

基于公有链的分布式链上能源交易模式探究

魏 彬,刘晓锋,苟 航

(西华师范大学,四川 南充 637000)

[摘 要]区块链是一个去中心化、去信任的分布式数据平台。在能源交易网络中引入区块链技术,可以打破由第三方机构提供信任的瓶颈,并且能够保证能源在链上交易的可溯源、不可篡改以及交易智能化。本文首先分析了传统能源的交易模式、能源互联网基本概念以及在能源网络中引入区块链技术的必要性;提出了基于公有链的分布式链上能源交易模式,并且从基础能源碳排放权交易、基于智能合约的分布式能源入网策略选择以及能源存储销售等三个方面分析区块链核心技术在能源互联网中的应用;提出了区块链技术与能源网络的后续研究问题并总结了发展链上能源交易战略意义。

[关键词]区块链;能源互联网;智能合约;碳排放权;分布式能源

[中图分类号]TP399 [文献标志码]A [文章编号]2095-7602(2020)02-0041-07

1 研究背景

区块链是一种按照时间顺序将数据区块顺次相连组合成的链式数据结构,利用非对称加密技术生成数字签名来保证用户交易数据信息不可篡改和不可伪造的分布式账本,通过拜占庭容错保证区块链的一致性^[1-4]。具体地,区块链技术是利用链式数据结构来验证与存储数据,利用分布式共识算法来生成和更新数据,利用密码学的方式保证数据传输和访问的安全,利用由自动化脚本代码组成的智能合约来编程和操作数据的一种全新的分布式基础架构与计算范式^[5]。区块链技术被认为是继大型计算机、个人计算机、互联网、移动社交之后的第五次颠覆式计算范式,是人类信用进化史上继血缘信用、贵金属信用、央行纸币信用之后的第四个里程碑^[6]。区块链最大的特点在于去中心化,利用分布式共识机制、加密算法、P2P 对等网络传输和智能合约技术,节点无需第三方机构提供信任即可发生交易。

2016 年国家工信部公布的《中国区块链技术和应用发展白皮书》^[5]介绍了我国区块链技术发展蓝图以及未来区块链技术标准化方向和进程。《国务院关于印发“十三五”国家信息化规划的通知》^[7]首次将区块链作为战略性前沿技术。工信部《2018 年中国区块链产业发展白皮书》^[8]进一步介绍和分析了我国区块链技术产业发展现状,并总结了我国区块链技术产业的发展特点,对其后续发展提出了要求和展望。2017 年伊始,中国人民银行牵头的基于区块链的数字票据交易平台已经测试成功^[9]。

能源互联网作为信息技术与能源行业相结合的产物,区块链技术在众多互联网技术中脱颖而出,并有望成为解决能源互联网发展瓶颈问题的突破口^[10]。在能源网络的发展进程中,由单一、集中式能源交易模式逐步转变成为多元化能源协同参与的交易模式,在多元化的能源互联网中存在多种基础能源碳排放权交易、分布式能源入网策略选择以及能源存储销售等过程,这些过程具有参与对象复杂多变、交易发生频率高、数据冗杂、交易产生信息量大易造成管理难度大和信息安全保障缺失等诸多问题。引入区块链的数字签名、分布式

[收稿日期]2019-09-19

[作者简介]魏 彬,男,硕士研究生,从事计算机网络、区块链安全技术研究。

[通讯作者]刘晓锋,男,副教授,博士,从事计算机网络体系结构、路由与交换研究。

匿名传输、共识机制、智能合约等关键技术提出一个基于区块链的分布式链上能源交易模式,可以保证交易在有序、智能、公平、透明、安全、高效的前提下进行。

本文结合能源系统具有多边交易的特点与区块链技术的分布式存储技术的特点,提出基于区块链的分布式能源交易框架。

2 能源系统内部能源交易的特点

2.1 传统单一能源交易模式

在传统的能源市场中,主要存在电力系统、天然气、区域热/冷等单一能源交易市场。由于传统的电力、天然气等能源行业的封闭性、各类能源运行的自身特性的固有差异以及传统技术存在的壁垒等约束,导致难以实现能源之间在物理层面上的协调互补和联合规划。传统能源交易一般依赖于交易中心对能源交易进行规划和管理,即需要大量第三方机构加入来提供安全、信任的保证,并产生昂贵的第三方成本。传统能源交易过程中,能源系统、第三方中心机构、用户将进行频繁的信息校对和资金流通,需要耗费大量的时间成本,导致交易不能实时化。依赖第三方机构,市场交易数据、用户信息等大量信息被第三方机构掌握,极易发生数据丢失、数据被篡改等事件。

