

DOI:10.3969/j.issn.1674-1951.2021.05.004

区块链技术在能源数字经济中的应用研究

Application of blockchain technology in energy digital economy

王程,崔维平,高洪达,贺鹏,刘睿,刘键烨,陈光,李心达
WANG Cheng, CUI Weiping, GAO Hongda, HE Peng, LIU Rui, LIU Jianye,
CHEN Guang, LI Xinda

(国网能源研究院,北京 102209)
(State Grid Energy Research Institution, Beijing 102209, China)

摘要:区块链作为能源数字化的重要技术,具有分布式计算、存储、数据共享、共用、公开透明、不可篡改、可追溯等特点,可为能源业务数字化提供技术支撑。提出区块链破局能源数字经济理念,并从生产资料所有制、新型生产关系和产品的分配形式 3 个方面,解析区块链在构建能源数字经济新型生产关系中的作用,同时基于这种新型生产关系,分析区块链在能源数字经济领域中的 3 类应用场景,即区块链在能源数据计量、电子合同、停电保险业务方面的应用。通过对其应用场景的分析与总结,提出了需注重区块链在应用过程中商业模式与其他数字技术相融合的研究,今后发展还需着重解决存储空间、用户隐私等问题。

关键词:区块链;能源数字经济;新型生产关系;数据共享;人工智能;物联网

中图分类号:TK 01 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-1951(2021)05-0023-07

Abstract: As an important technology for energy digitization, blockchain technology is characterized by distributed computing, storage, data sharing, sharing, openness and transparency, non-tampering and traceability, which can provide technical support for this industry. The deadlock of energy digital economy can be broken by blockchain. The role of blockchain played in building a new production relationship in digital energy economy is analyzed from three aspects: ownership of the means of production, new production relations and product distribution. Meanwhile, based on the new production relationship, there are three application scenarios of blockchain in energy digital economy, namely the metering of energy data, electronic contracts and power outage insurance. By analyzing and summarizing the application scenarios above, it is expounded that the integration of business mode and other digital technologies is key to the research. In the development of blockchain, the storage space and user privacy are the key problems to be solved.

Keywords: blockchain; energy digital economy; new production relationship; data sharing; Artificial Intelligence; Internet of Things

0 引言

随着 5G 网络、数据中心、智慧物联网等新型基础设施施工建设的开展,一批大数据、人工智能、区块链等示范工程加速落地实施。能源行业作为关乎国计民生的重点行业,正经历着深刻的数字化变革,区块链技术作为传统能源业务与数字化技术结合的突破口之一^[1-4],因其技术特点能够为能源数字经济的发展提供技术支持而备受企业、专家学者关注^[5-8]。

数字基础设施建设的成效已经在货币金融、医疗卫生、供应链溯源、版权保护、智慧城市、物联网等领域取得一定成效^[8-11]。区块链技术作为数字基建技术重要组成部分,为相应数据分析、应用实施提供技术保障。

随着传统能源领域业务数字化的不断深入,能源企业对数据存储、分析、处理的需求不断增强,原本依靠人工手动填写、上传的数据处理方式已经不能够适应能源互联网时代的发展需求^[12-13],尤其是随着能源交易主体和模式日益多元化,能源数据体量、维度不断增加^[14-15],参与交易的各方主体对数据的共享、共用、可信的需求不断增强,区块链技术正是由于其具有分布式存储、可溯源、防止篡改、共享、共用等特点可为当前能源数字化业务难点与需

求提供解决方案^[16-18],但目前区块链在能源行业的应用场景维度仍较为单一,落地应用较少,与其他技术相融合的研究与应用不多。本文创新性提出“区块链+”的模式即应用区块链技术提升能源数字经济,与此相对应产生了“区块链+大云物移智”“区块链+数据”“区块链+平台”,并以此为基础破局能源数字经济。从生产要素、生产关系等层面分析区块链与能源数字经济之间关系,解释区块链在能源领域应用的重要性,同时从多维度出发设计3个能源企业区块链应用创新型场景,剖析区块链在能源行业的数据发掘与价值发现,通过“区块链+”理论在创新场景中的应用,证明其理论实践可行性,为后续区块链在能源数字经济中的应用提供参考。

