

面向科技资源管理与共享服务的区块链应用模式研究

王瑞丹¹ 赵启阳² 石 蕾¹ 张 辉²

(1. 国家科技基础条件平台中心, 北京 100862; 2. 北京航空航天大学, 北京 100191)

摘要: 针对科技资源管理“采集—加工—汇交—保存—共享—应用”的全生命周期, 基于区块链技术及其典型的联盟链模型, 设计了一套面向科技资源管理与共享服务的区块链系统, 并给出了典型的应用模式和业务流程。利用区块链技术, 支持科技资源的溯源访问、全生命周期数字指纹、确权与权益登记等关键技术研制及应用, 实现科技资源权益的可信认定和动态管理。区块链的应用为科技资源的管理和共享服务提供了去中心化、可信、可溯源的基础, 有效地促进我国出台的《科学数据管理办法》《国家科技资源共享服务平台管理办法》的全面实施, 充分发挥科技资源在驱动创新型国家建设中的引擎作用。

关键词: 科技资源管理; 区块链; 资源共享; 确权与权益登记

中图分类号: G203; G301

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2020.04.009

Research on Applications of Blockchain in the Management and Sharing Services of Science and Technology Resources

WANG Ruidan¹, ZHAO Qiyang², SHI Lei¹, ZHANG Hui²

(1. National Science and Technology Infrastructure Center Beijing 100862; 2. Beihang University, Beijing 100191)

Abstract: Based on the blockchain technology and its typical consortium model, this paper designs a blockchain system for science and technology resource management and sharing services, and proposes several typical application modes and business processes. With the help of blockchains, it is feasible to develop several key technologies for scientific and technological resources, including traceable access, full life cycle digital fingerprint, rights confirmation and registration, and reliable identification and dynamic management of related rights and interests. The application of blockchain provides a decentralized, credible and traceable foundation for the management and sharing of scientific and technological resources. It would effectively promote the full implementation of the measures for the management of scientific data and the measures for the management of national science and technology resources sharing service platform, and give full play to the role of scientific and technical resources as the major drive in the construction of our innovation-driven country.

Keywords: science and technology resource management, blockchain, resource sharing, rights confirmation and registration

作者简介: 王瑞丹 (1965—), 女, 国家科技基础条件平台中心研究员, 研究方向: 科技资源管理; 赵启阳 (1978—), 男, 北京航空航天大学讲师, 研究方向: 计算机视觉、深度学习、区块链 (通信作者); 石蕾 (1982—), 女, 国家科技基础条件平台中心研究员, 硕士, 研究方向: 科技资源管理; 张辉 (1968—), 男, 北京航空航天大学计算机学院教授, 国家科技资源共享服务工程技术研究中心副主任, 研究方向: 大数据、区块链、科技资源共享理论与方法。

基金项目: 国家重点研发计划项目“分布式科技资源体系及服务评价技术研究”(2017YFB1400200)。

收稿时间: 2020 年 3 月 4 日。

0 引言

科技资源是重要的国家战略资源,是当前国际竞争的战略高地,深刻影响着各国经济的发展、国家的安全、科技的进步和综合竞争力。近年来,随着《科学数据管理办法》^[1]《国家科技资源共享服务平台管理办法》^[2]等若干重大政策文件的出台,我国科技资源开放共享事业得到了快速的发展。目前已经建立了中国科技资源共享网(以下简称“共享网”),以及包括20个国家科学数据中心和30个国家生物种质与实验材料资源库在内的国家科技资源共享服务平台^[3](以下简称“国家平台”),并且制订发布了国家科技平台科技资源核心元数据、科技资源标识等方面的一系列标准^[4-5]。其中,共享网(<http://www.escience.org.cn>)是国家平台的科技资源信息发布平台和网络管理平台,按照统一标准接受和公布科技资源目录及相关服务信息,具备承担平台组建、运行管理和评价考核等工作的在线管理功能^[2]。