传统的集中式能源交易市场中各能源市场相对独立,市场主体与参与对象相对单一,从而形成市场垄断,降低市场活力与竞争力。不能较好地实现各大基础能源的协调整合,在一定程度上不利于国家能源行业可持续发展,不利于我国经济进一步健康持续发展。

2.2 能源互联网中的能源交易模式

能源互联网概念的提出,打破了单一能源市场的壁垒,实现能源供需动态平衡,提供一个能源多元化灵活供给市场。能源互联网是一种计算机领域的互联网技术与能源领域的能源生产、转换、传输、储存、交易以及能源市场的深度融合的新形式的能源产业形态。能源互联网具有“开发、互联、对等、分享”的特性,被认为是推动我国实现能源变革的关键技术平台^[11]。与传统能源市场相比,能源互联网市场支持多元化能源、多用户的接入,分散了市场压力,提供了分布式市场主体。

相对传统能源交易模式而言,能源互联网革新了能源市场交易模式,同时也为能源市场注入了新的活力,带来了更多的发展机遇。但是能源互联网在多元化能源之间的交易、能源与实体用户之间的交易等场景也暴露了能源互联网所面临的困难与挑战。(1) 需要建立一个中心化的监管机构,用于记录交易、账户信息;(2) 缺乏一个验证机构用于辨别交易信息的真伪、追溯信息来源;(3) 多元化能源交易难以快速决策出最优化方案等。

对于此,也有研究提出能源互联网中能源路由器^[12]以及虚拟电厂^[13]等解决方案。二者分别从不同的角度优化能源互联网的交易模式。其中能源路由器提出在能源互联网中部署大量的路由节点用于满足大量实体用户的接入和海量数据信息交互以及交易实时化;虚拟电厂则利用广泛聚合各分布式能源、平衡需求、分布式储能等方式对能源进行集中管理和调度。能源路由器与虚拟电厂因为缺乏一个公平、可信、成本低廉的交易平台,难以保证能源交易的健康、持续进行。因此能源互联网市场缺乏一个去中心化的、交易信息透明化的、交易可追溯的、交易信息可共识的技术框架或者交易平台。

2.3 探索新的能源交易模式

新型的能源交易模式应该具有参与主体多元化、商品多样化、决策分散化、信息透明化、交易实时化、管理市场化、约束层次化等特征。区块链技术的去中心化、开放、透明、可溯源等特性与能源互联网的“开发、互联、对等、分享”等理念以及新型能源交易模式特征相吻合^[14-15]。从理论上分析,将区块链技术引入能源互联网是可行的。

针对能源互联网潜在风险,区块链技术提供去中心化数据存储平台可以打破能源互联网对中心机构的依赖,解决能源互联网组建中心化数据库所需成本。区块链的分布式存储技术可整合风能、太阳能、潮汐能、地热能、生物能等多元化基础能源,避免形成单一能源僵局,有利于形成多元化基础能源协调整合、共同发力的局势。区块链提供的Merkle树形数据结构^[16-17]与基于PoW的共识机制^[18-19]保证了链上交易不可篡改与可追溯。区块链提供的数字签名技术通过非对称加密传输,保证了链上交易的数据的安全性与用户信息的隐蔽

性。区块链技术与能源互联网相辅相成,区块链技术为能源互联网的发展提供技术支持,促进能源互联网交易模式革新与新型能源体系建设,同时能源互联网为区块链技术提供应用场景,实现技术价值^[20]。

3 基于公有链的能源交易模式

3.1 公有链简介

根据区块链的开发对象以及参与对象的异同,将区块链分成三大类:私有链、公有链、联盟链^[21]。私有链仅对单独的实体进行开发,其应用场景如公司、集团内部;公有链则对所有实体用户开放,节点可任意加入,如比特币;联盟链同样也只针对某一特定组织开放,如医院、政府机关等。

