

能源电力区块链典型应用场景下的标准化研究

石竹玉^{1,3}, 王栋^{1,2}, 李达^{1,2}, 郭庆雷^{1,2}, 赵丙镇^{1,2}

(1. 国网区块链科技(北京)有限公司, 北京市 西城区 100031;

2. 国网数字科技控股有限公司, 北京市 西城区 100031;

3. 国网区块链技术实验室, 北京市 西城区 100031)

Research on Standardization in Typical Application Scenarios of Energy and Power Blockchain

SHI Zhuyu^{1,3}, WANG Dong^{1,2}, LI Da^{1,2}, GUO Qinglei^{1,2}, ZHAO Bingzhen^{1,2}

(1. State Grid Blockchain Technology (Beijing) Co., Ltd., Xicheng District, Beijing 100031, China;

2. State Grid Digital Technology Holding Co., Ltd., Xicheng District, Beijing 100031, China;

3. Blockchain Technology Laboratory of State Grid Corporation of China, Xicheng District, Beijing 100031, China)

Abstract: By virtue of its open, shared and collaborative technical form, blockchain technology is highly compatible with the strategic goal of building an energy Internet. It is an important technical basis for the transformation of energy and power. However, the lack of blockchain standards makes the application and promotion of blockchain technology lack effective guidance and norms, which seriously restricts the development of energy and power blockchain. First of all, the standardization status of blockchain technology and its application in the field of energy and power at home and abroad was comprehensively reviewed, and the deficiencies of the current situation was pointed out. Thus, the compatibility of blockchain technology in typical application scenarios of the energy Internet was analyzed, and its standardization requirements and standardization objects were sorted out in accordance with the GB/T 12366-2009 comprehensive standardization work guide. Finally, the ideas and paths for standard development to improve the energy and power blockchain were given. The standardization and standardization level of blockchain technology application will be improved.

Keywords: energy Internet; blockchain; standardization

摘要: 区块链技术凭借其开放、共享、协同的技术形态与

构建能源互联网和建设新型电力系统的战略目标高度契合,成为能源电力转型的重要技术基础,能源电力区块链领域标准的缺失,使得区块链技术的应用和推广缺乏有效的规范和指导,严重制约了能源电力区块链的发展。首先,全面梳理国内外区块链技术及其在能源电力领域应用的标准化现状,指出现状不足。其次,分析区块链技术与碳交易、绿电交易、分布式交易等低碳化典型应用场景的匹配性,然后,按照GB/T 12366—2009《综合标准化工作指南》梳理提炼出典型应用场景中的标准化需求以及标准化对象。最后给出标准研制的思路与路径,为提升能源电力区块链技术应用的标准水平、规范化水平提供参考。

关键词: 能源互联网; 区块链; 标准化

0 引言

随着“双碳”进程加快与能源转型深入推进,传统电力系统正在向清洁低碳、安全可控、灵活高效、开放互动、智能友好的新型电力系统演进,其技术基础、运行机理和功能形态将发生深刻变化。共享储能、分布式光伏、分散式风电等清洁能源产业迎来焕新发展的机遇和挑战,相较传统能源产业,新型电力系统涌现出能源主体分散多元、“源-网-荷-储”强联动、产业链上下游强交互等行业新特点^[1-3]。

近年来,区块链技术快速发展,引起国际上的广泛关注,区块链的技术形态具有开放、共享、去中心化、协同的特点,与构建能源互联网和新型电力系统的战略目标高度契合,是能源电力转型的重要技术基础。在适应新一轮能源结构调整和能源技术变革中,

基金项目: 国家电网有限公司总部科技项目“电力智能终端可信接入与链上链下数据协同关键技术研究”(5700-202018371A-0-0-00)。

Science and Technology Foundation of SGCC (Research on Key Technologies of Trusted Access of Power Intelligent Terminals and Data Collaboration Between On and Off the Blockchain, 5700-202018371A-0-0-00).

区块链可更好适应分布式多元市场主体, 不仅可广泛应用于能源生产、能源输送、能源储备、能源交易、能源消费、能源监管等传统领域, 也可支持综合能源服务、能源大数据、平台业务、能源聚合等新业务、新业态、新模式^[4-5]。目前, 能源行业涌现出大量区块链应用, 用于解决传统能源业务形态下的问题、探索传统能源领域的转型路径。美国能源部组织各相关能源企业开展分布式能源点对点交易, 形成能源交易跨区块链结算的解决方案并已开展应用。英国公司利用区块链技术建立了分布式天然气和电力计量系统。奥地利维也纳能源公司开展基于区块链的能源交易的研究, 采用区块链技术平台完成燃气和电费账单支付功能。澳大利亚的区块链开发商Power Ledger与日本关西电力公司合作, 试点推行了点对点岛屿国家的可再生能源共享应用^[6-10]。中国国家电网公司在电力交易、可再生能源消纳、需求侧响应、电费金融、电动车充电、供应链金融、综合能源服务、新能源云、物资采购等方面开展了大量区块链技术试点应用。

在能源电力行业深入应用区块链技术过程中, 相关技术标准的缺失使得区块链技术的应用和推广缺乏有效指导和规范, 严重制约了能源区块链的快速发展。纵观国内外区块链标准化工作, 仍处于起步和发展阶段, 较之于其他成熟的信息技术标准领域, 深度和广度有待进一步提升完善^[11-13]。ISO、IEC、ITU、IEEE等国标准化组织相继成立了专门的区块链标委会或工作组, ISO研究侧重于基础方向; ITU研究内容侧重于总体需求、安全以及在物联网中的应用等方面; ISO/IEC JTC1筹备成立物联网与区块链融合研究组, 对物联网与区块链的用例开展研究; IEEE-SA作为事实性标准化组织研究更广, 涵盖了行业应用领域^[14-18]。国家标准化管理委员会在2021年成立了TC590区块链标委会, 主要负责基础标准、业务和应用标准、过程和方法标准研制; 行业和团体标委会方面, 中电联电力区块链标委会2022年3月18日获批成立, 负责聚焦在电力行业特色的区块链标准的制修订工作^[19-20]。同时, 中国区块链产业发展论坛等团体组织已研制发布多项标准。在标准研制方面, 已立项研制《信息技术 区块链和分布式记账技术 参考架构》等国家标准8项、行业标准10余项、团体标准30余项^[21]。