与此同时,我国科技资源的管理和服务面临前所未有的挑战^[6-8]:(1)随着我国科学技术的飞速发展,科技资源(科学数据、生物种质、科研仪器设施等)急剧增加,复制、传输、流通和使用越来越频繁,对异构异质科技资源的管理难度日益加大,现有的支撑技术和软件工具还有待进一步优化和完善;(2)科技资源的权益不清,致使资源持有者对资源共享心有疑虑,担心开放共享后权益得不到保障,发生产权纠纷等。这些问题造成科技资源闲置浪费,严重流失,流通、交易和共享困难而无序,被篡改、窃取、滥用和误用的现象时有发生,科技资源的开放共享工作进展缓慢。

上述局面的形成,既与科技资源的自身特点有关,又与我国科技资源管理和服务的差异性密不可分。我国科技资源管理和服务的差异性主要体现在以下两个方面:一是科技资源是科技创新活动的支撑条件、关键要素和重要载体,具有鲜明的多源性和领域特色,专业分化极强,因此科技资源存在着内容各异、规范各异乃至术语各

异;二是我国科技资源数量大、种类多,科技资源体系存在着主体各异、存储结构各异、存在形式各异,其服务方式、安全保障等不一致性,知识产权认定不清。

为了加快我国科技资源管理与服务的发展,急需构建高效、安全、可信的相关软件工具和技术,以支撑并推动科技资源的共享和利用。但是,传统的安全认证技术具有明确的中心化特性,与科技资源的领域性、专业分化现状有着难以调和的矛盾。随着新型安全认证方法——区块链技术的提出^[9],该难题迎刃而解。区块链具有去中心化、不可篡改、全程留痕、可以追溯、集体维护、公开透明等特点,能够解决信息不对称问题,从而实现多个主体之间的协作信任与一致行动^[10-12]。这为解决异构异质科技资源的管理和共享问题提供了一种全新的思路。

鉴于此,本文将针对科技资源“采集—加工—汇交—保存—共享—应用”全生命周期的各个环节,尝试基于区块链技术来解决科技资源的可信认证和权益认证等问题,切实保护科技资源的知识产权,进而有效地推动科技资源的流通、交易与共享,促进我国科技资源管理与服务的发展。

1 区块链技术分析

2008年11月1日,中本聪(Satoshi Nakamoto)^[9]首次阐述了基于P2P网络技术、加密技术、时间戳技术、区块链技术等电子现金系统,标志着区块链技术(Blockchain)的诞生。区块链技术的发展和推广在我国得到了国家层面的大力支持。2019年1月10日,国家互联网信息办公室发布《区块链信息服务管理规定》^[10]。2019年10月24日,在中央政治局第十八次集体学习时,习近平总书记做出“把区块链作为核心技术自主创新的重要突破”“加快推动区块链技术和产业创新发展”等指示^[13],明确了区块链技术的集成应用在新的技术革新和产业变革中的重要作用。区块链技术在我国各行各业迅速应用和推广开来^[14-23]。

1.1 技术特点

区块链是数学、密码学和计算机科学等多学科的交叉领域，通过创建分布式的共享账本，实现去中心化、不可篡改、全程留痕、可以追溯、集体维护和公开透明等技术特征。区块链技术为实体创建了坚实的互信基础，因此可以有效地解决信息不对称问题，实现多个主体的协作信任与一致行动。其具有以下主要技术特点^[9,12,24]。

(1) 去中心化。不依赖第三方管理机构，通过分布式地核算和存储，在各节点上实现信息自行验证、传递和管理，不需要中心管制。

(2) 开放性。系统完全透明，除了交易各方的私密信息外，区块链上的数据对所有人开放，可以通过公开的接口开发应用、查询区块链数据。

(3) 独立性。基于协商一致的规范和协议，所有节点能够自动、安全地验证和交换数据，不依赖任何第三方和人工干预。

(4) 安全性。只有在大多数数据节点（占比超过 51%）被攻破的情况下，才能操控修改区块链中存储的数据。这使区块链变得相对安全，避免了数据的恶意篡改。

(5) 匿名性。除非有法律规范要求，单从技术上来讲，各区块节点的身份信息不需要公开或验证，信息传递可以匿名进行，有利于敏感信息的保护。

1.2 系统构成

一个典型的区块链系统（图 1）通常由数据层、网络层、共识层、激励层、合约层和应用层组成^[12,16]。数据层主要封装底层数据区块以及数据加密、时间戳等基础数据和算法；网络层主要包括分布式组网机制、数据传播机制和数据验证机制等；共识层主要封装区块链各节点的各种共识算法；激励层主要包括经济激励的发行机制以及分配机制等；合约层主要包括各类脚本、算法和智能合约，是区块链可编程的基础；应用层主要包括各种场景下的应用程序。