比特币作为公有链的一个完美应用,充分体现了公有链的完全去中心化特点,同时任何节点(实体用户)可以进行交易和读取信息,也可以参与链上交易的确认与共识。公有链主要具有以下特点:(1)公有链开发者不能干涉用户,实体用户在公有链中的权益得到保障;(2)数据公开透明,实体用户可查看链上账户的交易活动;(3)匿名性,保障链上用户隐藏现实生活中的真实身份。

基于公有链的分布式能源互联网系统,可以支持多用户、分布式能源接入,保证链上交易合约执行自动化以及链上交易的公开透明、不可逆和可追溯。

3.2 能源区块链框架

能源协调互联是当前能源行业发展的一个重要趋势,提倡发展多元化冷、热、电、气等能源协调互补与综合利用的交易模式,以此完成对不可再生能源的可持续性开发以及可再生能源的充分利用^[22-24]。

区块链技术特点与能源互联网的理念在技术层面、市场层面具有一定的相似性。链上能源理念包扩二者去中心化思想、协同自治、合约自动执行以及市场公平公开化。区块链的去中心化是指整个网络中不存在强制性控制节点,网络中的每一个节点地位相同,可对链上数据信息进行相互备份,任何节点的损坏或者叛变不会影响整个区块链网络的运行。在能源互联网中,分布式能源和电网是重要组成部分,对去中心化程度要求比较高。区块链网络中各节点协同工作,不存在同一管理机构,由节点各自完成运行和维护,能源互联网中也强调系统自调度和生态化运行。区块链网络中可通过智能合约来实现合同执行的自动化、智能化,同时能源网络中的能源的接入、配发、输送、交易等过程中需要依靠系列智能设备完成交易的自动执行。区块链技术为不少应用场景建立了公开透明的市场机制,能源互联网中也在强调建立开放的、透明化的能源交易市场。

综合区块链技术的特性以及能源互联网的理念,提出链上能源交易框架。链上能源交易系统具有去中心化、透明化、系统自治、可追溯性等特点。基于公有链的分布式能源系统中,存在多种交易类型,如分布式能源供应过程的碳排放权交易、分布式能源智能接入策略选择、能源利用售卖交易等。各环节的参与实体各不相同,也具有不同的特性,各个环节也会产生大量的能源流和信息流。链上能源交易框架如图1所示。

