

基于区块链的电力数据共享研究初探

余佐超, 李 喆, 刘浩宇

(国网四川省电力公司成都供电公司, 四川 成都 610041)

摘要:针对电力数据共享在实践中存在的相互信任困难、数据安全防护不足、数据一致性问题、数据追溯性差、共享过程监控不足及信息共享范围不广等诸多问题,通过深入分析当前电力数据共享的痛点、制约因素和运行机制,结合区块链 P2P 网络、密码学以及智能合约的技术特性,构建包括网络、区块链目录、认证及信任服务以及数据资源智能交换的电力数据共享模型。该模型对有效解决电力数据共享应用中的互不信任、数据所有权、共享管理、标准一致性和数据实时同步等方面的问题具有较好的理论和实际应用价值。同时,列举了部分基于区块链技术的电力数据共享应用场景,使电力数据共享在企业内部各业务部门以及电力企业与政府、金融等多元主体联合数据应用等场景下具有较强适应性,对电力企业把握数字化转型机遇、实现传统能源企业生产经营与服务升级的目标具有积极意义。

关键词:区块链; 数据共享; 智能合约

中图分类号:F821 **文献标志码:**A **文章编号:**1003-6954(2020)06-0031-08

Research on Power Data Sharing Based on Blockchain

She Zuochao, Li Zhe, Liu Haoyu

(State Grid Chengdu Electric Power Supply Company, Chengdu 610041, Sichuan, China)

Abstract: In the practice, there are so many problems of power data sharing, such as hard mutual trust, insufficient data security protection, data consistency issues, poor data traceability, insufficient monitoring of sharing process and limited scope of information sharing, etc. Through the in-depth analysis of pain points, constraints and operating mechanisms of the current power data sharing, and combined with the technical characteristics of the blockchain P2P network, cryptography and smart contracts, a power data sharing model is established including a network system, a blockchain catalog system, a certification and trust service system and an intelligent exchange system of data resources. The proposed model has good theoretical and practical application value for effectively solving the problems of mutual distrust, data ownership, sharing management, standard consistency and real-time data synchronization in power data sharing applications. At the same time, some application scenarios of power data sharing based on blockchain technology are listed, which makes power data sharing more adaptable in scenarios such as joint data applications of various business departments within the enterprise, or joint data applications of power companies, government and finance. In short, it is of positive significance to help power companies grasp the opportunities of digital transformation and achieve the goals of production, operation and service upgrades in traditional energy companies.

Key words: blockchain; data sharing; smart contract

0 引 言

随着国家经济、科技等方面的进步,城市治理呈现出科学化、人性化、智慧化的发展方向。近年,各大城市提出了智慧城市,旨在利用云计算、大数据、物联网、移动互联网、数字孪生等信息化、数字化的

新技术、新理念融入城市治理,通过打通城市的政务、交通、能源、制造、教育、医疗、金融等行业领域的系统、数据,推动城市资源共建共享,提升资源的运转、运用效能,优化城市管理和和服务,改善市民生活质量。为此,对交通、能源、制造、教育、医疗、金融等行业的数字化转型提出了更高要求。

电力企业作为基础能源的支撑企业,经过多年

的信息化建设及应用,逐步完成了生产、经营、管理等业务从分散向集中、线下向线上、孤岛向集成的转变,初步实现了业务线上流转,同时积累了较为丰富的数据资源。当前,电力数据作为社会经济运行“晴雨表”和“风向标”,具有实时、真实、体量大、颗粒度细的特点。政府部门、行业协会、监管机构、社会企业等众多组织机构高度关注和迫切期待电力数据的共享应用。

新冠疫情期间,电力数据在企业复产复工监测分析、商业景气指数分析、涉疫小区人员流动及防控等方面也逐渐凸显决策支撑作用。但是,电力数据在共享应用方面,仍然存在安全和信任问题以及安全保障机制、数据不一致、数据可溯性差、共享模式不确定等诸多问题。因此,依据区块链技术具有去中心化、透明化以及智能合约、可追溯性、高数据安全等优势或特点,在国内外学者针对区块链技术对合同管理、数据交易、电子政务等领域的研究、探索及实践的基础上,构建了基于区块链的电力数据共享模型,并列举了部分区块链下的电力数据共享应用场景,为进一步解决电力数据共享中存在的信任孤岛、数据所有权、标准一致性控制等问题提供新的实现路径。