位于合约层中的智能合约（Smart Contract）是由 Nick Szabo 在 1995 年提出的，目前已经成为区块链技术中的基础概念。智能合约是一种以

数字方式传播、验证和执行指定合同的计算机协议，不需要第三方参与即可完成不可逆转但可追踪的可信交易，并通过对交易进行逻辑检查来保证其合法性。在科技资源管理与服务区块链中，对科技资源的各类型操作（采集、上链、访问和交易等）均需要通过特定的智能合约来完成。

1.3 主要类型

目前区块链主要包括公有区块链、联盟区块链和私有区块链 3 种类型^[25]。公有区块链（Public Blockchain，以下简称“公有链”）：任何人都可以发送交易并获得该区块链的有效确认，也都可以参与其共识过程。公有链是最早和应用最广泛的区块链，基于比特币系统的虚拟数字货币均基于公有链。联盟区块链（Consortium Blockchain，以下简称“联盟链”）：由某个群体内部指定多个预选的节点为记账人，块的生成由所有的预选节点共同决定，其他节点可以参与交易但并不过问记账过程。其他人可以通过开放应用程序接口（API）进行限定查询。私有区块链（Private Blockchain，以下简称“私有链”）：实体仅仅使用区块链的总账技术进行记账，并独享



图 1 区块链系统的典型技术架构

该区块链的写入权限,与其他的分布式存储方案区别较小。目前私有链主要应用于传统金融行业,尚未展开大规模的应用。

2 科技资源管理与服务的联盟链架构及交易流程

在区块链3种主要类型中,公有链的开放程度过高,难以实施有效的管控,而私有链的使用范围非常受限,不具备足够的开放性。相比较而言,联盟链能够很好地解决机构之间的信息流控制、隐私保护和数据共享等问题,而且具有一定的开放性,非常适用于信息异构异质的多实体环境。目前,我国科技资源管理与服务既具有充分的开放性,可面向全社会共享,又具有易于管控的特点,以保障国家安全和公共安全等。因此,在面向科技资源管理和服务的應用环境中,联盟链技术更加适用。下文将采用联盟链类型,设计并构建面向我国科技资源管理与服务的区块链系统。

根据《科学数据管理办法》^[1]《国家科技资源共享服务平台管理办法》^[2],共享网、数据中心和数据库馆分别承担不同的职能,协同完成面向终端用户的科技资源共享服务。为此,科技资源管理与服务区块链设计了以下4种角色。(1)科技资源管理方:管理方通过共享网完成资源统计、用户共享访问统计、数据质量评测、用户满意度调查、服务性能监测等具体管理任务。(2)科技资源服务方:为用户提供各类科技资源服务的机构,包括已建立的20个国家数据中心、30个国家生物种质与实验材料资源库馆等。以上数据中心和生物库馆均建立了在线服务系统,并且对外提供服务。(3)科技资源所有方:科技资源的产权或其他同类权益的持有者,既可以独立加入科技资源管理与服务区块链,也可以在资源确权后委托科技资源服务方代理对外服务。(4)科技资源需求方:科技资源的终端用户,包括政府机构、科研机构、企业或个人等。现阶段,科技资源需求方需通过共享网、科技资源服务方获取服务。在未来,对于需求大的用户可申请并经审