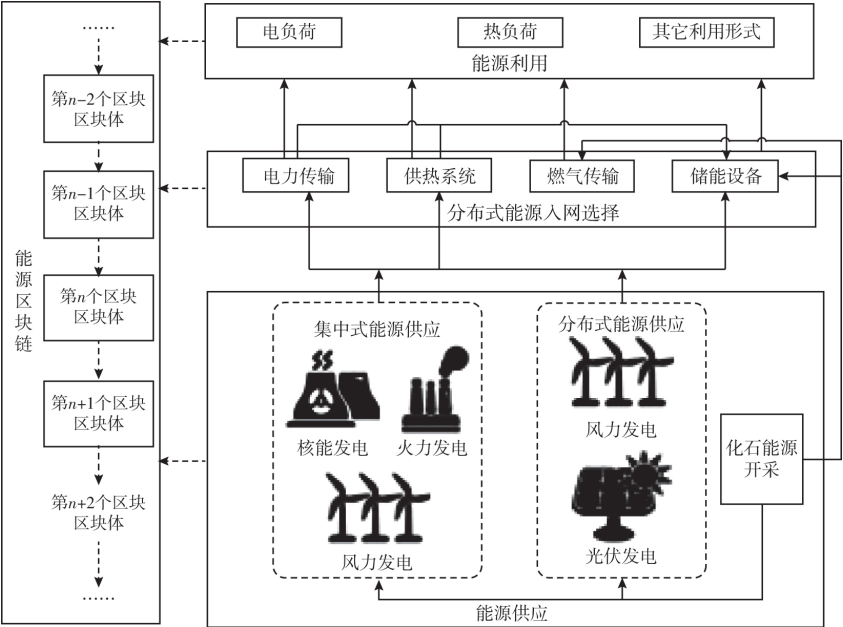


图1 能源区块链框架图

3.3 链上能源交易运行机制

3.3.1 链上碳排放权交易

在链上能源交易框架中,各参与能源交易的主体在链上共享能源数据、基础能源价格、用户信息、能源储存设备运行情况等信息。

在分式能源供应过程中,存在碳排放权^[25]交易。碳排放权是指各行业在生产过程中二氧化碳排放的一种分配和计量方式。碳排放权是可以交易的,国家政府部门根据我国碳减排目标,结合各行业碳排放情况,对从事生产活动的各主体配发一定额度的碳排放权,一旦碳排放量超过配额,即被处罚款。超过配额的碳排放权可以通过向碳排放权有余额的行业主体额外购买获得。通过碳排放权的交易,参与交易的实体共赢,一方将多余的碳排放权兑换为其他形式价值,另一方也可通过购买碳排放权免交昂贵罚金。以分布式能源供应系统中的分布式风力发电、分布式光伏发电、火力发电、核能发电为例。光能、风力、核能被视为清洁能源,相应的在能量转化过程中二氧化碳排放量较少,反之火力发电则是二氧化碳排放大户。研究显示,清洁能源光伏发电系统的碳排放强度为92.83 g/(kW·h),以煤炭为燃烧源的火力发电系统碳排放强度为811.2 g/(kW·h)^[26]。明显火电厂配额的二氧化碳排放量难以满足生产需求,企业追求利益最大化,便通过向分布式风力、光伏发电厂购买相应的碳排放权,在保障碳排放权足够、稳定经济效益的情况下继续进行生产活动。

在能源互联网中,生产单元二氧化碳碳排放权由政府部门进行配发。能源区块链中,利用区块链分布式记账技术,对生产单元所获得的碳排放权进行公证,并将公证结果广播全网,同时利用智能合约技术对整个网络中的碳排放量进行计量和监管。此时区块链具有两个功能:一是对碳排放超标且未购买额外的碳排放权的生产单元进行相应处罚甚至限制其生产活动;二是处理生产单元提交的碳排放权交易申请,此时若有足够的碳排放权提供交易,则发生碳排放权交易,既碳排放权发生转移,碳排放所有权每发生一次转移,该条碳排放权交易信息被记录在区块链中,并且不可篡改。链上碳排放权交易机制如图2所示。

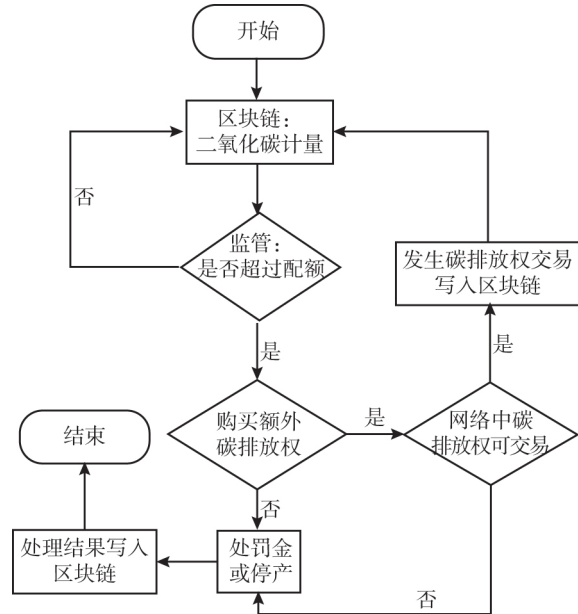


图2 链上碳排放权交易机制

3.3.2 链上能源接入网策略选择

分布式能源接入策略选择是能源互联网优势的最大体现。在能源互联网中,分布式能源的接入主要依托一系列的物理接口设备。区块链可为分布式能源接入网提供一个去中心化、分布式对等网络智能的决策平台,利用区块链的智能合约技术和分布式验证技术辅助能量物理接口设备完成能源接入决策。将能源单元的可接入标准编写为智能合约,确定区块链网络中的矿工对能源接入请求是否满足合约要求进行挖矿验证,满足合约则获得接入许可,反之此接入请求被忽略。在编写智能合约时,应包含能源来源、能源性质、能源供应量、能源价格、安全性能等属性作为准入能源的标准。能源互联网中分式能源接入网智能合约机制图如图3所示。