经过对国内外能源电力区块链的标准化现状对比分析, 发现当前能源电力区块链产业发展有很大的市场需求, 能源电力领域有必要也已经有基础开展对应的标准化工作, 迫切需要制修订具有引领性、指导

性、应用性的新标准体系, 研制能源电力应用类核心标准, 通过一系列标准的制订形成“能源电力区块链”的概念共识, 明确能源电力区块链的内涵和外延及其标准化需求和标准研制方向, 重点围绕模型、接口、功能、通信、流程、测试等方面开展具体标准研制, 为不同主体之间的互操作提供统一遵循。开展能源电力区块链标准化研究工作是适应能源低碳绿色转型新要求的方向性、纲领性急迫任务。

本文基于能源互联网与区块链技术的高匹配性和典型应用场景的分析, 遵循GB/T 12366—2009《综合标准化工作指南》的标准研究方法, 明确了能源电力区块链标准化对象, 提炼出能源区块链典型应用场景下的标准化需求, 开展重点领域标准研究工作^[22]。能源电力区块链典型应用场景下的标准化研究将引领能源电力区块链产业和技术的发展, 固化能源电力区块链现有技术创新成果, 并进一步规范区块链技术在能源电力领域的应用。

1 能源互联网与区块链技术匹配性分析

1.1 区块链技术特点

区块链是一种分布式账本技术, 它由多方共同进行维护, 通过分布式计算、密码学、共识算法、智能合约等多种关键技术要素的有机集合, 在不通过第三方中介机构背书的条件下提供信用保障, 实现数据的防篡改、抗伪造、可追溯审计等特性, 打造出低成本高可信的信任机器^[23-24]。

1.2 能源互联网发展趋势

随着能源绿色低碳转型、新型电力系统建设的不断推进, 新能源接入比例的不断升高、新型用能设备应用范围的加速扩张, 云计算、大数据、物联网、人工智能等新一代信息通信技术与电网深度融合, 电网的物理架构、技术特性、业务形态、市场机制等都在随之升级。将新一代信息技术和能源典型应用场景进行融合和创新, 逐步演进形成共享共建、互通互联的能源互联网, 是电力行业发展的必由之路。能源互联网具备“广泛互联、安全高效、开放共享”的技术特征, 这就要求能源企业进一步加深互联程度、加快数字化转型^[25-27]。

1.3 区块链与能源互联网具备高匹配性

区块链将在商业信任、价值传递、交易清结算等

多维度重塑现有的能源生产和消费模式，形成新的能源商业体系底层架构。能源活动中涉及的运营方、需求方和供给方等相关方节点通过区块链连接形成能源区块链网络，将在能源供应链和价值链的多个环节发挥关键作用并解决能源互联网构建过程中面临的诸多难点，如图1所示。一是能源互联网中的生产、销售、输送、使用等各个环节的相关方均以独立节点形式接入，以去中心化形式互相交换能源流、数据流、价值流，同时各主体的决策地位平等且分散，不同主体间规则难以统一，利益分配不均，业务协同效率不高，源网荷储协同程度有待提升。区块链技术的去中心化的属性与分布式能源的结构特征可以高度匹配，利用区块链的共识机制实现所有节点权利义务对等。二是新能源参与主体规模快速增长，分散式分布，多元负荷的大规模接入，带来了海量主体身份认证的成本负担，利用区块链技术的加密、防篡改、抗抵赖等功能可以提供能源市场中多元主体的去中心化的信任机制保障，实现点对点的可信价值传递。三是新兴电力交易模式快速迭代发展，交易业务模式不断翻新，缺乏权威可信的平台负责交易的执行，基于区块链的智能合约功能可实现多种类的交易合约执行的智能化和自动化，需求侧的响应、购电、售电、电费结算等都可以通过区块链的智能合约来实现^[28-33]。

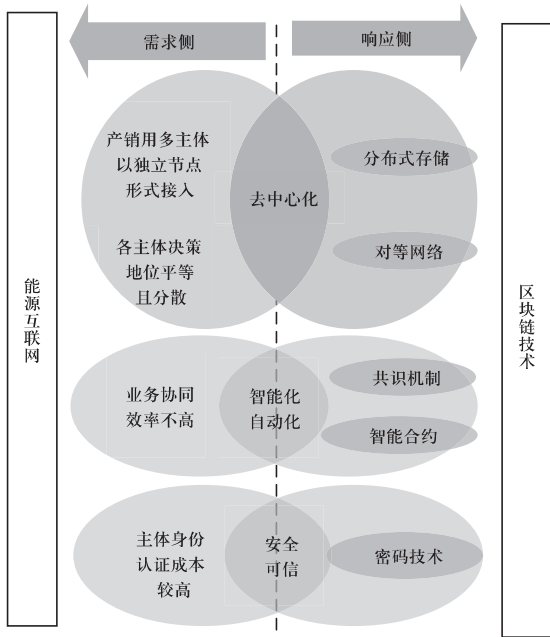


图1 区块链技术与能源互联网匹配性分析
Fig. 1 Matching analysis of blockchain technology and energy Internet

1.4 能源互联网与区块链的匹配场景

基于区块链与能源互联网在整体架构和技术特征上的高匹配性，着重分析区块链技术在分布式能源领域具体的典型应用场景下的应用匹配性，并提炼出关键结合点，梳理提炼出需要标准化的方向。给出的典型应用场景包括碳交易应用场景、分布式电力交易应用场景、绿电溯源应用场景、安全资质信用评价应用场景。

1.4.1 碳交易场景

将区块链技术应用用于碳交易应用场景（如图2所示），可以完成碳排放主体的碳排放权配额的分配、交易、核销、履约等关键环节的数据记录，对关键数据进行上链存证存储，提供数据可信记录并为监管提供跟踪；使用智能合约自动交易和履约出清，提升执行效率公开透明防止篡改；可对各个用户节点提供身份认证，保证节点的可信访问，确保交易过程的安全有效^[34-36]。