本文首先从生产资料所有制、新型生产关系和产品的分配形式3个方面解析区块链构建能源数字经济下新型生产关系;然后依托能源“区块链+”设计3个创新应用场景;最后结合当前能源区块链应用情况,指出区块链在能源行业应用需解决问题与发展建议。

1 “区块链+”模型下的新型生产关系

区块链本质上是一个去中心化的分布式存储数据库,它打破了中心化机构授信,通过数据协议、加密算法、点对点传输和共识机制等技术,构建一种去中心化、不可篡改、安全可验证的数据库。建立一种新的信任体系,具有隐私性、账本共享、智能合约等特点。依托区块链自身技术特点并结合能源行业业务自身特点重塑能源数字经济新型生产关系。

1.1 区块链颠覆生产资料所有制形式

农业经济时代核心生产要素是土地,劳动者(农户)在交完地租后剩余生产成果归个人所有与支配;工业经济时代核心生产要素是资本,资本所有者(资本家)以资本驱动劳动者(工人)参与生产,并以工资、股票、期权等多种形式分享收益。

能源数字经济时代,生产者、所有者、使用者(消费者)三者的边界被进一步打通,区块链技术正是加快这一进程的关键力量。区块链的出现使得生产关系进一步变革,传统的“生产者-消费者”思维不再适用。区块链使能源生产者、所有者、使用者3类主体衔接更加紧密,区块链在分布式能源交易等场景的应用促使3个市场实体之间的边界逐渐变得模糊,如图1所示。特别是伴随着互联网、移动互联网、物联网的不断发展,各能源主体只要参与到社会分工的网络中,在价格信号引导下,能源的生产者与使用者之间就可以相互转换,价值的传递

将在区块链构建的新型网络平台即时分享。

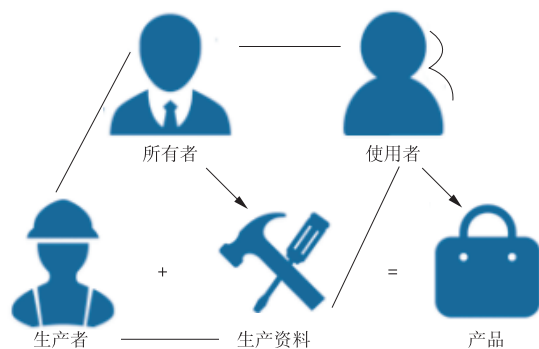


图1 区块链与生产者、所有者和使用者关系

Fig. 1 Relationship between producer, owner, user and blockchain

1.2 区块链重塑各能源主体间关系

区块链协助各主体构建了基于信任的新型生产关系,这是理解区块链对数字经济价值的关键。

其一,区块链重建了各能源主体间的信任关系。区块链具有不可篡改、可追溯、高透明等特性,通过建立一种全新的信任机制,使能源生产、传输、消费以低成本的方式建立相互信任关系,为交易维权等行为提供充分证据,最终重建各能源主体之间的信任关系。

其二,区块链能够在平等的基础上实现能源行业多中心之间的生产协作和协同。区块链能够实现多个节点之间的相互协作,且各个节点之间是一种平等关系。这一特性使能源区块链带来的协作关系不同于农业经济、工业经济中的租赁、雇佣关系,而是一种真正平等、互信、共享的协作关系。在这种关系中,各能源企业和消费主体因为利益的存在而自发、自愿进行生产,相比于以往的生产组织形式,区块链下的生产协作规模更大,协作成本有望降低。

1.3 区块链变革产品分配形式

区块链技术将使能源生产者可以直接把能源产品发布到网络或特定的交易池,能源产品分配过程不再过度依赖于单个节点、中心化的企业或平台。通过“智能合约”的方式,能源区块链技术能够实现对交易合约的自动化执行,从而实现对能源产品的自动化分配。

1.4 “区块链+”的不同模式

区块链技术建立了一种多节点之间自发的信任机制,可以解决能源商业活动中多个主体间的交易信息记录与共享,可信数据交换与业务传递等诉求,是驱动能源数字经济发展的新引擎。区块链与能源数字经济的结合,将改变原有能源生产资料的所有制形式、重构“能源产业链管理模式”、优化能