1 区块链概念

1.1 区块链的原理

1.1.1 区块链的定义

区块链是 N 个带有标识的区块通过其特定的逻辑进行有序链接形成的一种数据链条。区块,即为数据等信息的集合,存储了所有的相关信息和记录,是区块链的基本单元。为了保证区块链的可追溯性,每个区块都包含时间戳、Hash 值等信息作为唯一标识。区块由两部分组成:1) 区块头,包含有前一区块基础信息等数据,以此指向/链接到前一顺序位置的区块;2) 区块主体,记录了本区块在该链 P2P 网络中的所有数据。每个区块的区块头都存储有基础信息,以此辅助本区块链接到前一个区块,从而形成含有特定逻辑顺序的链式结构,区块链示意图 1。

1.1.2 区块链加密技术

区块链采用了非对称加密算法,以实现该链内各用户之间的相互信任。非对称加密算法以两个密

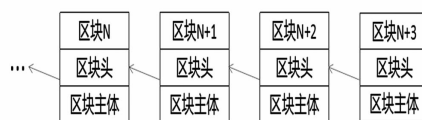


图1 区块链

钥为基本条件:公钥和私钥。每组公开密钥与私有密钥一一对应:采用公开密钥加密数据,则需使用对应的私有密钥才能进行解密;反之,采用私有密钥加密数据,则要用对应的公开密钥才能解密其数据。

在每个区块链网络中,每个参与的用户都拥有专属的公钥和私钥,其中专属公钥广播给该网络中的所有用户,而私钥仅由用户掌握。

用户用私钥加密信息,同时在数据尾部进行数字签名;网络中的其他用户通过公钥在获取信息的同时,也明确地知道或验证了数据源,以此实现可信交互。

1.2 区块链技术的特点

区块链特殊的数据结构组织形式,使区块链技术具有 5 个主要特点:去中心化、透明化、智能合约、可追溯性以及数据安全性^[1]。

1.2.1 去中心化

区块链与传统的信息技术在实现信息系统集中化、扁平化等方面相比,最本质的区别在于“去中心化”的架构。即整个区块链网络中,所有的节点优先级相同,不存在一个或多个优先级特殊的控制中心。同时,由于数据在多个节点存储备份,使得基于区块链的数据储存具有较高的可靠性和鲁棒性。

1.2.2 透明化

透明化,部分论述中也称为数据集体维护,指整个区块链系统的运作规则是公开透明的。类似于一个分布式数据库^[2],区块链中的每个节点都记录了相同的信息,每一条信息的更新都需要多节点共同认证。通过节点间相互监督来保证数据正确性的方式,从根本上弥补了传统数据处理流程中的不足,同时更好地平衡各节点间的处理能力^[3]。

1.2.3 智能合约

智能合约是指在每个区块链内设定的规则下,各个区块能够自动执行合约签订的功能。在智能合约中,当每一个用户达到提前设定好的判定条件后,区块链系统会触发该用户强制与合约条件所属的约定用户执行合约签订并形成电子合约。这提高了合约执行的效率,更是强有力地保障了区块链内各参

与方的合约执行情况^[4]。

1.2.4 可追溯性

可追溯性,是指区块自新增到区块链中起,其各种信息会被永久存储记录,确保了所有信息的可追溯。同时,在每一笔交易中,数据尾部均绑定了交易者的秘钥信息(即数字签名),以此确保所有的数据在递传的过程中的全部信息可追溯,且不可被摧毁或篡改^[5]。

1.2.5 数据安全性

区块链中的每个区块都有唯一对应的 Hash 值,且每个区块都会记录上一个区块的 Hash 值。同时修改所有区块 Hash 值几乎是不可能的,从而保证了区块链中的数据可靠性。此外,由于区块链中每一条数据都带有对应用户唯一识别的数字签名,以此来保证数据的安全性^[6]。

2 电力企业数据共享应用的痛点及国内外数据共享研究情况

目前,电力企业通过物联感知设备、信息系统等信息化建设,逐步实现生产、经营、管理等业务从分散向集中、线下向线上、孤岛向集成的转变,具备了业务线上流转的基础条件。随着信息系统的投入使用,发电厂、供电公司、售电公司等电力企业均积累了较为丰富的数据资源。但是,电力数据在共享应用方面,仍然存在以下问题。