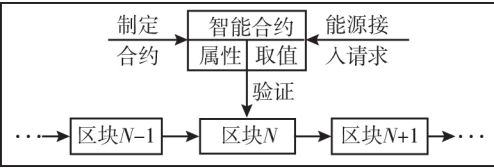


图3 分布式能源接入合约

基于区块链的能源入网策略选择机制可极大提高能源入网抉择效率,使得能源互联网更加智能化、决策更优化,允许多来源的能源单元自主参与入网抉择,完成实现系统的去中心化,同时也体现了能源互联网的平等、开放等特性。并且通过智能合约对接入系统的能源进行验证,确保了接入能源的安全高效、绿色清洁以及可持续发展标准。分布式能源接入验证机制为:(1)发布能源接入请求;(2)全网广播该请求;(3)矿工对能源是否与合约相符进行挖矿验证;(4)Yes 验证成功,响应能源接入请求;(5)No 验证失败,忽略能源接入请求;(6)将能源验证、接入结果写入区块。

3.3.3 链上能源交易

能源互联网的目的在于整合能源资源,利用分布式能源系统实现能源的协调与整合,最终将转换后的能源以用户需要的形式出售。以国家电网下的电力资源交易为例,国家电网属于盈利性服务行业,并在一定意义上具有垄断性质。在传统的电网电力交易中,有大量的第三方机构的加入以提供交易各个环节的信任担保,第三方信任机构的加入不仅会增大交易过程的额外开销,还会因为第三方机构提供虚假信任信息而导致交易无法公开透明,是电网交易发展的绊脚石。为打破传统电网电力交易对第三方信任机构的依赖,保证电力资源交易过程的公开透明,区块链为能源销售提供一个去中心化的公开透明的可追溯和不可篡改的交易平台。上链信息包含用户信息、能源信息、交易信息等内容,同时利用区块链的匿名性可以保证用户信息安全。基础能源经过转换后以电能的形式被用户消费。链上能源交易过程主要包含信息发布与匹配、交易信息上链、交易结算、交易储存等阶段,其交易过程和关键技术如表1所示。

表1 链上能源交易过程及关键技术

过程	阐述	关键技术
信息发布与匹配	具有交易资格的电力用户与分布式能源发电商通过网站或者应用程序注册并提出购售电请求,用户与供应商达成交易意向,即在该阶段已经完成了买卖双方的匹配,无须在区块链中进行匹配	共识机制、P2P 网络传输技术
交易信息上链	通过基于应用框架及区块链标准开发的区块链客户端向区块链写入上一阶段得到的数据信息,包括报价等初始信息和撮合匹配的信息,同时该阶段链上代码和链下处理的组合可以实现对区块链的监管,保护相关者的权益	共识机制、智能合约、密码学
交易结算	区块链接收到买卖双方的匹配信息后,对交易进行结算,实现资金由买方向卖方的自动转移	共识机制、智能合约、密码学
交易储存	记录交易内容,为下一轮的交易提供参考,在存储交易信息时,既要保证信息真实可查,也要保证这些信息不会被篡改,最终将交易的处理结果进行全网公告	共识机制、密码学、分布式存储技术、P2P 网络传输技术

4 后续研究问题

区块链的去中心化、开放透明等特点契合了能源发展的趋势。针对能源的发展与区块链技术的特性,国内外也陆续发布基于区块链平台的能源工程应用。美国是全球能源区块链技术开发与应用实施最为活跃的国家之一,美国纽约布鲁克林社区的 Tansactive Grid 项目是世界上最早投入实践的能源区块链项目^[27]。欧盟的 Scanergy 项目^[28]、德国电动汽车 Share&Charge 项目^[29]、澳大利亚弗里曼特尔项目、非洲 Sun Exchange 项目^[30]以及国内的浙江电力营销合同管理应用项目^[31]和能链科技碳票项目均是区块链在能源行业的应用代表,充分体现了区块链的去中心化、智能化、公开透明化等特性作为能源行业的补充,指明了能源网络新的发