源数字化产品分配形式,对下一步能源数字经济的发展具有重要支撑、促进和放大作用。

1.4.1 区块链+大云物移智

构成能源数字经济的第1个维度是作为技术基础的能源数字技术。相比于传统的技术,能源数字技术具有很强的规模经济、网络经济等独有特征,在发展突破一定临界点后,增长速度将会极为迅猛。能源数字技术主要包含大数据、云存储、物联网、人工智能、边缘计算等技术,数据在数字经济中起到了至关重要的作用,区块链技术与其他数字技术相互融合,为数据的可信、可用、共用、共享提供全链条支撑。

区块链+数字技术:重点是将区块链与大数据、云计算、物联网、人工智能、边缘计算等新技术融合,解决能源数字经济下生产力的发展问题。能源区块链构建客户与能源企业、企业与企业之间的共享互信关系,有利于实现数据共享的最大化,改变各利益相关方之间关系。人工智能与区块链融合应用,能协助区块链分析、驱动、改变业务各链条之间的逻辑,实现业务逻辑的智能化处理。区块链能使人工智能信息传递更加精准,同时区块链中存储的数据也会成为人工智能分析数据的来源及人工智能服务的数据基础与分析对象。

1.4.2 区块链+数据

作为能源数字经济时代关键生产要素,能源数据在性质上和资本、劳动力等传统的生产要素存在着很多的不同。能源数据具有很强的规模效应和范围效应。

区块链+数据治理:重点是将能源区块链融入数据应用、发掘各环节,解决能源数字经济下数据的价值发现、发掘与应用场景的扩充问题。区块链可增强能源数据的公共品属性,通过智能合约和对应的共识机制建立能源企业间、企业与客户间数据互信关系,使数据共享,打破产业链数据共享使用壁垒,为数据价值发现与发掘提供基础。基于能源区块链建立的公有链、专有链、联盟链为能源数字化产品的商业化应用与推广提供平台,细分客户群体,扩大其规模效应和范围效应,提出相应数据产品的应用场景。

1.4.3 区块链+平台

在能源数字经济条件下,平台开始成为一种重要的经济组织形式。这种组织形式的兴起,一方面让生产力获得巨大的释放,并且给人们的生活带来巨大的便利,但另一方面也对人们的认知提出了很多新的挑战。

能源数字化平台不像传统企业那样直接生产

或销售商品,它们要做的更多的是匹配供需。需要指出的是,在不同平台竞争的条件下,先发的平台通常会具有更强的网络外部性,从而对客户产生更大的吸引,而后来进入的平台则很难吸引到足够的客户。这样,竞争的结果就很有可能产生客户向先发平台集中的情况。

区块链+平台:重点是用区块链对平台内外部资源进行非人工干预的最优化配置,对内提升效率,对外增强市场竞争能力,解决平台的内延与外扩问题,赋能分布式经济。

能源区块链通过分布式记账、非对称加密等技术优化能源企业资源配置,改变原有资源分配方式。对内业务实现点对点对接,简化业务流程,提升业务效率,对外增强能源数字产品竞争力。同时基于智能合约的能源区块链金融产品可有效降低企业管理和运营成本,有助于简化人工环节,使原有集中式业务办理转变为分布式办理,促进分布式经济发展。

2 能源区块链数字经济典型场景

2.1 数据管理

能源数据管理涵盖对能源企业数据的质量管理、数据应用、数据标准制度、数据安全规范等多个方面的内容。区块链作为数据管理的基础设施,通过其共享、可信、不可篡改等技术特点将全面提升能源数据管理效率,助力企业发展。

以能源计量为例,基于区块链的能源计量数据智能平台(如图2所示),通过区块链分布式物联代理装置,按照智能合约要求实现能源数据与数据使用方的自动化供需智能匹配,从而打破数据的部门壁垒。通过相关数据上链,降低了数据被篡改的可能性,增加了数据安全性。