核后独立上链,自主获取各种服务。

2.1 技术架构

面向科技资源管理与服务的区块链平台系统分成三层(图2),分别是底层支撑层、服务管理层和应用层。底层支撑层提供区块链的技术支撑,实现弹性存储管理、数据库管理、容器管理与集群管理等;服务管理层包括智能合约管理、安全管理、运营监控、查询引擎、区块链开发SDK等核心服务,并向上层提供区块链读写、合约管理和访问控制的接口;应用层则构建面向科技资源管理与服务的应用。本文基于Hyperledger项目创建的Fabric联盟链建立有关的区块链系统。Hyperledger是Linux基金会的一个开源区块链研发孵化项目,致力于提供可协同开发以区块链为底层的分布式账本,Fabric项目是一个提供分布式账本解决方案的支撑平台^[26]。

2.2 网络结构

在科技资源管理与服务区块链网络中,主要包括CA节点(集中架设在共享网)、Orderer节点(集中架设在共享网)、Peer节点(主要架设在共享网、服务方在线服务系统以及不通过服务方代理的所有方在线系统)及Client(各类型用户)。其中,管理方可架设在共享网内,通过共享网管理区块链网络,参见图3。

(1)CA节点:负责对加入链内的所有节点进行授权认证,包括上层的Client(用户),各节点都有其颁发的证书,用于交易流程中的身份识别。

(2)Orderer节点:负责收集交易请求进行排序并打包生产新的区块,主体功能是对交易排序从而保证各Peer节点上的数据一致性,还包含ACL进行访问控制。

(3)Peer节点:参与交易的主体,代表每个参与到账上的成员,负责储存完整的账本数据即区块链数据,负责共识环节中的执行智能合约。其中维护完整账本数据的peer节点称为Committer,并根据具体的业务划分背书策略决定。

(4)Client: Fabric对于各种类型的用户,提供了SDK,让开发人员可以更容易地对接到区块链内的交易环节,通过SDK可以发起交易。



图2 面向科技资源管理与服务的联盟区块链技术架构

2.3 典型交易流程

交易是指资源管理和服务过程中完成的一个操作，包括资源信息的编辑、修改、汇交、检索、下载等，交易信息都要记录在区块链中。以下是一个在科技资源管理与服务区块链网络中典型的交易流程（如一次用户的资源请求服务）。

（1）由Client（如共享网普通用户）发起交易请求。

（2）根据事先指定的背书策略（如Client发起对某项科技资源的访问，将引发共享网对外Peer节点和科技资源服务方Peer节点的交互），要求共享网管理Peer节点、服务方/所有方Peer节点和共享网对外Peer节点中的部分节点参与交易，因此Client将请求分别发给对应的Peer节点。