2.1 数据标准化问题

一方面,相关系统主要采用专业主导的建设模式进行设计开发、建设部署、运行维护,跨专业信息和数据共享需求也考虑不充分,在数据共享方面存在技术壁垒;另一方面,系统存在数据重复录入、多源维护等“数据烟囱”的客观现象,数据缺乏标准化治理,且数据在流转前的预处理、归属权在现有系统中都未实现自动标识,无法进行共享应用。

2.2 数据产品信用问题

近年来随着互联网技术的成熟和网络大规模普及,数据总量呈现出指数级增长的趋势。但在现有数据的共享过程中,缺乏自动化的监管手段,制约着数据共享的发展。如数据或数字产品在其共享过程中,无法向数据所属方提供可信的浏览次数、引用次数、使用单位等信息,导致数据在没有得到许可的情况下,被他人擅自使用。又如,数据被第三方进行篡

改后使用,对数据所属方造成不良影响,都折射出数据共享背后的信用问题。

2.3 数据追溯问题

随着数据共享应用的发展,将会出现大量的数据服务产品。以产品属性存在的数据或数字服务,需明确其所有权及责任。现有的系统架构及模式,缺乏精准的数据追溯手段。特别是对于多方参与的融合类数据应用,自动化的数据追溯手段在颗粒度、时效方面都存在技术盲区,不利于数据产品的推广。后续数据产品形成服务产业化,众多客户群体将基于其接收的数据或数字产品进行决策,如果涉及纠纷等负面事件,数据溯源的作用将被放大^[7-8]。

2.4 国内外数据共享模型的研究情况

随着数据应用的价值不断提升,国内外专家在数据共享方面开展了诸多的研究实践,推动了数据共享解决方案的不断完善。但是,针对电力数据跨公司、跨单位共享的信任问题、数据安全问题,一直没有较好的解决方案。

国际方面,早期专家为了解决数据共享问题,提出了数据空间的概念^[9],意图通过将数据以资源视图或关联的形式进行共享。经过技术的不断发展和演变,形成了各种类型的数据空间模型,通过不断优化、规范地进行数据管理和关联展示,实现数据共享。

国内方面,近年随着大数据等新技术在各个行业领域的不断发展融合,在科学数据、医疗数据共享方面,也出现了不同的数据共享模型^[10-11],分别通过区块链、语义关联等形式,实现数据共享。基于区块链技术,还有专家提出过学分管理等应用模型^[12]。在电力数据共享方面,文献[13]曾提出设计了一种数据共享平台,受传统系统架构及当时的信息技术限制,仅通过系统权限分离部分实现了数据的监护功能,但缺乏对数据操作的全过程监督,数据安全存在较大的信任问题,无法实现跨机构、跨单位数据共享的推广应用。文献[14]基于 Hadoop 架构的电力企业数据共享模型,解决了以前通过数据总线进行数据共享的扩展能力低、低效容错等问题,但在数据安全、信任机制等方面考虑不足,更适宜在具有大数据应用平台的企业内部使用。文献[15]研究了一种基于区块链技术的数据共享机制,其机制注重于在保护数据私密性的前提下进行数据共享,却未考虑在其机制中实现数据的可追溯等数据安全问题。文献[16]探索研究了基于区块链技术的数

据共享交易模型,重点研究区块链技术在电力数据防篡改、可溯源的监管机制等方面的支撑应用,以实现能源互联网下区块链技术和大数据技术的优势互补;但是,未能充分考虑区块链技术下的数据共享还具备智能合约的特性,故在其数据共享模型中缺乏共识机制、智能合约等数据共享过程中的应用模型。

为此,在国内外研究的基础上,结合上面介绍的区块链五大技术特性,围绕数据共享的信任问题、数据安全问题,同时辅以在不同单位间数据共享的智能合约需求,初步构建了一个电力数据共享模型,实现数据在数据共享链上的全生命周期审计,推动电力数据在企业内外部的数据共享。

3 电力数据共享研究

3.1 区块链的数据共享模型

电力数据共享对于提高电力企业自身管理及优化客户服务、降低单位能耗、推动政府智慧决策等方面具有重要意义。目前,电力企业积极响应国家数字化转型战略,在打破数据壁垒、建设数据中台等方面进行探索。