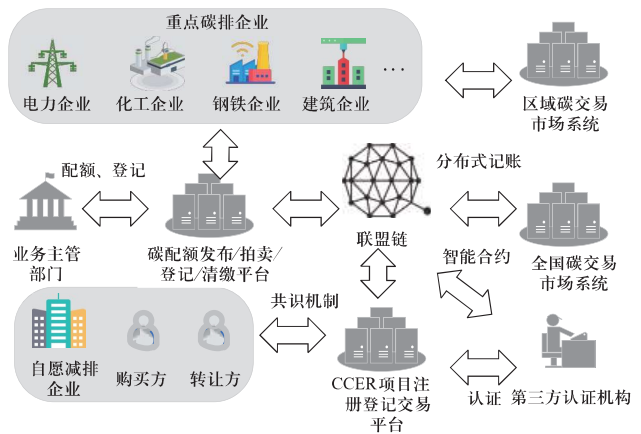


图2 基于区块链技术的碳交易应用场景
Fig. 2 Application scenario of carbon trading based on blockchain technology

1.4.2 分布式电力交易场景

基于区块链技术的分布式电力交易机制，通过共识算法、智能合约、非对称加密算法、数字证书、数字签名等关键技术，可以有效实现对分布式电力场景下众多节点的用户身份的合法性校验，保证交易的安全性、公开透明性和数据可靠性，应用场景如图3所示。同时，可以运用智能合约交易执行费用自动结算，提升执行效率，降低执行成本^[37-39]。

1.4.3 绿电溯源认证场景

绿色电力交易是在电力中长期市场体系框架内设立的一个全新交易品种。在多区域、多方主体参与的大规模交易下，绿色电力交易平台需要灵活自主地为

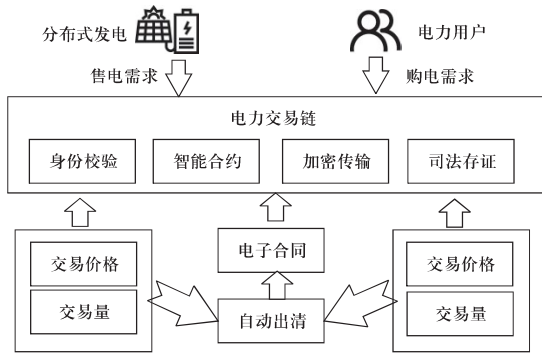


图3 基于区块链技术的分布式电力应用场景
Fig. 3 Application scenario of distributed power based on blockchain technology

市场主体提供可信透明的交易环境和便捷高效的参与体验。区块链作为分布式技术,其多方共识、不可篡改、可追溯的技术特点,能够实现对绿色能源生产、交易、消费等全流程数据的可信固化和鉴定,为绿色电力的真实消费提供可视、可信、可靠的有效性证明^[40-42],应用场景如图4所示。

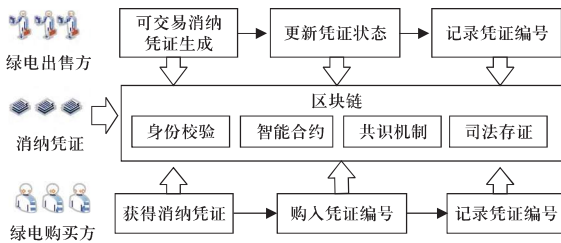


图4 基于区块链技术的绿电溯源应用场景
Fig. 4 Application scenario of green power consumption certification based on blockchain technology

1.4.4 安全资质信用评价场景

利用区块链技术,可将负责电力企业安全资质审核校验的相关机构或单位作为共识节点组成可信任的联盟链,并在资质审核中,借助区块链技术对审核全过程进行存证,能有效实现监督人员清晰精准的监督和管控^[43,44],应用场景如图5所示。

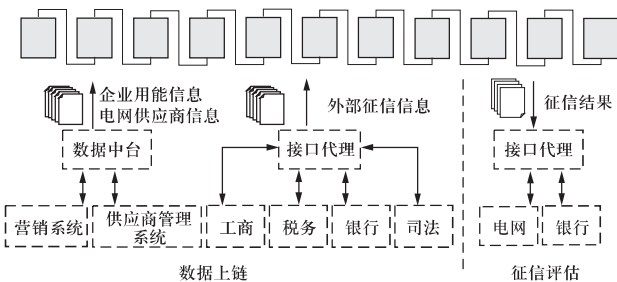


图5 基于区块链技术的安安全资质信用评价应用场景
Fig. 5 Application scenario of safety qualification credit evaluation based on blockchain technology

2 匹配场景下的区块链标准化需求及对象分析

区块链技术可支持能源电力产业的典型应用场景,但当前缺乏相应的标准指导碳交易、分布式电力交易、调度调令、安全资质信用评价等典型应用场景的实施落地,指导区块链与实体经济融合,推动区块链快速应用落地。区块链技术在具体的应用场景中的标准化需求体现为:①行业内没有就基本的相关方和构建原则及系统框架形成共识,容易造成系统的重复建设和兼容性问题;②应用中涉及的相关方众多,需要制定标准化文件规范数据模型和接口交互,并对场景中的业务流程加以统一,指导具体应用中的功能实现;③数据种类和格式繁杂多样,缺乏统一标准,现实数据的采集由于统计口径和渠道的不同导致宏观和微观、经济和能源等数据不匹配;④各类应用的关键过程没有统一,可能存在系统之间、系统与终端、终端与终端之间的程序衔接问题;⑤缺乏统一的标准对应用的执行进行约束,并为测评认定和监管提供依据。

本章主要面向碳交易、分布式能源交易、绿色电力溯源认证、安全资质信用评价四个典型能源区块链应用场景,基于GB/T 12366—2009《综合标准化工作指南》的标准研究方法开展研究,分析提出标准化需求以及对象,进而实现典型能源电力区块链应用场景下的数据和业务流程方面的标准化。

2.1 碳交易标准化需求及对象

基于区块链技术的碳交易应用的标准化需求体现为:碳交易涉及的重点碳排企业、交易平台方、第三方监管、主管单位等众多主体,多主体之间需要有相应的标准对业务提供方、平台提供方、服务使用方、监管方的职责及义务进行明确,同时标准要给出碳交易活动应遵循的前提原则(如合规性原则、数据分级授权原则、全程可追溯原则、安全可靠原则和业务高可用原则等),最后需要统一区块链碳交易服务的关键过程,就业务流程达成共识。建立相关的标准文件可以为计划使用区块链技术的组织和机构建设碳交易系统提供参考,指导区块链服务提供组织建立基于区块链的碳交易系统,为使用区块链技术的碳交易业务应用提供参考。