（3）每个Peer节点接收到交易请求后，执行对应的智能合约（即设置的交易规则，交易双方可根据规则自动执行的契约）并对结果进行签名

然后分别将输出结果返回给Client。

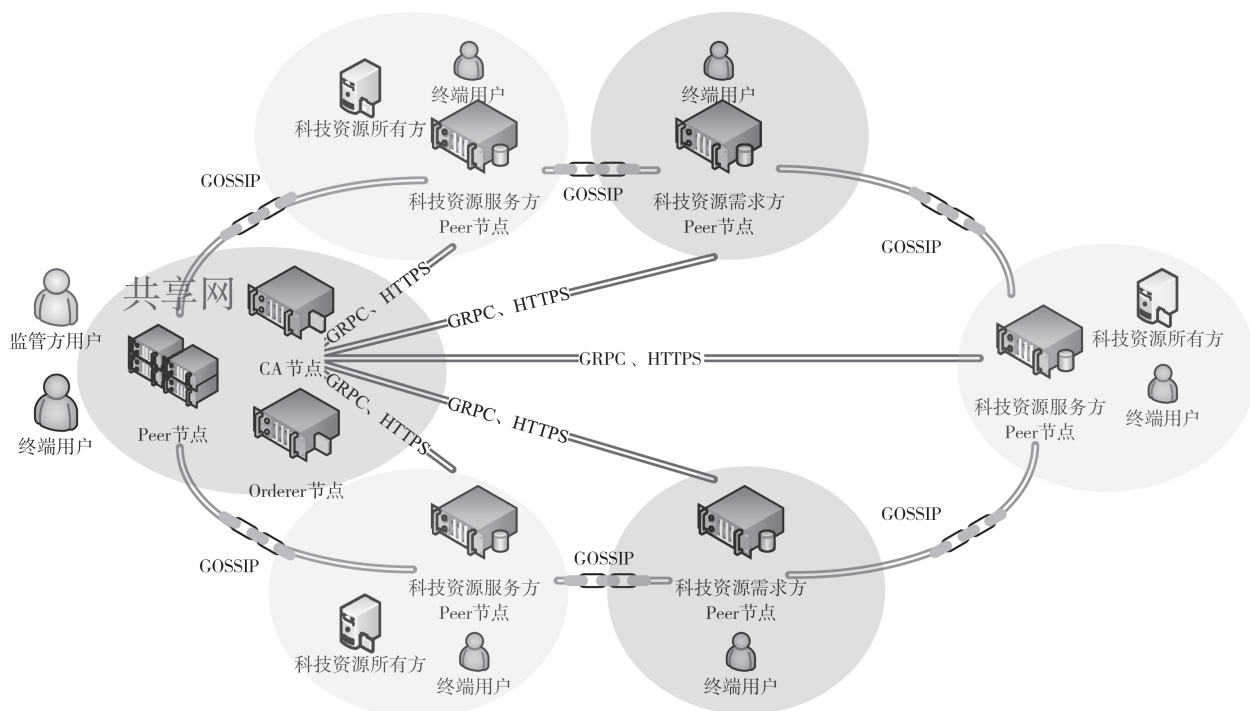
（4）Client在收到所有执行结果后打包一并发送到Orderer节点。

（5）Orderer节点将接收到的该次交易在交易池里进行排序并组合打包生成一个新的区块，Orderer将新的区块发送给所有的Peer节点。

（6）每个Peer节点接收到新区块后，对其中的每一笔交易结果的签名进行验证是否符合背书策略，并比对读写集合（Read-Write Set）与本地的版本是否相同，如满足所有条件则将新的区块写入本地账本内完成交易。

3 应用模式构建

利用科技资源管理与服务联盟链，不仅能够实现我国科技资源管理与服务的现有应用模式，还可以紧密结合区块链的技术特点，构建科技资源溯源等新型应用模式。



注：GPRC为高性能、通用的RPC框架；GOSSIP为区块链中Peer节点的通讯协议。

图3 科技资源管理与服务区块链的网络结构

由于科技资源的异构异质性，需要利用元数据实现科技资源描述、发现、识别、管理的功能，其中科技资源核心元数据^[4]是国家科技平台整合、汇交科技资源并开展共享服务的基础。科技资源元数据包含若干关键属性和信息，包括资源名称、产生时间、产权机构、服务机构、资源链接URL、服务方式等，而其中的中国科技资源唯一标识符（CSTR，简称“科技资源标识”）^[5]则是唯一性的统一代号，可作为资源服务交易中的资源唯一标识，也是资源确权、溯源的唯一资源关联号。因此，基于区块链的科技资源管理与服务，均围绕科技资源元数据展开。这样既能够有效支撑有关管理与服务，又可以将资源实体保持在资源所有方或服务方本地，从而提高管理和服务效率。

3.1 科技资源区块链管理与服务的主要流程

3.1.1 区块链网络的创建

在创建区块链物理网络时，首先由共享网管理角色定义区块链的相关信息，并且选择相应的主机节点和Peer节点，以及Peer节点之间的共识

类型，然后将50个国家平台的在线服务系统加入到区块链网络中，共同构成一个联盟链。在联盟链创建完成后，将由共享网集中架设1个CA节点，50个国家数据中心/生物种质库馆将分别创建自己的Peer节点。

在以上在线系统中，科技资源所有方先将元数据汇交到对应的国家数据中心或生物种质库馆（上链准备），再由这些国家平台将元数据整合后汇交到共享网（正式上链），由共享网提供统一的信息检索服务。资源实体服务可由国家平台在线服务系统提供，也可以通过资源所有方自建的在线服务系统提供。如有国家平台之外的科技资源所有方有意加盟国家平台，则需要向管理机构提出资源加盟申请，经批准后方可成为区块链中的Peer节点。