以推进电力数据跨单位、跨部门的共享应用为目的,搭建基于区块链的数据资源共享模型如图 2 所示。区块链模型主要有两个角色:数据的提供方/输出方和数据的接收方/使用方。无论是财政、税务、公安等政府部门,还是金融、医疗、能源等领域的企业单位等,都作为区块链的用户适用于本模型。在本区块链逻辑上,数据的提供方/输出方和数据的接收方/使用方形成 $N:N$ 的关系,组成区块链网络,链上共享着各类信息,包括政府机关、电力企业等能

基于区块链的电力数据资源共享模型的逻辑架构,主要划分为网络层、区块链基础设施层和业务应用层。

1)网络层:P2P 网络具有去中心化的特点。网络层的核心作用是为区块链中的各个节点提供点对点(P2P)的网络服务,确保各节点的有效通信,是区块链数据共享应用的基础。该网络主要负责区块链上各节点之间的数据共享、智能合约的信息传输等功能,与每个用户或数据输出的出口进行连接。为了实现网络连接,每个节点将会在网络中广播自身的地址信息,同时将收集的其他节点的地址信息保存形成清单。地址信息主要包括 IP 地址及端口号等内容。

2)区块链基础设施层:是整个模型中的核心层,为电力数据共享中互信、互认、互操作提供基础服务能力。主要包括 4 项服务,即:区块命名服务(BNS)、共享目录服务、认证及信任服务和智能交换服务。

3)业务应用层:提供了针对电力数据共享与传输的程序或接口,用户通过部署在应用层的各种总线系统、API 接口等方式进行交互。

该模型下的区块如图 3 所示。

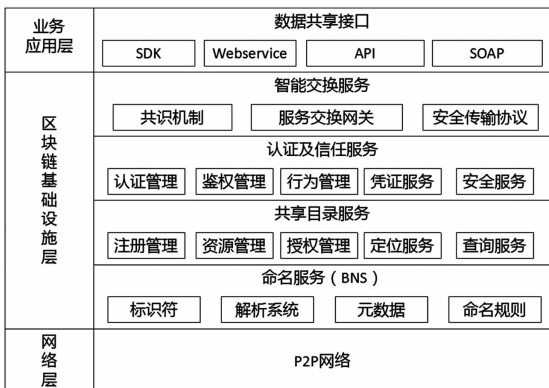


图 2 区块链的数据共享模型架构

源行业、金融机构等数据方提供的可共享的数据。

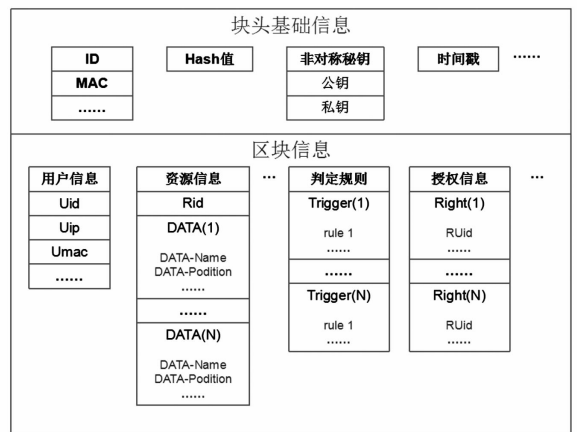


图 3 数据共享模型中的区块

由于网络层、业务应用层功能相对单一且易于理解,下面对数据共享模型架构的区块链基础设施层进行详细介绍。

3.1.1 共享区块链的命名服务(BNS)

目前,区块链中各个节点的账户、智能合约等基本信息,在链上体现为一个特定的逻辑顺序地址,该地址是每个节点/用户在本区块链网络中的唯一标识。当一个节点在建立时,通过区块链中已制定的

规则自动生成,同时匹配用户生成对应的一组私钥和公钥,用于后续的数据加密传输及数据标签。生成的公钥,将通过 P2P 网络广播给其他节点,用于数据共享的加密传输,同时作为地址信息;生成的私钥,则由该节点用户自行保存,用于数据共享过程中的数字签名。

业务应用层虽然可以直接使用区块的地址信息,但是这些地址信息数据长且编码复杂,对于用户在实际的数据共享过程中较难使用。为此,参照网络模型中的域名解析服务器(DNS),在区块链的基础设施底层搭建区块命名服务系统(BNS),使业务层基于业务逻辑就能链接到对应区块,降低区块链运行维护和使用人员管理大量区块地址的难度,让所有链上的参与者通过业务逻辑便捷地识别、定位和调用数据。数据共享过程对比如图4所示。