区块链能源计量以区块链技术为基础,实现多元终端设备的可信接入以及多主体之间能源数据资源的优化配置,对内提升企业运行效率,对外增加其竞争力。

以“区块链+平台”为关键技术,在构建数据共享的全新技术方案基础上,加速数据在不同主体之间流通和价值释放。通过数据服务供应方与需求方的精准配对,增强数据分析、处理效率,为公司数据类业务创新发展应用提供数据共享、共用基础,盘活公司数据资源,激发各单位、各部门业务数据共用共享的积极性,提供满足客户和各种不同类型的终端设备的快速可信接入,实现数据资产的优化配置。

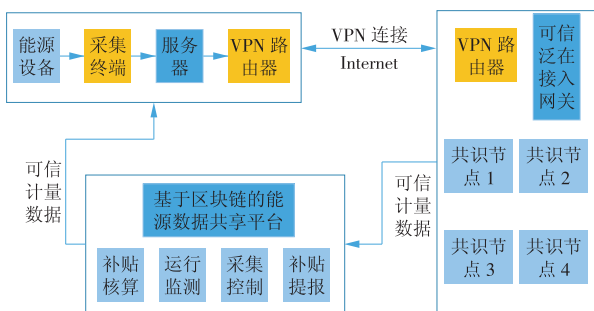


图2 基于区块链的能源计量数据智能平台设计
Fig.2 Intelligent platform design for energy metering
based on blockchain

2.2 电子凭证

传统凭证主要包含合同、收据、发票等,凭证的签订具有业务量大、业务频次高、流转时间长,纸张成本与人工成本高、纸质难以保存等弊端,区块链融合多种数字技术的电子凭证通过智能化的凭证服务,将加快凭证的流转速度,节省纸质资源,提高办事效率,实现全流程完善的证据链。

运用区块链技术实现电子合同的固定、上链、存证、真伪验证、取证、司法服务等全生命周期管理,项目建设内容包括实名认证服务、行为意愿确认服务、合同签署服务、合同真伪验证、司法支持服务5大内容。基于哈希函数、分布式账本、智能图像识别、云存储等数字化技术,对电子合同进行全生命周期管理,对用户注册、实名认证、数字证书发放、存证真伪辨识等关键业务提供服务,形成完整的区块链电子合同服务链条。结合了人工智能、云存储等关键技术的电子合同将极大地增强企业间、企业与个人间互信关系,实现电子合同从实名认证到内容确认再到合同存储的自动化链接,增强了电子合同的智能化水平。

基于“区块链+技术”的能源企业电子合同如图3所示,通过对上链数据合同的自动化管理,使链上信息对合同签订者完全公开透明,将之前单向串行单点合同签订方式改变为并行多点的方式,增强了数据的共用性,提高了企业办公效率。