在数据模型标准化方面主要包括明确交易参与人信息、行情信息、报价信息和成交信息等类别,涉及

营业执照、组织机构代码证、法定代表人或主要负责人身份证明材料、资产证明材料、碳交易品种名称、碳交易品种代码、成交量等具体信息。

业务流程与功能标准化方面主要包括需要规范配额确定、配额分配/拍卖、挂牌、交易和配额清缴等功能，涵盖企业录入碳排放初始配额、重点排放单位实时监测、匿名发布挂牌信息、碳排放权的所有权转移、抵消碳排放权配额等重点关键环节流程。

2.2 分布式电力交易标准化需求及对象

分布式电力交易应用场景中存在诸多的标准化需求，面向参与主体数量大、单笔交易规模小、点对点的特点，需要建立相关的标准化文件，来解决多主体种类繁多数据模型的标准化对接，关键业务流程中多系统的规范衔接等问题。

在数据模型标准化方面，需要明确并规范发电企业信息、用电信息、发电信息、交易匹配信息等类别的数据，涉及企业名称、统一社会信用代码、法定代表人、银行授信评级、总装机容量、发电量、电表ID、用户地址、发电能力、发电类型、发电稳定性、发电单元ID、用电单元ID、匹配电量、匹配价格等具体信息。

业务流程与功能标准化方面主要需要规定出相关关键流程，包括用户注册与资格审核、发布发电信息、撮合交易、合同签订等环节，需要涵盖发电公司和用户注册数据的全网广播及记录、所有发电单元节点发电信息数据的全网广播记录及共识、节点执行电力供需匹配智能合约并完成匹配、双方签订发用电合同并以电网公司作为输电服务方签订三方供用电合同等流程。

2.3 绿电溯源应用标准化需求及对象

绿色电力认证及溯源的应用场景中存在的标准化需求体现为，绿电交易主体多元化，交易合同流转涉及多个业务部门，涉及发、输、配、用各环节，需要有标准文件来协调供应链上多主体、各环节的规范衔接。同时，绿电种类及信息庞杂，市场主体利益诉求多样，存在交易规则难以统一执行、重复计量核算等问题，也需要有相应的标准文件来指导和保障绿电交易及溯源认证的关键业务流程的有效执行和规范安全操作。

数据模型标准化方面主要需要明确并规范数据格式和接口，包括基础数据（如用户注册基础信息、用电量数据、交易数据和结算数据等），交易数据（如

交易电量、保障性收购电量、省外购入电量等），凭证类数据（如用户消纳数据，绿色电力消费证明发行、交易、结算、溯源等）。

业务流程标准化方面主要需要规范相关业务操作，包括绿电交易与认证管理的身份认证、账户管理、证书管理、数据溯源、数据存证相关业务功能；运行管理的运行维护和监管审计等功能；交易平台的身份管理和接口访问控制、隐私保护、数据安全存储、跨链互操作等安全功能。

2.4 安全资质信用评价标准化需求及对象

电力用户信用评价涉及企业内部电力营销数据、外部工商数据、司法数据、行业数据和失信数据等。这些数据分散在多地的数据中台之中，可以根据征信业务产品，按需将信用数据上链存储，通过利用区块链的跨链机制以及内外网穿透方式，实现信用数据共享，完成电力用户的信用评级评价。应用场景中存在的标准化需求体现在，要提出资质信用评价需要提取和上链的数据信息的明确范围，给出保障信息采集存储的安全操作规范，同时要指导资质审核、数据发布、信息评价等关键业务流程中的具体实现。

数据模型标准化方面主要包括待评估企业身份信息、安全资质信用评价信息、评价表信息等类别，涉及企业名称、统一社会信用代码、法定代表人、银行授信评级、行业授信评级、企业安全生产条件、企业安全生产业绩、企业安全生产能力、表名、序号、评分项目、评分标准、评分方法、标准分、扣减分、实得分等相关信息。

业务流程与功能标准化方面主要包括用户注册与资格审核、发布信用评价数据、安全资质信用评价等环节，涵盖企业身份注册数据全网广播并达成共识成功注册、企业信用评价信息数据全网广播并达成共识、区块链触发信用评价智能合约、对企业的安全资质进行信用评估等具体流程。

3 能源电力区块链应用类标准研制思路

3.1 碳交易应用标准

碳交易应用类标准面向2.1节分析提出的数据和业务标准化需求，需要给出使用区块链进行碳交易应用过程中的相关规范性条款，包括交易原则、相关方、关键功能与过程、数据模型等。标准适用于为计划使用区块链技术的组织和机构建设碳交易系统提供参