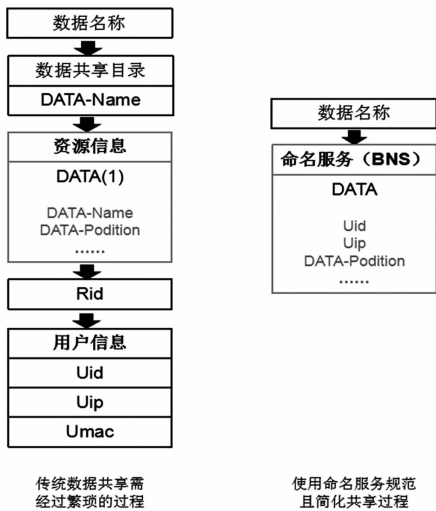


图4 传统数据查询与 BNS 对比

3.1.2 共享目录服务

在电力数据共享中,需要一套台账来实现对区块链内所有用户及资源的统一管理,让系统运维单位、各数据节点实现对数据的全生命周期管理,同时快速知悉链上数据,这就是设计共享目录服务的初衷。台账中包括各个节点、各类数据的相关属性,还包括数据的可使用范围、数据与源系统的对应关系、数据的有效期、数据在数据库中的位置信息等等,实现对信息资源从上链到使用、从存储到资源定位等覆盖数据全生命周期的增、删、查、改功能。

通过共享目录,构建基于区块链的数据信息。每次数据交互时,均产生相关信息。其信息定义为

$$\text{共享数据} = \text{Uid} \oplus \text{T} \oplus t \oplus \text{data} \oplus \text{Hash} \cdots \oplus r$$

式中:Uid 为数据方;T 为日期,T(YY,MM,DD);t 为时间,以秒计,t {1,2,⋯,86400};data 为具体共享的数据信息;Hash 为对应时间的 hash 值;r 为具体的授权信息。

1)注册管理。类似于云平台的租户概念,每个上链的用户或者节点,需要在平台进行自动注册,在经过身份鉴别、可共享数据资源等审查机制后,加入到区块链中。注册信息包括用户或节点的基础信息、数据目录/清单、对应业务系统、数字证书等。

2)资源管理。辅助用户、区块链运维人员管理上链的资源,主要为数据资源/要素。对于单节点用户,需要维护用户资源、业务资源、数据要素等;对于建立了多个节点的用户,还需要管理节点关系等内容。其中,业务资源包括业务逻辑、业务分类、业务关系等。数据要素则指具体的数据,也就是需要共享的明细数据或者中间结果。

3)授权管理。对区块链中的数据资源进行授权管理。

4)定位服务。为区块链中的各种资源提供定位,包括物理存储位置信息、逻辑位置信息等,便于数据提供者对其数据的掌握。

5)查询服务。提供组织机构查询、用户查询、数据查询等功能。

3.1.3 认证及信任服务

以前由于数据在没有技术监控的情况下,存在数据质量差、数据操作不可监督、数据安全得不到保障等隐患,数据共享存在复杂的信任问题,导致电力企业与政府部门、外部单位和公众无法实现电力数据共享。此外,电力数据共享本身就涉及在电力企业内部的跨系统业务数据共享问题。因此,为了实现不同机构、不同系统的数字共享,先要解决数据共享的互信问题。搭建认证及信任服务,解决电力企业内部的跨系统、跨部门数据共享的信任问题,同时促进不同机构、单位在统一的认证与信任体系之下实现数据共享,以此解决数据互信的问题。认证及信任服务的主要功能如下:

1)认证管理。为用户、数据要素、信息系统提供认证服务。特别是针对系统的认证服务,通过为不同的系统提供数字证书(CA)认证,实现跨系统数据间的可信交互。

2)鉴权管理。为用户或共享模型提供权限鉴

别服务。根据权限规则匹配,对每一个用户的数据输出、数据接收操作进行权限鉴别,以指导是否进行下一步数据共享的操作。

3)行为管理。对用户的行为监控,可看成行为审计系统。

4)凭证托管。为数据的存储提供凭证,并能让每个用户都可以将凭证进行托管,便于数据共享基于智能合约的自动应用。

5)安全服务。为区块链基础设施各种安全模块提供安全服务,适配各种密码、算法以及数字证书等内容,以满足国家密码法等法规。

3.1.4 智能交换服务

在所提电力数据共享模型中,电力企业的各部门以及电力企业的上下游、合作方之间已通过区块链的P2P网络奠定了数据共享交互的基础。链上的各个参与方,通过共享目录服务、认证及信任服务,已经完成了数据交换的资源展示、定位并解决了互信问题,接下来需要搭建智能交换服务,利用区块链技术实现对数据共享过程的支撑。在数据共享前,需要共享的双方或多方达成共识,先将各方的信息资源进行标准化的描述、分类,然后形成智能合约,经链上流转达成一致后,数据经由数据交换网关和安全传输协议实现共享交互^[17]。