3.1.2 科技资源元数据的生成

该业务流程适用于科技资源所有者加工并生成科技资源元数据的场景。（1）科技资源所有方加工整理科技资源，编辑生成相应的元数据，并按照指定规则生成唯一的科技资源标识（须首先

向管理方申请获取CSTR机构前缀)。(2)科技资源所有方向已加入联盟链的网站(Peer节点),即数据中心(或生物种质库)在线服务系统通过上链接口API提交相应的元数据,并且申请元数据上链。(3)国家平台在线服务系统(Peer节点)对元数据进行格式检查,如通过检查则进入本地Peer节点缓存,等待管理机构的上链确认。

3.1.3 科技资源元数据的上链

该业务流程适用于科技资源所有者将科技资源元数据上链的场景,以科技资源元数据的上链代替汇交。上链信息经过管理机构审核通过后,即可通过共享网对外发布。(1)科技资源所有者网站或数据中心(生物种质库)调用相应的API将元数据和资源标识上链,并且根据创建的智能合约写入有关数据。(2)管理机构通过智能合约访问该元数据在链上的记录。(3)如上链元数据的质量符合要求,管理机构将通过科技资源元数据的上链请求,并将其链上信息记录到共享网中心数据库,以便门户网站对外提供统一查询服务。

3.1.4 科技资源元数据的访问

该业务流程适用于科技资源需求方(终端用户)通过共享网、国家平台在线服务系统访问某条科技资源元数据的场景。(1)终端用户通过共享网或在线服务系统的Peer节点,使用搜索引擎或者科技资源标识,定位到某个科技资源(数据集或种质资源),并发起对其元数据的访问。(2)在线服务系统从共享网中心数据库中取出相应元数据的上链记录。(3)在线服务系统根据元数据的上链记录,在链上发起查询,并将元数据的完整信息以及鉴别信息返回给科技资源使用者。

3.1.5 科技资源元数据的修改

该业务流程适用于科技资源发生更改或流通等场景。(1)科技资源所有方用户通过自有的在线系统,或者数据中心(生物种质库)在线服务系统的Peer节点发起科技资源元数据的更改请求。(2)科技资源所有方在线系统或者数据中心(生物种质库)在线服务系统,根据更改后的科技资源元数据生成新的区块,并打上时间戳。(3)科技资源所有方在线系统或者数据中心(生

物种质库)在线服务系统调用相应的API将新的区块上链。

3.2 基于区块链的科技资源溯源

区块链技术具有天然的可溯源性。因此可以按照科技资源的全生命周期划分,结合3.1.4小节中的交易流程,完整、翔实、可信地记录科技资源的演变,并提供方便的溯源访问。

(1)根据科技资源的全生命周期划分,将各个环节的新增信息和信息变化打包成区块,加上时间戳之后,根据时间顺序上链,与科技资源的“采集—加工—汇交—保存—共享—应用”轨迹很好地对应起来。

(2)科技资源链上信息的不可篡改。每项科技资源的区块链信息在所有者、数据中心(生物种质库)和共享网上都有备份,很好地避免了数据篡改的问题。

(3)科技资源链上信息的存储安全。在区块链的信息记录中,参与的Peer节点是多家,因此很好地解决了单中心节点存储灾难恢复能力弱的问题。

在提供基于区块链的科技资源溯源访问服务后,科技资源的管理难度将大为降低。由于科技资源管理与服务区块链的实时记录及其不可篡改、公开透明的特征,如果科技资源在某个环节出现了流失、篡改或伪造等问题,可以很容易地根据溯源访问查找到对应的责任方。对于多次出现科研诚信、商业诚信等问题的个人或者机构,还可以通过设置智能合约的方式,自动地向有关第三方提醒可能存在的安全隐患。

4 基于区块链的科技资源权益保护探索

在相关政策法规的指导和支持下,对科技资源各项权益进行有效的保护,可以更好地促进科技资源的共享。其中科技资源确权和权益查询是两个最为关键的问题。为此,本文利用区块链技术初步探索科技资源权益的登记、变更和查询等,为科技资源权益保护提供有效的技术支撑。