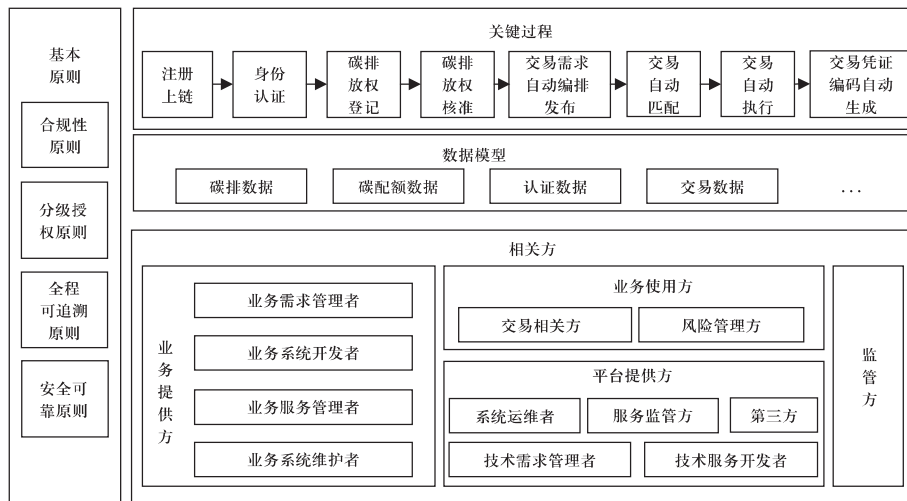


图 6 基于区块链技术的碳交易应用标准结构

Fig. 6 Application model of carbon trading based on blockchain technology

考, 指导区块链服务提供商建立基于区块链的碳交易系统, 为使用区块链技术的碳交易业务应用提供参考。标准的内容结构如图6所示。

标准草案内容应包括: 碳交易原则、相关方、数据模型以及关键功能及过程等, 主要标准化内容如下。

①基本共性原则。即合规性原则、分级授权原则、全程可追溯原则、安全可靠原则。②相关方。即业务提供方、业务使用方、平台提供方、监管方。③数据模型。包括: 碳排放核算方法数据、碳排放数据、碳配额发布/分配/拍卖信息、申请配额、拍卖配额报价、登记和清缴碳配额信息、自愿碳减排量方法、自愿碳减排量项目审定/备案/登记信息、自愿碳减排量项目减排量的核证/备案/登记信息、自愿碳减排量转让方挂牌/转让确认数据、自愿碳减排量购买方申请/购买确认数据、交易方挂牌/转让确认数据、交易方申请/购买确认数据、第三方认证核查排放数据。④关键功能和流程。包括: 身份认证, 即身份提供商接到用户注册申请后, 选择注册要求发给用户, 用户终端产生密钥对并将用户按政策要求选择属性等发回数字认证服务商, 服务商在区块链上加密存储; 碳排放权登记, 企业在线进行自主申报; 审核认证, 平台给予每一单位的碳排放权专有ID, 加盖时间戳并记录; 碳资产生成, 区块链以所记录数据作为价值载体, 实现资产数字化转变; 司法存证, 区块链系统采用智能合约方式自动确认碳排放权消耗量; 碳资产交易, 区块链系统自动对超标排放的企业进行罚款; 碳资产购买,

碳指标发生一次购买行为, 交易信息即记录在区块链; 碳资产转让, 碳资产转让时, 每当碳指标发生一次转让行为, 交易信息即记录在区块链中; 交易凭证司法存证, 智能合约会自动核对买卖双方条件是否符合要求进行判断, 决定是否可以执行订单操作。

3.2 分布式电力交易应用标准

分布式电力交易应用标准面向2.2节分析提出的数据和业务标准化需求, 需要给出使用区块链进行分布式交易的相关规范性条款, 标准规定电力区块链分布式交易应用模型, 规范电力交易原则、相关方、关键功能和流程及安全要求, 适用于相关单位应用基于区块链的分布式电力交易应用, 为分布式电力交易应用提供参考。标准的内容结构如图7所示。

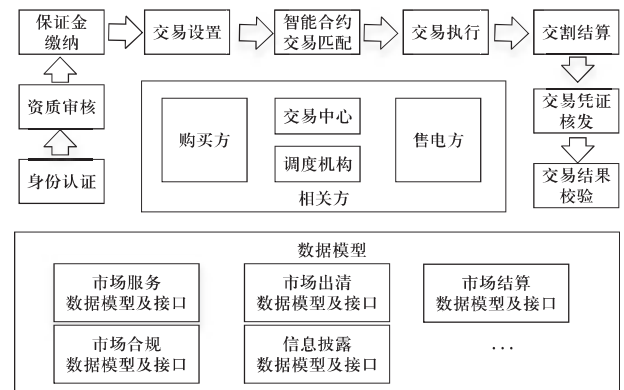


图 7 基于区块链技术的分布式电力应用标准结构

Fig. 7 Application model of distributed power based on blockchain technology

标准草案内容应包括相关方、原则、数据模型以及关键功能流程的相关条款规范。①数据模型与接口。包括：分布式电力交易市场服务数据模型及接口、交易市场出清数据模型及接口、交易市场结算数据模型及接口、市场合规数据模型及接口、交易信息披露数据模型及接口。②关键业务功能及流程要求。包括：身份认证；审核认证，即平台基于审核细则智能合约对企业的交易信息进行在线审核；缴纳交易保证金，即发电商及用户基于区块链平台在线缴纳保证金；选择交易类型；设置交易额度；智能合约匹配交易，即用户和分布式能源服务商在交易周期开始前将报价加密传输至区块链平台，通过买卖双方报价匹配达成交易；交易执行；交易合同经买卖双方、电网企业三方签名；智能合约交易结算，即区块链提供司法级背书，将智能合约交易结算的结果在链上进行保存；交易凭证签发，即区块链平台在线进行交易凭证签发，同时将数据在区块链上进行存证；交易结果校验，即交易结束后区块链平台在线对交易结果进行校验。

3.3 绿电溯源认证应用标准

绿电溯源认证应用标准面向2.3节分析提出的绿电交易过程中的数据和认证溯源业务的标准化需求，需要给出相关规范性条款，包括电力区块链调度信息溯源技术框架、技术要求与安全要求等有关条款。标准适用于为绿电交易与认证业务时使用区块链技术提供指导，为基于区块链的绿电交易与认证的需方开展系统选择提供依据。标准的内容结构如图8所示。

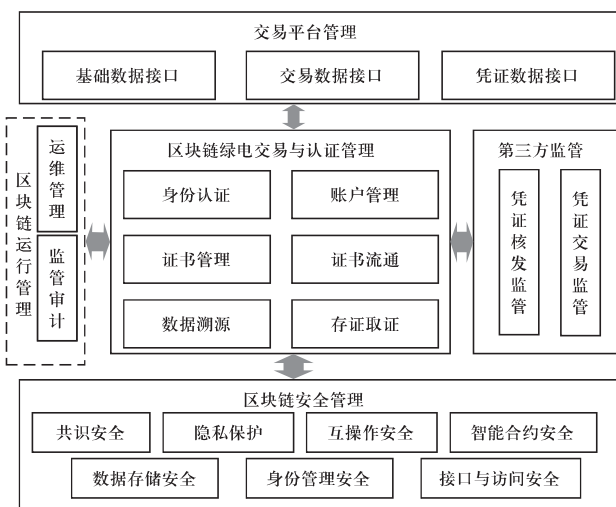


图8 基于区块链技术的绿电溯源认证应用标准结构
Fig. 8 Application model of green power consumption certification based on blockchain technology

标准建设草案应包括：①给出基于区块链的绿电溯源认证业务的数据模型及接口，包括基础数据接口、交易数据接口、凭证数据接口。②给出区块链绿电交易与认证、运行管理、交易平台管理、第三方监督管理等关键功能及流程的技术要求。③规定绿电交易认证和溯源相关业务的安全要求，包括身份管理安全、接口与访问安全、智能合约安全、共识安全、数据存储安全、隐私保护、跨链安全等。

3.4 安全资质信用评价应用标准

安全资质信用评价应用标准的编制面向2.3节分析提出的安全资质信用评价过程中的数据和信息溯源业务的标准化需求，需要给出相关规范性条款，包括规范电力区块链系统供应商安全资质信用评价相关要求，安全资质信用评价数据模型及接口、相关原则、关键功能及过程以及监管方要求等内容，为电力区块链系统的具体应用提供参考和指导。标准的内容结构如图9所示。