1)共识机制。在所提电力数据共享模型中,共识机制为各区块链节点交换数据的标准一致性、有效性校验等功能服务,促成资源交互涉及的各方就交换信息达成一致。

2)数据交换网关。负责监听和验证各个节点的数据交换、智能合约判定等请求。如果验证通过,网关将数据、合约等信息按照BNS的解析地址进行传输;如果验证不通过,直接丢弃该申请。

3)安全传输协议。在数据传输的过程中,为各方通信提供安全可靠的传输协议。

3.2 区块链的数据共享工作机制

电力企业在传统的数据共享模式下,各业务数据共享是通过系统接口对接来实现数据的交互共享,不同的系统对同一数据在语法、语义等方面都存在差异,例如电网设备信息在营销、运检等专业存在不同的命名规则及系统编号,缺乏共享的标准化处理。因此,在基于区块链的电力数据共享的服务中,部门间通过共识机制将相同设备进行统一,经过

1-1对应后,实现1-N其他属性数据的互联互通,促进跨专业数据共享。

随着业务场景对数据应用需求的不断深入,将衍生出过程数据在不同阶段的跨专业应用需求,即单类数据的多方操作。传统架构较难支撑相同数据在不同业务流程、系统中的流转校验、可追溯以及数据安全保障。通过区块链数据共享模型,利用共识机制对多方的操作进行规则约束,利用智能合约对工程进行监督和记录,利用安全传输协议保证数据传输的安全性,并在全过程对数据进行实时的一致性校验、审计,从而支撑跨层级、跨部门的信息共享和业务协同。根据所提模型设计的电力数据共享流程如图5所示。

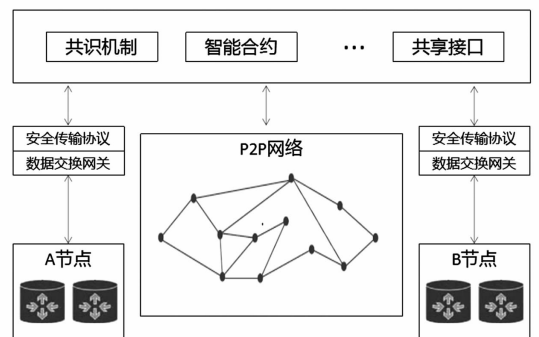


图5 电力数据共享的流程

从图5的业务流程可以看出,在数据共享的过程中,如A节点向B节点申请共享或交换信息,A节点首先通过数据交换网关将数据请求在P2P网络广播,各节点判定条件查询和验证。B节点满足条件,与A节点达成共识、生成智能合约。B节点通过数据定位、授权管理等服务向A节点进行授权。A、B双方将区块信息存储到链上。数据交换网关在校验A、B双方的权责并通过验证后,通过模型中的安全传输协议,对A、B节点的数据进行加密传输,最终实现数据共享。

4 基于区块链的电力数据共享场景

综上所述,区块链下的数据共享应用可以分为两类模式:资源共享、业务协同。

1)资源共享服务模式:支持两个及以下的业务部门之间共享数据,通过去中心化的特性实时同步各节点数据,通过透明化及智能合约特性,在规则下有记录地实现内部数据资源的授权共享。

2) 业务协同服务模式:利用智能合约在区块链上的触发生成和自动运转的特性,实现线上数据通过条件判定的形式,在多部门、多单位间安全可靠的流转。

在外部数据共享上,更多将采用业务协同的模式。各数据合作方共同组建联盟链或私有链,在创建基础区块链时明确各区块的数据资源归属、用户权限等问题。例如以下场景:链上某一个特定节点(算法模型),设定其能够查阅地产、电力相关数据,同时能够对地产及电力数据进行联合分析并生成新的数据在链上进行共享。那么对应节点在上链前,需设定相应的权限,其分别在电力节点、政务节点具有相关数据的访问和查询权限,分别计算形成分阶段的成果,再将结果反馈到本节点进行联合分析,以此实现电力企业与外部机构/单位数据共享需求。