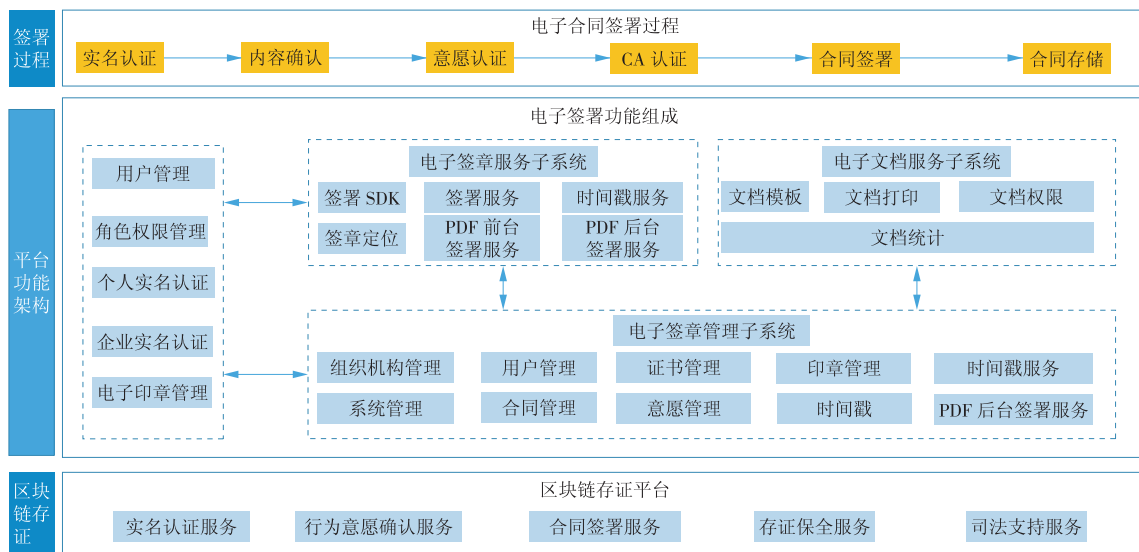


图3 基于区块链的电子合同

Fig. 3 Digital contract based on blockchain

2.3 电力金融

基于电力数据的区块链金融业务,根据客户需求 and 公司需求充分发掘电力数据价值,变革传统电力行业的金融模式,拓展公司电力金融新业务,打造汇聚电网企业、金融机构、用电客户、地方政府等多主体的互利共赢体。

通过区块链数据层、网络层、共识层、合约层、应用层的构建,完成基于区块链的电力商业保险业务的部署与应用。区块链商业保险通过对数据层中的数据区块、链式结构、时间戳、哈希算法等功能,实现区块链保险业务中居民个人信息、保险保额、赔偿方式等关键信息的安全加密,解决电力保

险相应数据造假与篡改的问题;这些加密的上链数据通过网络层进行双向验证为链上数据的共用共享提供基础,同时基于共识层的区块链保险则可以确保每一笔与保险相关的交易在所有记帐节点上的一致性和正确性;区块链的合约层则通过智能合约自动将保险合同分发至参与保险各业务需求方手中。商业保险最后通过应用层的应用程序(App)实现保险业务的应用与推广。

以区块链保险业务为例,区块链停电险(如图4所示,图中PBFT为实用拜占庭容错算法,BFT为传统拜占庭容错算法)应用客户用电属性及终端停电信号精准计算保费与理赔款,运用区块链技术搭建

互信高效的应用平台,创新实现了停电客户损失的有效避险,通过区块链停电险的设计,实现了电力数据价值变现,开拓了一种产业金融相结合的新型商业模式,为供电公司及保险公司双方打造盈利增长点,对构建互信、互利、共赢的电力金融生态圈具备样板意义。

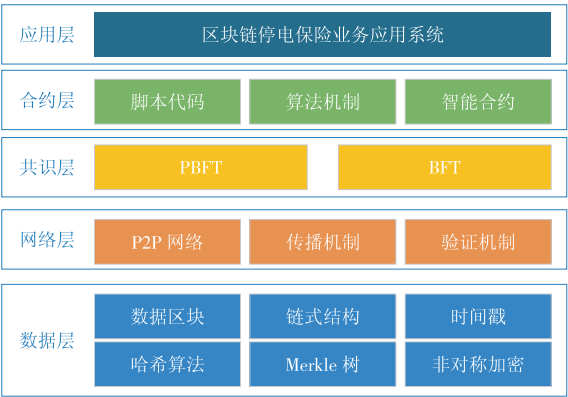


图 4 基于区块链的停电商业险技术架构
Fig. 4 Technical framework of commercial insurance based on blackout

打造区块链电力险业务,将保险合同设置为代码形式,免去理赔申请与现场查勘环节,解决了保险理赔程序繁琐、运营成本高的问题,实现快速实时理赔。运用智能合约技术实现电力故障停电险的自动赔付,通过商业模式创新,推动其落地实施。计算节点的构成上,对于供电公司、保险公司、综合能源公司等配置服务器或者使用云节点即可;对于用电用户,平台为用户提供 Web 和手机平台的节点应用,链上数据本地存储、许可共享,同时参与共识计算。

基于“区块链+数据治理”设计的区块链电力险业务,充分发掘电力数据潜力,实现能源电力数据应用场景的扩展。区块链电力险平台创新保险行业传统赔付模式,拓展公司电力金融新业务,促进电力客户、电网企业、金融机构、监管机构、地方政府等多方互利共赢,为公司带来新的市场业务盈利增长点。