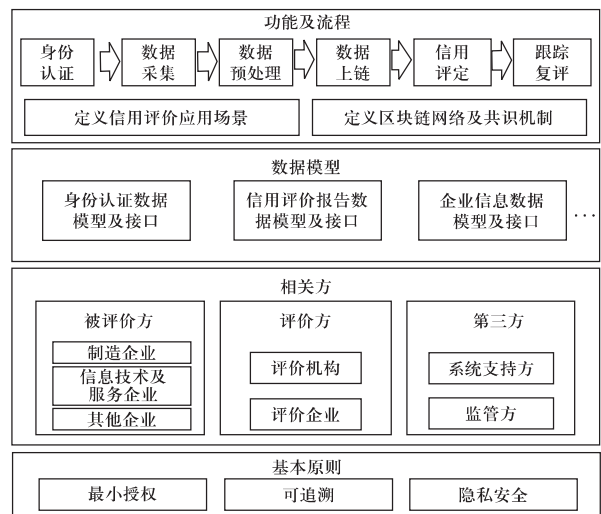


图9 基于区块链技术的安全资质信用评价应用标准结构
Fig. 9 Application model of safety qualification credit evaluation based on blockchain technology

标准草案内容包括：①定义信用评价应用场景。包括：区块链平台调用智能合约认证身份；对企业信用进行在线评价；提交评价关键信息溯源申请并进行链上可信共享存储。②定义区块链网络及共识机制。③关键功能及过程。包括：身份认证；信用评价流程编排；数据采集；数据预处理；数据上链；数据核实，即评价主体应对评价对象提供的各类信息进行甄别和核实，对信息真实性进行分析；信用等级评定，包括信用评价小组

进行分析并撰写信用评价报告以及信用评价委员对报告及其他资料审核并确定信用等级等活动; 结果上链公示, 评价主体应发布信用评价结果及相关内容; 跟踪复评, 即评价主体在信用评价结果有效期内进行定期或不定期跟踪并更新的操作。④数据模型及接口。包括: 身份认证数据模型及接口、信用评价报告数据模型及接口、企业信息数据模型及接口等。

4 困难与挑战

面向能源区块链典型应用场景的应用类标准的研究和制定, 为能源电力生产、交易、运输、存储、消费、监管等各专业开展区块链技术研究、系统建设、应用推广提供规范化的指导, 避免重复和盲目建设, 促进区块链应用之间的兼容性。可以进一步带动能源电力领域产业链上下游企业遵循相关标准, 促进相互之间的信息共享和资源交互, 减少信任壁垒和信息孤岛, 打通信息流、数据流、价值流, 推动整个能源电力行业高效协同发展, 提高生产效率和竞争力, 降低生产成本, 逐步提升能源电力区块链标准的影响力, 助力构建能源区块链标准完整生态。

当前, 受限于以下客观原因, 标准化工作推进存在一定的困难与挑战。

1) 在双碳目标的催化下, 光伏、风能、储能等多种能源形式势必催生新发展模式, 尤其在储能共享、节能降耗、碳减排、碳资产管理等新兴产业领域对标准的需求十分急迫、旺盛, 但国家标准制定周期平均为2~3年, 更新速度落后于产业迭代发展的需要。

2) 在标准化领域长期存在“重研制、轻应用、无反馈”的共性难题, 标准实施和应用监督工作普遍缺乏系统性和体系化的解决方法, 对标准的有效性、先进性和适用性的验证环节容易被忽视。对于本文研究的应用类标准来说, 标准适用性的验证恰恰是最为必要的环节。

3) 现阶段全球绿色发展处于探索期, 国际上的低碳化相关标准都在同步发展, 各国推行本国的认证标准, 由于各国技术发展情况不同, 标准组织架构、指导原则不同, 互认程序复杂、难度大, 这给国际国内标准互认带来更高要求。

5 总结与展望

未来, 为更好应对以上的挑战, 可在以下方向开

展探索。

1) 探索国家标准研制与团体标准研制协同推进。充分利用团体标准快速研制、快速迭代的特点, 遵循“急用先行, 成熟先上”的原则, 遴选并做好一批重点团体标准研制工作, 并有序推动应用效果良好的团体标准向行业标准和国家标准的转化。

2) 推动在典型能源场景下区块链技术标准应用先行试点示范, 总结标准应用经验, 有序拓展标准应用范围提供支撑, 根据标准验证结果动态更新迭代完善标准条款, 进而逐步推广标准示范应用, 完善形成可推广、可复制的能源互联网场景下的典型标准化工作应用模式。

3) 探索实现标准化工作由国内驱动向国内国际相互促进转变, 围绕“一带一路”建设, 不断深化国际交流与合作, 依托重点海外工程项目推动创新成果的国际输出, 促进中国技术方案的国际互认, 提升国际标准贡献度。

参考文献

- [1] 辛保安. 为美好生活充电 为美丽中国赋能[J]. 求是, 2022(15): 59-64.
- [2] 推动平台经济规范健康持续发展 把碳达峰碳中和纳入生态文明建设整体布局[N]. 人民日报, 2021-03-16(1).
- [3] 唐跃中, 夏清, 张鹏飞, 等. 能源互联网价值创造、业态创新与发展战略[J]. 全球能源互联网, 2022, 5(2): 105-115.
TANG Yuezhong, XIA Qing, ZHANG Pengfei, et al. Value creation, business model innovation and development plan of the energy Internet[J]. Journal of Global Energy Interconnection, 2022, 5(2): 105-115 (in Chinese).
- [4] 谢开, 张显, 张圣楠, 等. 区块链技术在电力交易中的应用与展望[J]. 电力系统自动化, 2020, 44(19): 19-28.
XIE Kai, ZHANG Xian, ZHANG Shengnan, et al. Application and prospect of blockchain technology in electricity trading[J]. Automation of Electric Power Systems, 2020, 44(19): 19-28 (in Chinese).
- [5] 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: concept, application and prospect[J]. Electric Power Construction, 2017, 38(2): 12-20 (in Chinese).
- [6] 喻小宝, 郑丹丹. 区块链技术在能源电力领域的应用及展望[J]. 华电技术, 2020, 42(8): 17-23.
YU Xiaobao, ZHENG Dandan. Application and exploration of blockchain technology in energy and electricity[J]. Huadian

