Distributed optimization of power grid considering dispatch of electric vehicle battery swapping station and blockchain storage [J]. Automation of Electric Power Systems,2019,43(8):149-166,257.
- [15] 颜拥,赵俊华,文福拴,等. 能源系统中的区块链:概念、应用与展望[J]. 电力建设,2017,38(2):12-20.
YAN Yong, ZHAO Junhua, WEN Fushuan, et al. Blockchain in energy systems: concepts, applications and perspectives [J]. Electric Power Construction,2017,38(2):12-20.
- [16] 李绍龙,李申章,孙捷. 区块链在电网重建中的应用前瞻[J]. 电子技术与软件工程,2017(16):219-221.
LI Shaolong, LI Shen zhang, SUN Jie. Prospect of Application of blockchain in power network reconstruction [J]. Electronic Technology & Software Engineering,2017(16):219-221.
- [17] 邵炜晖,许维胜,徐志宇,等. 基于区块链的虚拟电厂模型研究[J]. 计算机科学,2018,45(2):25-31.
SHAO Weihui, XU Weisheng, XU Zhiyu, et al. Study on virtual power plant model based on blockchain [J]. Computer Science,2018,45(2):25-31.
- [18] 刘妍,谭建成. 基于区块链技术的大用户直购电模式实现

- 研究[J]. 电力信息与通信技术,2018,16(7):94-100.
- LIU Yan,TAN Jiancheng. Application of block chain technology in large consumers' direct purchase[J]. Electric Power Information and Communication Technology, 2018, 16 (7): 94-100.
- [19] HUANG Xiaohong,ZHANG Yong,LI Dandan,et al. An optimal scheduling algorithm for hybrid EV charging scenario using consortium blockchains[J]. Future Generation Computer Systems,2019(91):555-562.
- [20] 王惠洲,于艾清. 基于联盟区块链交易平台的电动汽车有序充电相对鲁棒优化[J]. 中国电力,2019,52(8):126-134. WANG Huizhou,YU Aiqing. Relative robust optimization of coordinated charging of electric vehicles based on the consortium blockchain trading platform[J]. Electric Power,2019,52(8):126-134.
- [21] 龚钢军,王慧娟,张桐,等. 基于区块链的电力现货交易市场研究[J]. 中国电机工程学报,2018,38(23):6955-6966,7129. GONG Gangjun,WANG Huijuan,ZHANG Tong,et al. Research on electricity market about spot trading based on blockchain [J]. Proceedings of the CSEE, 2018, 38 (23): 6955-6966,7129.
- [22] 王浩然,陈思捷,严正,等. 基于区块链的电动汽车充电站充电权交易:机制、模型、方法[J]. 中国电机工程学报,2020,40(2):425-436. WANG Haoran,CHEN Sijie,YAN Zheng,et al. Blockchain-enabled charging right trading among EV charging stations: mechanism,model,and method[J]. Proceedings of the CSEE, 2020,40(2):425-436.
- [23] 安杨,李华强,阚力丰,等. 考虑用户综合满意度的居民区电动汽车充放电优化策略[J]. 电测与仪表,2019,56(6):7-13. AN Yang,LI Huaqiang,KAN Lifeng,et al. Optimization of charge and discharge of electric vehicles in residential areas considering user's comprehensive satisfaction[J]. Electrical Measurement & Instrumentation,2019,56(6):7-13.
- [24] 江苏省物价局. 江苏省物价局关于江苏电网2017—2019年输配电价有关事项的通知[Z]. 江苏省:江苏省物价局,2017. Price Bureau of Jiangsu Province. Notice of price bureau of Jiangsu Province on Jiangsu power grid transmission and distribution price in 2017—2019[Z]. Jiangsu Province:Price Bureau of Jiangsu Province,2017.

作者简介:



陈妍希

陈妍希(1996),女,硕士在读,研究方向为电动汽车充电交易研究(E-mail:cyxchenyanxi_seu@163.com);

赵奇(1989),男,学士,工程师,从事电力系统及其自动化相关工作;

龚育成(1978),男,硕士,高级工程师,从事电力系统及其自动化相关工作。

EV charging transaction based on blockchain technology

CHEN Yanxi¹, ZHAO Qi², GONG Yucheng², XU Xiao¹, ZHU Lei¹, CHEN Zhong¹

(1. School of Electrical Engineering,Southeast University,Nanjing 210096,China;

2. Suzhou Power Supply Company of State Grid Jiangsu Electric Power Co.,Ltd.,Suzhou 215000,China)

Abstract: Aiming at the problems with low-safety and poor-autonomy existing in the large-scale electric vehicles (EV) during charging transaction, the EV charging transaction model based on blockchain technology is proposed. Under the competition mechanism of "multi-seller and multi-buyer" in power market, the commodity attributes of electricity are restored and the right of users to negotiate pricing is opened by utilizing the characteristics of blockchain technology for decentralization and high security. Firstly, EV charging transaction framework based on the blockchain architecture is established. And then, based on the similar network topology between the blockchain platform and the electricity market, EV charging transaction model under the blockchain architecture is established. Finally, comparatively analyze the charging schemes that meet the requirements of electric vehicle aggregators in the traditional electricity market and the electricity trading market under the blockchain platform. The results of calculation examples prove that the model established can meet the individual claims of electric vehicle aggregators, increase the revenue of new energy power plants, reduce carbon emissions, and provide a new idea for the electric vehicle charging trading market.

Keywords: electric vehicle; blockchain; charging transaction; optimal power purchasing plan; carbon emission

(编辑 方晶)