3 能源区块链的发展前景和挑战分析

虽然区块链技术在能源领域已实现了初步的应用,但仍然存在一些挑战,包括区块链技术自身的局限性及区块链与能源领域结合所带来的问题。针对这些挑战,并结合国内外能源区块链项目的实际应用情况,本文从以下几个方面给出了区块链在应用过程中需注意的问题及发展建议。

3.1 需注意的问题

存储空间压力过大:区块链在能源领域的应用

将有效提升能源行业的生产效率,但随着能源数据、区块链使用人数的不断增加,区块链节点的数量会呈直线形上升,相应数据的生成、交易、存储都需要更多的存储空间,相对以前服务器只用改变 1 个或是几个服务器信息,现在需要更多次的信息存储与修改,与之相对应的存储空间、存储时间、能源消耗都提高了多倍。现阶段能源企业数据分析、处理、存储业务量不断增加,使区块链分布式存储数据、处理数据压力显著增加,上链节点数据存储空间需求呈线性增长。

区块链在应用推广的过程中存在用户隐私泄露的风险,相应数据安全与隐私保护问题需要重视。由于区块链分布式存储的设计结构,使得所有信息都会上链存储,一旦数据上链便无法删除和篡改,这些数据存储在分布式的账本中,其账本数据对上链用户透明,一旦出现用户泄露数据情况,则无法挽回和补救。在区块链大规模相关应用之前,既要提升员工对数据保护意识,又要加快相应数据安全立法。

3.2 发展建议

注重区块链项目的商业模式分析。目前区块链项目盈利性相对较弱,商业模式不明晰,不完善。区块链项目商业模式核心在于其盈利性分析,项目需结合能源领域特点在其设计阶段就对不同客户需求、产品服务设计、盈利模式与边界等商业模式核心问题进行研究,重点是以内外动力分析为基础,对能源数字产品服务功能形态、定价策略和营销渠道等方面进行针对性设计,从而确定相应的盈利模式,并通过商业模式的落地应用,不断完善迭代,增强能源区块链项目自身的可持续发展能力。

注重区块链技术与其他数字技术的融合。能源区块链技术的应用需要结合大数据、云计算、边缘计算、人工智能等数字化技术的发展与应用。如区块链可以与云计算结合,将自动合约内嵌入云计算 PasS 层,通过云平台创建自己的联盟链或者私有链使平台在链内自动执行分配规则。同时可从与云计算的 SaaS 层协作,使基于区块链的数字化产品如产品的防伪、保险的支付可以通过云计算的 SaaS 传递给消费者。区块链与云计算的相互融合可有效提升其应用智能化水平。

注重国内外能源区块链相关政策与法规。目前国内外能源领域区块链相关政策法规正在不断完善,相关标准和规范尚未完全建立,能源企业需要在政府能源政策发展框架下,梳理分析国内外能源区块链相关政策与法规,研究区块链发展趋势,并结合自身业务实际情况,制定符合国家政策

的能源区块链发展战略,实现企业能源区块链的发展助力国家能源发展与安全。

4 结束语

本文从“区块链+”构建新型生产关系着手,分别从区块链+技术、区块链+数据、区块链+平台 3 个维度着手分析区块链技术在能源行业应用突破口。设计了基于区块链的能源计量、电子合同与停电商业险 3 个应用场景,通过对应用场景的分析得出应用了区块链技术能够有效提升能源行业数据共用、共享水平,对内提升管理效率,对外提升营收水平的结论。基于区块链技术设计的应用场景将极大地提升参与双发的互信程度,增强应用场景落地的可行性,但用户隐私、存储空间等问题仍然是区块链发展过程中亟须解决的问题。

参考文献:

- [1]孙艺新,郑厚清.共享数据为电网增值[J].国家电网,2019(4):56-58.
SUN Yixin, ZHENG Houqing. Sharing data to add value to power grid[J]. State Grid, 2019(4): 56-58.
- [2]胡杰,唐静,谢仕义,等.基于大数据技术的电厂设备状态评估和预警应用研究[J].华电技术,2020,42(2):1-11.
HU Jie, TANG Jing, XIE Shiyi, et al. State assessment and early warning application for power plant equipment based on big data technology [J]. Huadian Technology, 2020, 42(2): 1-11.
- [3]王凤,周铁梁.基于大数据的大型装备全生命周期管理研究[J].华电技术,2020,42(2):12-16.
WANG Feng, ZHOU Tieliang. Explore the value of data for lifecycle management of large equipment [J]. Huadian Technology, 2020, 42(2): 12-16.
- [4]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,2018,38(4):1026-1034,1279.
DING Wei, WANG Guocheng, XU Aidong, et al. Research on key technologies and information security issues of energy blockchain [J]. CSEE, 2018, 38(4): 1026-1034, 1279.
- [5]TEUFEL B, SENTIC A, BARMET M. Blockchain energy: Blockchain in future energy systems [J]. Journal of Electronic Science and Technology, 2019, 17(4): 317-331.
- [6]叶明,王刚,周振,等.区块链技术在分布式电源电费结算中的应用研究[J].中国电力,2019,52(6):140-146.
YE Ming, WANG Gang, ZHOU Zhen, et al. Research on blockchain application in electricity charge settlement of distributed generation [J]. Electric Power, 2019, 52(6): 140-146.
- [7]OLIVIER V C, DAVID H D, BOUDOU P, et al. Cooperative energy management of a community of smart-buildings: A blockchain approach [J]. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 2020, 117, 105643.
- [8]王健,周念成,王强钢,等.基于区块链和连续双向拍卖机制的微电网直接交易模式及策略[J].中国电机工程学报,2018,38(17):5072-5084,5304.
WANG Jian, ZHOU Niancheng, WANG Qianggang, et al. Electricity direct transaction mode and strategy in microgrid based on blockchain and continuous double auction mechanism [J]. Proceedings of the CSEE, 2018, 38(17): 5072-5084, 5304.
- [9]工业和信息化部信息中心.2018年中国区块链产业白皮书 [EB/OL]. (2018-05-20) [2019-09-12]. <http://www.miit.gov.cn/n1146290/n1146402/n1146445/c6180238/part/6180297.pdf>.
- [10]马琳,褚德龙.区块链在医疗领域应用技术研究[J].智能计算机与应用,2019,9(4):286-287.
MA Lin, ZHU Delong. Research on application technology of blockchain in medical field [J]. Intelligent Computer and Application, 2019, 9(4): 286-287.
- [11]马昂,潘晓,吴雷,等.区块链技术基础及应用研究综述 [J].信息安全研究,2017,3(11):968-980.
MA Ang, PAN Xiao, WU Lei, et al. Overview of blockchain technology foundation and application research [J]. Information Security Research, 2017, 3(11): 968-980.
- [12]张山山,吴巧玲,王仁雷,等.基于“互联网+”的火电厂环保智能监管系统研究与应用[J].华电技术,2020,42(1):20-24.
ZHANG Shanshan, WU Qiaoling, WANG Renlei, et al. Research and application of environmental intelligent supervision system for thermal power plants based on "Internet+" [J]. Huadian Technology, 2020, 42(1): 20-24.
- [13]MA Y, WANG X, ZHOU X, et al. An overview of energy internet [C]. Control & Decision Conference, IEEE, 2016.
- [14]杨选忠,张浙波,赵申铁,等.基于区块链的含安全约束分布式电力交易方法[J].中国电力,2019,52(10):31-39.
YANG Xuanzhong, ZHANG Zhebo, ZHAO Shenyi, et al. Blockchain-based transactive method in distributed power considering security constraints [J]. Electric Power, 2019, 52(10): 31-39.
- [15]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.
- [16]王安平,范金刚,郭艳来.区块链在能源互联网中的应用 [J].电力信息与通信技术,2016,14(9):1-6.

WANG Anping, FAN Jingang, GUO Yanlai. Application of blockchain in energy interconnection [J]. Electric Power Information and Communication Technology, 2016, 14(9): 1-6.

[17] 张晋宾, 张子立, 李云波. 区块链: 概览、国际标准及在能源领域的应用分析[J]. 华电技术, 2020, 42(8): 1-10.