- Technology, 2020, 42(8): 17-23 (in Chinese).
- [7] 姚国章. 国际能源区块链的发展进展与启示[J]. 南京邮电大学学报(自然科学版), 2020, 40(5): 215-224.
YAO Guozhang. Development progress and enlightenment of international energy blockchain[J]. Journal of Nanjing University of Posts and Telecommunications (Natural Science Edition), 2020, 40(5): 215-224 (in Chinese).
- [8] 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, 3(2): 13-19.
GAO Fang. The latest development of blockchain in the USA and the Britain and its implications to China[J]. Technology Intelligence Engineering, 2017, 3(2): 13-19 (in Chinese).
- [9] 张子立, 张晋宾, 李云波. 国际能源区块链典型项目应用及分析[J]. 华电技术, 2020, 42(8): 75-82.
ZHANG Zili, ZHANG Jinbin, LI Yunbo. Application and analysis of blockchain applied in typical global energy projects[J]. Huadian Technology, 2020, 42(8): 75-82 (in Chinese).
- [10] 裴凤雀, 崔锦瑞, 董晨景, 等. 区块链在分布式电力交易中的研究领域及现状分析[J]. 中国电机工程学报, 2021, 41(5): 1752-1771.
PEI Fengque, CUI Jinrui, DONG Chenjing, et al. The research field and current state-of-art of blockchain in distributed power trading[J]. Proceedings of the CSEE, 2021, 41(5): 1752-1771 (in Chinese).
- [11] 张晴, 张璐, 郑佩玉, 等. 能源区块链标准化现状与展望[J]. 中国标准化, 2021(23): 99-105.
ZHANG Qing, ZHANG Lu, ZHENG Peiyu, et al. Current status and prospects of energy blockchain standardization[J]. China Standardization, 2021(23): 99-105 (in Chinese).
- [12] 李佳祯. 区块链国内外标准化分析[J]. 信息技术与标准化, 2021(9): 7-11.
LI Jianong. Analysis of international and domestic standardization of blockchain[J]. Information Technology & Standardization, 2021(9): 7-11 (in Chinese).
- [13] 刘坤阳, 张勇. 区块链技术标准化发展现状及策略选择[J]. 标准科学, 2022(2): 23-29.
LIU Kunyang, ZHANG Yong. Development status and tactics of blockchain technology standardization[J]. Standard Science, 2022(2): 23-29 (in Chinese).
- [14] ISO.ISO/TC307 Blockchain and distributed ledger technologies[EB/OL].[2022-06-27].<https://www.iso.org/committee/6266604.html>.
- [15] ITU[EB/OL].[2022-05-27].<https://www.itu.int/zh/about/Pages/default.aspx>.
- [16] IEEE. IEEE blockchain standards[EB/OL].[2022-05-27].<https://blockchain.ieee.org/standards>.
- [17] ITU.ITU-T recommendations[EB/OL].[2022-05-27].<https://www.itu.int/itu-t/recommendations/rec.aspx?id=14199&lang=en>.
- [18] ITU.ITU-T study groups (Study Period 2022-2024)[EB/OL].[2022-05-27].<https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2022-2024/Pages/default.aspx>.
- [19] 全国区块链和分布式记账技术标准化技术委员会成立大会在京召开[N/OL]. <http://www.cesi.cn/202111/7993.html>.
- [20] 中国电力企业联合会. 电力标准化[DB/OL]. <https://cec.org.cn/template1/index.html?181>.
- [21] 全国标准信息公共服务平台[DB/OL]. <http://std.samr.gov.cn/search/std?tid=&q=区块链>.
- [22] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 综合标准化工作指南: GB/T 12366—2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [23] 袁勇, 王飞跃. 区块链技术发展现状与展望[J]. 自动化学报, 2016, 42(4): 481-494.
YUAN Yong, WANG Feiyue. Blockchain: the state of the art and future trends[J]. Acta Automatica Sinica, 2016, 42(4): 481-494 (in Chinese).
- [24] 杨东伟. 能源区块链探索与实践[M]. 北京: 中国电力出版社, 2020: 51-60.
YANG Dongwei. Exploration and practice of energy blockchain[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2020: 51-60(in Chinese).
- [25] 中国电力企业联合会. 能源互联网 第1部分: 总则: T/CEC 101.1—2016[S]. 2017.
- [26] 李达, 杨珂, 王栋, 等. “十四五”区块链应用在能源领域规划之展望[J]. 中国能源, 2021, 43(12): 14-22.
LI Da, YANG Ke, WANG Dong, et al. Prospects for the application of block chain in the energy field during the “14th Five-year” plan[J]. Energy of China, 2021, 43(12): 14-22 (in Chinese).
- [27] 马腾, 刘洋, 许立雄, 等. 基于区块链的配电侧多微电网电能去中心化交易模型[J]. 电网技术, 2021, 45(6): 2237-2247.
MA Teng, LIU Yang, XU Lixiong, et al. Energy decentralized transaction model of multi-microgrid in distribution side based on blockchain[J]. Power System Technology, 2021, 45(6): 2237-2247 (in Chinese).
- [28] 龙洋洋, 陈玉玲, 辛阳, 等. 基于联盟区块链的安全能源交易方案[J]. 计算机应用, 2020, 40(6): 1668-1673.
LONG Yangyang, CHEN Yuling, XIN Yang, et al. Secure energy transaction scheme based on alliance blockchain[J]. Journal of Computer Applications, 2020, 40(6): 1668-1673 (in Chinese).
- [29] 杨珂, 玄佳兴, 王焕娟, 等. 区块链技术在能源电力行业的研究及业务应用综述[J]. 电力建设, 2020, 41(11): 1-15.
YANG Ke, XUAN Jiaying, WANG Huanjuan, et al. Overview