展方向。

国内外在能源区块链工程上取得了一定的研究进展,但是仍然面临着一些关键技术问题。区块链技术自身处于发展阶段,尚存在需要升级或者完善的方面,并且基于区块链技术在能源行业的落地应用较少且规模较小,可能某些潜在的技术隐患尚未被察觉。因此在能源区块链应用的后续研究问题可总结为以下方面:第一,信息安全问题。能源区块链的参与节点数目较多,存在恶意节点对区块链的攻击导致信息泄露和区块链“51%”攻击对区块链链上信息造成的威胁。第二,数据维护和响应速率问题。在能源区块链中,参与记账的节点数目较多,因此需要对大量的分布式节点记录的信息进行处理、核验,数据量庞大,各个节点都需要对全网信息进行备份,数据维护存在一定困难。同时区块链通过对复杂数学问题求解以寻求最有处理方法,众多的参与节点产生的海量交易信息在传输、核验等过程的难度增大,影响交易的响应速率。第三,智能合约与能源协议融合问题。能源协议是指在能源系统中的各个环节均由国际和我国指定的标准和规范指导进行,现有的区块链智能合约项目规模较小、功能较单一,将能源系统的国际和我国标准通过信息化后融入智能合约尚未在能源系统中进行实际操作和实验探究。

5 结语

纵观全球能源区块链的发展动态,国内外在能源区块链的建设与发展上均是利用区块链所具有的开放透明、去中心化、分布式网络传输等独特优势保证不同利益主体间的互相信任以及交易信息的公开透明。本文分析了能源交易模式的发展,提出了基于区块链的分布式能源交易框架,该框架涉及底层能源碳排放权的交易验证、分布式能源趣味策略选择和以电力交易为例的去中心化交易模式。例举了国内外能源区块链相关工程应用的发展动态,分析了能源区块链后续研究问题。区块链在能源领域发挥积极的作用,但是区块链技术作为新生技术,在应用时仍然需要关注其在信息传输等方面的安全性问题,同时能源行业属于国家掌控与监管的领域,能源区块链应用的开发与落地需要相关政策法规的支持。

[参考文献]

- [1] NAKAMOTO S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system[EB/OL]. (2019-01-15) [2019-04-15]. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- [2] JOHNSON D, MENEZES A, VANSTONE S. The elliptic curve digital signature algorithm (ECDSA) [J]. International Journal of Information Security, 2001(1): 36-63.
- [3] WALPORT M. Distributed ledger technology: beyond blockchain[R]. Technical Report, 2016.
- [4] LAMPORT L, SHOSTAK R, PEASE M. The byzantine generals problem[C]. ACM Trans. On Programming Languages and Systems (TOPLAS), 1982(3): 382-401.
- [5] 苏汉. 工信部发布《2018年中国区块链产业发展白皮书》[J]. 中国汽配市场, 2018(2): 10.
- [6] SWAN M. Blockchain: blueprint for a new economy[M]. O'Reilly Media, Inc., 2015.
- [7] 国务院. 国务院关于印发“十三五”国家信息化规划的通知[EB/OL]. (2016-12-17) [2016-12-20]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/27/content_5153411.htm.
- [8] 工业和信息化部. 2018年中国区块链产业发展白皮书[EB/OL]. (2018-05-21) [2018-05-29]. <http://www.miit.gov.cn/n1146290/n1146402/n1146445/c6180238/content.html>.
- [9] 任安军. 运用区块链改造我国票据市场的思考[J]. 南方金融, 2016(3): 39-42.
- [10] 栾昊, 赵简. 区块链在能源互联网应用的前景展望[J]. 中国能源, 2016(8): 70-72.
- [11] 曾鸣, 白学祥, 李源非, 等. 基于复杂适应系统理论的能源互联网演化发展模型、机制及关键技术[J]. 电网技术, 2016(11): 3383-3390.
- [12] 田兵, 雷金勇, 许爱东, 等. 基于能源路由器的能源互联网结构及能源交易模式[J]. 南方电网技术, 2016(8): 11-16.
- [13] 魏向向, 杨德昌, 叶斌. 能源互联网中虚拟电厂的运行模式及启示[J]. 电力建设, 2016(4): 1-9.
- [14] 孙宏斌, 郭庆来, 潘昭光. 能源互联网: 理念、架构与前沿展望[J]. 电力系统自动化, 2015(19): 1-8.
- [15] 曾鸣, 程俊, 王雨晴, 等. 区块链框架下能源互联网多模块协同自治模式初探[J]. 中国电机工程学报, 2017(13): 3672-3681.
- [16] MERKLE R C. A digital signature based on a conventional encryption function[C]. The Conference on Advances in Cryptology, 1987: 369-378.