4.1 电子合同

电力行业项目建设涉及的上下游企业或客户相对分散,且行业跨度大。传统的合同流转,涉及的审批盖章流程繁琐,甚至存在多单位均使用不同的线上合同系统,须待所有相关单位流转完毕后再共同签订成倍数量的合同,耗时长且效率低,同时还存在合同成本高、公章管控难以及合同管理不规范等问题。依托区块链技术,上下游企业共同加入联盟司法链,通过线上流转达成共识、不可篡改、具有防伪证书的电子合同,在电子合同链上实现实时、安全的合同智能管理。帮助企业高效管理合同,更能提高合同的安全性、可靠性。

4.2 电子发票

电力企业客户群体巨大,特别是企业客户,每月都需要电费发票进行税务抵扣。所以,电力营销业务涉及大量的增值税发票开具。同时,电力行业聚集了大量的技术技能工人,行业内部的交流频繁且人员培训已进入常态化,每日有大量的差旅、培训费用报销需求。在过去的发票工作中,涉及人员开票、单据粘贴、报销审核等多个环节以及繁琐的信息复核工作,且发票多处抵扣等税务风险无技术手段进行监控。基于区块链技术打造区块链电子发票,依托特定的算法约束,用户使用手机、电脑等信息化渠道完成费用的线上支付,并填写开票信息,即可完成开票、报销流程,流程中产生的税务数据若能与国家税务局共同上链,实时电子发票的内容自动链上验证、同步记录电子发票的关键要素并代替财务人员

自动完成信息填报的过程,自助生成报销凭证,实现“交易即开票,开票即报销”,减免了对公司所有外部客户、内部人员的开票、报销流程的讲解或培训,将大大节约企业内部的经营成本,更提升了电力企业的优质服务能力。此外,区块链不可篡改的特性,将保障链上的所有机构、单位、部门和人员的财务数据一致,账目数据准确完整,大幅度降低财务报销人员的检查、复核的工作量,规避人工对待账务的误操作风险(如数据录入错误等),从根本上避免虚假票据、票据重复使用等税务风险。

5 结 语

利用上述基于区块链的数据共享模型,可推动电力企业内部跨专业的数据共享,提升企业经营管理质效。同时,依托电力企业数据共享链,可带动上下游企业、数据应用相关机构或单位共同探索数据要素管理,形成数据共享应用的联盟生态,有助于行业纵向及横向的数字化发展,乃至为综合能源的区块链应用奠定基础。但是,所提模型仅针对所分析的数据共享难点,在架构层面对基于区块链技术的数据共享场景进行了设想,缺乏技术验证及真实环境的实践,是否能解决电力企业数据共享的信任问题,还需电力企业甚至信息行业随着技术发展及时间进一步证明。同时,数据跨企业共享在数据标准、数据确权等方面的问题有待解决。随着区块链等技术在电力数据共享应用方面的不断深入,在不久的将来,电力企业数据共享、数据应用会为企业管理、社会发展带来更多的便捷,为智能电网、智慧城市赋能。

参考文献

- [1] 沈鑫,裴庆祺,刘雪峰. 区块链技术综述[J]. 网络与信息安全学报, 2016(11): 11 - 20.
- [2] 谢辉,王健. 区块链技术及其应用研究[J]. 信息网络安全, 2016(9): 192 - 195.
- [3] 张晗. 基于区块链技术的金融产业革新[J]. 中国集体经济, 2018(36): 88 - 90.
- [4] 闫树,卿苏德,魏凯. 区块链在数据流通中的应用[J]. 大数据, 2018(1): 3 - 12.
- [5] 余益民,赵昆,陈韬伟. 跨境电商技术与应用[M]. 北京:电子工业出版社, 2017: 259.
- [6] Cui Jindong, Wang Shengwen, Xin Yechun. Research on

Technical Framework of Smart Grid Data Management from Consortium Blockchain Perspective [J/OL]. Proceedings of the CSEE. <https://doi.org/10.13334/j.0258-8013.pcsee.181971>.

[7] 崔志伟. 区块链金融: 创新、风险及其法律规制[J]. 东方法学, 2019(3): 87-98.

[8] 华劼. 区块链技术与智能合约在知识产权确权和交易中的运用及其法律规制[J]. 知识产权, 2018(2): 13-19.