- on research and business applications of blockchain technology in energy and power industry[J]. Electric Power Construction, 2020, 41(11): 1-15 (in Chinese).
- [30] 赵曰浩, 彭克, 徐丙垠, 等. 能源区块链应用工程现状与展望[J]. 电力系统自动化, 2019, 43(7): 14-22.
ZHAO Yuehao, PENG Ke, XU Bingyin, et al. Status and prospect of pilot project of energy blockchain[J]. Automation of Electric Power Systems, 2019, 43(7): 14-22 (in Chinese).
- [31] WANG X H, LIU P, JI Z X. Trading platform for cooperation and sharing based on blockchain within multi-agent energy Internet[J]. Global Energy Interconnection, 2021, 4(4): 384-393.
- [32] 沈翔宇, 陈思捷, 严正, 等. 区块链在能源领域的价值、应用场景与适用性分析[J]. 电力系统自动化, 2021, 45(5): 18-29.
SHEN Xiangyu, CHEN Sijie, YAN Zheng, et al. Analysis on value, application scenarios and applicability of blockchain in energy industry[J]. Automation of Electric Power Systems, 2021, 45(5): 18-29 (in Chinese).
- [33] 周莉, 张生平, 侯方森, 等. 基于区块链技术的碳交易模式构建[J]. 中国水土保持科学, 2020, 18(3): 139-145.
ZHOU Li, ZHANG Shengping, HOU Fangmiao, et al. Construction of carbon trading pattern based on blockchain[J]. Science of Soil and Water Conservation, 2020, 18(3): 139-145 (in Chinese).
- [34] 杜晓丽, 梁开荣, 李登峰. 基于区块链技术的电力行业碳减排奖惩及碳交易匹配模型[J]. 电力系统自动化, 2020, 44(19): 29-35.
DU Xiaoli, LIANG Kairong, LI Dengfeng. Reward and penalty model of carbon emission reduction and carbon trading matching model for power industry based on blockchain technology[J]. Automation of Electric Power Systems, 2020, 44(19): 29-35 (in Chinese).
- [35] 严振亚, 李健. 基于区块链技术的碳排放交易及监控机制研究[J]. 企业经济, 2020, 39(6): 31-37.
YAN Zhenya, LI Jian. Research on carbon emissions trading and monitoring mechanism based on blockchain technology[J]. Enterprise Economy, 2020, 39(6): 31-37 (in Chinese).
- [36] 吉斌, 昌力, 陈振寰, 等. 基于区块链技术的电力碳排放权交易市场机制设计与应用[J]. 电力系统自动化, 2021, 45(12): 1-10.
JI Bin, CHANG Li, CHEN Zhenhuan, et al. Blockchain technology based design and application of market mechanism for power carbon emission allowance trading[J]. Automation of Electric Power Systems, 2021, 45(12): 1-10 (in Chinese).
- [37] 王冰钰, 颜拥, 文福拴, 等. 基于区块链的分布式电力交易机制[J]. 电力建设, 2019, 40(12): 3-10.
WANG Bingyu, YAN Yong, WEN Fushuan, et al. A blockchain based distributed power trading mechanism[J]. Electric Power Construction, 2019, 40(12): 3-10 (in Chinese).
- [38] 王蓓蓓, 李雅超, 赵盛楠, 等. 基于区块链的分布式能源交易关键技术[J]. 电力系统自动化, 2019, 43(14): 53-64.
WANG Beibei, LI Yachao, ZHAO Shengnan, et al. Key technologies on blockchain based distributed energy transaction[J]. Automation of Electric Power Systems, 2019, 43(14): 53-64 (in Chinese).
- [39] 周洪益, 钱苇航, 柏晶晶, 等. 能源区块链的典型应用场景分析及项目实践[J]. 电力建设, 2020, 41(2): 11-20.
ZHOU Hongyi, QIAN Weihang, BAI Jingjing, et al. Typical application scenarios and project review of energy blockchain[J]. Electric Power Construction, 2020, 41(2): 11-20 (in Chinese).
- [40] 张显, 冯景丽, 常新, 等. 基于区块链技术的绿色电力交易系统设计与应用[J]. 电力系统自动化, 2022, 46(9): 1-10.
ZHANG Xian, FENG Jingli, CHANG Xin, et al. Design and application of green power trading system based on blockchain technology[J]. Automation of Electric Power Systems, 2022, 46(9): 1-10 (in Chinese).
- [41] 李达, 王栋, 秦日臻, 等. 基于区块链的绿证交易撮合及流通模型研究[J]. 电力信息与通信技术, 2021, 19(8): 76-82.
LI Da, WANG Dong, QIN Rizhen, et al. Research on trading matching and circulation model for green certificates based on blockchain[J]. Electric Power Information and Communication Technology, 2021, 19(8): 76-82 (in Chinese).
- [42] 单茂华, 汤洪海, 耿明志, 等. 绿色电力市场本质动因及设计思考[J]. 电力系统自动化, 2020, 44(16): 12-20.
SHAN Maohua, TANG Honghai, GENG Mingzhi, et al. Essential cause and design thinking of green electricity market[J]. Automation of Electric Power Systems, 2020, 44(16): 12-20 (in Chinese).
- [43] 郭伟, 全克宁, 邵宏宇, 等. 基于RS与AHP的中小企业云制造模式下多服务主体信用评价体系构建[J]. 计算机集成制造系统, 2013, 19(9): 2340-2347.
GUO Wei, TONG Kening, SHAO Hongyu, et al. Small and medium-sized enterprises multi-service agent credit rating system construction under cloud manufacturing mode based on RS and AHP[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2013, 19(9): 2340-2347 (in Chinese).
- [44] 稽士杰, 常新, 蔡元纪. 基于分布式区块链技术的电网信用评估与计算模型仿真[J]. 电子设计工程, 2022, 30(8): 86-90.
JI Shijie, CHANG Xin, CAI Yuanji. Power grid credit evaluation and calculation model simulation based on distributed blockchain technology[J]. Electronic Design Engineering, 2022, 30(8): 86-90 (in Chinese).

收稿日期: 2022-07-22; 修回日期: 2022-12-07。



石竹玉

作者简介:

石竹玉(1988), 女, 工程师, 硕士, 研究方向为信息技术标准化, E-mail: whu_shizhuyu@163.com。

王栋(1985), 男, 高级工程师, 硕士, 从事电力信息和区块链等工作, E-mail: wangdong@sgdt.sgcc.com.cn。

李达(1991), 男, 工程师, 硕

士, 研究方向为电力系统自动化、电力信息通信、区块链, E-mail: lida@sgdt.sgcc.com.cn。

郭庆雷(1988), 男, 高级工程师, 博士, 从事电力系统及其自动化、区块链等工作, E-mail: guoqinglei@sgdt.sgcc.com.cn。

赵丙镇(1971), 男, 教授级高级工程师, 博士, 从事物联网、区块链研究, E-mail: zhaobingzhen@sgdt.sgcc.com.cn。

(责任编辑 张鹏)