- [17]MERKLE R C. Protocols for public key cryptosystems [C]. IEEE Symposium on Security and Privacy 2014: 122.
- [18]袁勇,王飞跃. 区块链技术发展现状与展望 [J]. 自动化学报 2016(4) : 481 – 494.
- [19]DWORK C ,NAOR M. Pricing via processing or combatting junk mail [C]. International Cryptology Conference on Advances in Cryptology ,Springer – Verlag ,1992: 139 – 147.
- [20]丁伟,王国成,许爱东,等. 能源区块链的关键技术及信息安全问题研究 [J]. 中国电机工程学报 2018(4) : 1026 – 1034 ,1279.
- [21]蔡维德,郁莲,王荣,等. 基于区块链的应用系统开发方法研究 [J]. 软件学报 2017(6) : 1474 – 1487.
- [22]孙宏斌,郭庆来,潘昭光. 能源互联网: 理念、架构与前沿展望 [J]. 电力系统自动化 2015(19) : 1 – 8.
- [23]吴建中. 欧洲综合能源系统发展的驱动与现状 [J]. 电力系统自动化 2016(5) : 1 – 7.
- [24]董朝阳,赵俊华,文福拴,等. 从智能电网到能源互联网: 基本概念与研究框架 [J]. 电力系统自动化 2014(15) : 1 – 11.
- [25]陈启鑫,康重庆,夏清. 碳捕集电厂的运行机制研究与调峰效益分析 [J]. 中国电机工程学报 2010(7) : 22 – 28.
- [26]何津津. 基于生命周期评价的光伏发电碳排放研究 [D]. 南京: 南京航空航天大学 2017.
- [27]高芳. 美英两国区块链发展现状及对我国的启示 [J]. 情报工程 2017(2) : 13 – 19.
- [28]Energy roadmap 2050 [EB/OL]. (2018 – 04 – 11) [2019 – 01 – 11]. <http://www.roadmap2050.eu/>.
- [29]德国能源巨头 Innogy sE 开发 “Shareg ,Charge” 共享汽车区块链平台 [EB/OL]. (2018 – 04 – 11) [2019 – 01 – 10]. <http://www.fromgeek.com/finance/80216.html>.
- [30]吕诗宁,颜拥,丁麒,等. 能源互联网中的区块链应用: 优势、场景与案例 [J]. 浙江电力 2017(3) : 1 – 4.
- [31]碳链. [EB/OL]. (2018 – 04 – 11) [2019 – 01 – 14]. <http://www.energy-blockchain.com/proccer>. Carbon blockchain.

Research on the Energy Trading Mode of Distributed Chain Based on Public Chain

WEI Bin , LIU Xiao – feng , GOU Hang

(China West Normal University , Nanchong 637000 , China)

Abstract: Blockchain is a decentralized and detruated distributed data platform. The introduction of blockchain technology in the energy trading network can break the bottleneck of trust provided by third – party institutions , and can ensure the traceability of energy transactions on the chain , immutability and intelligent transactions. This article analyzes the traditional energy trading model , the basic concepts of the energy Internet , and the necessity of introducing blockchain technology in the energy network , it proposes a public blockchain – based distributed energy trading model on the blockchain and trades carbon emissions from basic energy. The selection of distributed energy network access strategy based on smart contracts and energy storage sales analyze the application of the core technology of the blockchain in the energy Internet , the follow – up research questions of the blockchain technology and energy network are proposed and the development chain is summarized significance in energy trading.

Key words: blockchain; energy internet; smart contract; carbon emission rights; distributed energy