ZHANG Jinbin, ZHANG Zili, LI Yunbo. Blockchain: Overview, international standards and application analysis in energy field [J]. Huadian Technology, 2020, 42(8): 1-10.

[18] 杨晟, 孙跃, 龚钢军, 等. 基于能源区块链的综合能源服务研究[J]. 华电技术, 2020, 42(8): 11-16.

YANG Sheng, SUN Yue, GONG Gangjun, et al. Research on integrated energy services based on energy blockchain [J]. Huadian Technology, 2020, 42(8): 11-16.

(本文责编: 齐琳)

作者简介:

王程(1988—), 男, 河北衡水人, 高级研究员, 博士, 从事能源数字经济、能源规划研究等方面的工作(E-mail: wangcheng@sgeri.sgcc.com)。

贺鹏(1988—), 男, 辽宁阜新人, 工程师, 硕士, 从事电力运检、能源数字经济、能源规划研究等方面的工作(E-mail: hepeng@ln.sgcc.com)。

“能源物联网下的电力系统需求侧负荷调控技术”专刊征稿启事

随着碳达峰、碳中和“3060”目标的提出, 充分利用光伏、风电等新能源替代化石能源, 减少碳排放, 已成为我国经济进入高质量发展发展的内在要求和必然趋势。可以预见, 含高比例新能源的电力系统将很快成为现实。然而, 新能源发电受天气影响波动较大, 具有高度不确定性。为消纳波动的新能源, 维持电力供给侧和需求侧的实时平衡, 以火电为代表的大量传统机组频繁启停、爬坡, 运行能效低、排放高。正在兴起的5G和物联网技术赋予了需求侧海量负荷的实时监测和调控能力, 提供了维持电网平衡的新途径。可通过灵活调整储能电池、电动汽车、空调等负荷资源的用电, 在保证用户生活生产需求的前提下, 为电网提供调峰、调频、备用等服务。随着新能源的增加和传统机组的减少, 挖掘需求侧海量负荷的调节潜能是实现新能源高效清洁消纳、维持电网安全经济运行的有效途径。

为此, 《华电技术》特推出“能源物联网下的电力系统需求侧负荷调控技术”专刊, 邀请澳门大学智慧城市物联网国家重点实验室惠红勋博士、澳门大学智慧城市物联网国家重点实验室张洪财助理教授、浙江大学电气工程学院丁一教授担任特约主编, 共同探讨需求侧负荷调控领域发展的前沿成果、最新进展、关键技术及未来发展方向, 欢迎业内同仁踊跃投稿。

一、征稿范围(包括但不限于)

- (1) 负荷资源的建模与调节能力评估方法。
- (2) 大规模负荷资源的控制与优化方法。
- (3) 基于5G和能源物联网的负荷控制技术。
- (4) 基于数据驱动和数字孪生的负荷控制技术。
- (5) 多能源形态的负荷资源协同控制技术。
- (6) 极端事件下提升系统弹性的负荷调控技术。
- (7) 负荷资源的低碳用能建模与量化评估技术。
- (8) 负荷资源参与电力市场、碳排放市场的机制设计。

二、时间进度

专刊拟于2021年9月30日截稿, 2021年10期(10月25日)后择期出版。

三、征稿要求

- (1) 专刊只收录未公开发表的论文, 拒绝一稿多投。作者对论文内容的真实性和客观性负责。
- (2) 按照《华电技术》论文格式要求使用Word软件排版, 论文模板请在网站(www.hdpower.net)首页“作者中心”下载。
- (3) 请保留论文图片、曲线和表格原始文件, 并在投稿时按规定提交。
- (4) 论文作者应遵守相关学术不端规定。

四、投稿方式

- (1) 在线投稿(推荐): 登录在线采编系统(www.hdpower.net), 完成在线全文投稿, 欢迎投稿时推荐审稿人。
- (2) 邮箱投稿: hongxunhui@um.edu.mo(惠博士); hdjs-chd@vip.163.com(编辑部)。
- (3) 咨询联系: 刘芳 0371-58501060 13838002988; 杨满成 010-63918755 13801175292。