[9] Franklin M, Halevy A, Maier D. From Database to Data-spaces[J]. ACM SIGMOD Record, 2005, 34(4): 27-33.

[10] 薛腾飞, 傅群超, 王枞, 等. 基于区块链的医疗数据共享模型研究[J]. 自动化学报, 2017, 43(9): 1555-1562.

[11] 吴红瑶. 基于关联数据的科学数据共享模型研究[D]. 沈阳: 辽宁师范大学, 2018.

[12] 熊维祥. 基于区块链技术的学分认证系统研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2018.

[13] 瞿海妮, 庞徐玮, 尤鸣宇, 等. 电力大数据的应用价值及其共享平台分析与设计[J]. 经营与管理, 2017(7): 104-108.

[14] 蒋雷雷, 代作松, 秦宾. 基于 Hadoop 架构的电力企业数据共享模型研究[J]. 通信电源技术, 2018, 35(1): 97-100.

[15] 龚钢军, 魏沛芳, 孙跃, 等. 区块链下电力数据的统一监管与共享交易模型[J]. 信息技术与网络安全, 2019, 38(3): 57-62.

[16] 李旭, 王合建. 基于区块链的电力数据共享机制[C]// 中国电机工程学会电力信息化专业委员会. 2019 电力行业信息化年会论文集, 北京: 人民邮电出版社, 2019: 188-191.

[17] 李杰, 柴焰明, 杨燕, 等. 区块链智能合约技术的原理与应用[J]. 云南电力技术, 2018, 46(6): 12-18.

作者简介:

余佐超(1990), 男, 助理工程师, 从事信息系统安全防护工作;

李喆(1989), 男, 硕士, 工程师, 从事 5G、电力北斗技术试点应用等工作;

刘浩宇(1991), 男, 硕士, 工程师, 从事数据质量管理、电力大数据分析等工作。

(收稿日期: 2020-10-15)

(上接第 30 页)

知识图谱, 利用图规则挖掘, 实现典型风险的验证, 验证了所提方案的有效性和可行性。

前面只重点阐述了基于行业数据与外部数据构建融合知识图谱的过程, 对图神经网络、图嵌入等基于图的挖掘分析未开展深入讨论, 这也是后续进一步研究的方向。

参考文献

[1] 李志, 费晓璐, 郭振. 基于数据中台的电力企业数据资产管理方法研究[J]. 电力信息与通信技术, 2020, 18(7): 76-81.

[2] 林广和, 张绍武, 林鸿飞. 基于细粒度词表示的命名实体识别研究[J]. 中文信息学报, 2018, 32(11): 62-71.

[3] 冯蕴天, 张宏军, 郝文宁. 面向军事文本的命名实体识别[J]. 计算机科学, 2015, 42(7): 15-18.

[4] 陈锋, 翟羽佳, 王芳. 基于条件随机场的学术期刊中理论的自动识别方法[J]. 图书情报工作, 2016, 60(2): 122-128.

[5] 翟社平, 段宏宇, 李兆兆. 基于 BILSTM-CRF 的知识图谱实体抽取方法[J]. 计算机应用与软件, 2019, 36(5): 269-274.

[6] 曾宇涛, 林谢雄, 靳小龙, 等. 基于多维信息融合的知识库问答实体链接[J]. 模式识别与人工智能, 2019, 32(7): 642-651.

[7] 鄂海红, 张文静, 肖思琪, 等. 深度学习实体关系抽取研究综述[J]. 软件学报, 2019, 30(6): 1793-1818.

[8] 张仲伟, 曹雷, 陈希亮, 等. 基于神经网络的知识推理研究综述[J]. 计算机工程与应用, 2019, 55(12): 8-19.

[9] 李涛, 王次臣, 李华康. 知识图谱的发展与构建[J]. 南京理工大学学报, 2017, 41(1): 22-34.

作者简介:

刘锦隆(1987), 男, 工程师, 主要从事电力信息化建设工作;

马进(1977), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事人工智能、信息化建设相关工作;

邹双(1983), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事信息化研究建设相关工作;

宋立华(1982), 男, 硕士, 高级工程师, 研究方向为人工智能自然语言处理、知识图谱技术应用;

王秋琳(1980), 男, 高级工程师, 研究方向为电力人工智能与电力信息化工作。

(收稿日期: 2020-10-16)