4.1 科技资源所有权登记

科技资源元数据生成后,在区块链上建立

用户区块链,及时登记该科技资源元数据的拥有者;当科技资源的拥有者发生转移时,通过区块链的交易记录机制,有效记录拥有权的转移情况,实现科技资源的跟踪,同时保证了科技资源的透明性,保证了科技资源创造者的权益,实现了科技资源知识产权转移安全记录。

4.2 科技资源使用权登记

科技资源共享的最终目标是实现对科技资源的高效利用。但是在科技资源使用过程中,科技资源元数据的篡改、错误引用、非授权使用等都会对科技资源拥有者的权益带来损害。区块链能够将科技资源元数据的使用情况详细地记录下来,包括资源属性、产权信息、交易信息及时戳等,保证了科技资源能够安全、可靠地被使用。科技资源元数据使用权登记及转移采用交易的形式进行处理并计入交易区块链,从而保障数据的权威性。

4.3 科技资源权益查询

科技资源具有包括所有权和使用权在内的多种责、权、利类型,可以随着科技资源的全生命周期演变而依据相关的法规、政策和标准进行界定,并将相关的权益信息添加到科技资源链上。任何机构和用户都可以在科技资源链上发起对指定类型责、权、利的查询,准确地获取各项权益的关联主体、交易记录及其分割状态等完整信息。这些信息不仅能够帮助用户完成权益的顺利转让,还能在侵权发生时准确地定位受害方,以及及时完成对侵权行为的精准举证。

5 结语

本文提出了基于区块链的科技资源管理与共享服务架构和应用模式,设计并构建了相应的科技资源管理与共享服务区块链系统。该区块链系统可以支持我国科技资源全生命周期各个环节信息的可信存储,并且提供智能的溯源访问服务,有力地支持科技资源的流通和利用。该系统的关键技术除用于我国科技资源的管理与服务外,还可用于具有类似业务流程的应用场景。

作为一种新兴的技术,区块链为我国科技资

源管理与服务的发展提供了全新的契机和更多的可能。在我国科技资源管理与服务的各类应用场景中,合理地结合和利用区块链技术,必将全面地促进科技资源全生命周期管理与服务的效率和质量,而如何对有关的传统应用模式进行全面的改造和合理的迁移,确保我国海量多类型科技资源信息的顺利上链,将成为未来有关工作需要解决的关键问题。

参考文献

- [1] 国务院办公厅. 科学数据管理办法[EB/OL]. [2020-01-20]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-04/02/content_5279272.htm.
- [2] 科技部, 财政部. 国家科技资源共享服务平台管理办法[EB/OL]. [2020-01-20]. <http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2018/201802/W020180224603823907661.doc>.
- [3] 科技部, 财政部. 关于发布国家科技资源共享服务平台优化调整名单的通知[EB/OL]. [2020-01-20]. http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2019/201906/t20190610_147031.htm.
- [4] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 科技平台 资源核心元数据: GB/T 30523-2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [5] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 科技平台 科技资源标识: GB/T 32843-2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [6] 种国双, 赵衡, 裴小兵. 科技资源共享: 需求、服务机制和服务模式[J]. 科技管理研究, 2019(22): 28-34.
- [7] 周宏虹, 伍诗瑜. 我国科技信息资源共享平台建设现状[J]. 科技管理研究, 2019, 39(5): 174-178.
- [8] 顾立平. 科学数据权益分析的基本框架[J]. 图书情报知识, 2014(1): 34-51.
- [9] NAKAMOTO S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System[EB/OL]. [2020-01-20]. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- [10] 国家互联网信息办公室. 关于区块链信息服务备案管理系统上线的通告[EB/OL]. [2020-01-20]. http://www.cac.gov.cn/2019-01/28/c_1124053347.htm.
- [11] 章刘成, 张莉, 杨维芝. 区块链技术研究概述及其应用研究[J]. 商业经济, 2018(4): 170-171.
- [12] 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.
- [13] 习近平: 把区块链作为核心技术自主创新重要突破

- 口[N]. 人民日报海外版, 2019-10-26(1).
- [14] 杨熋. 基于区块链技术的会计模式浅探[J]. 新会计, 2017(9): 57-58.
- [15] 耿秋治. 我国数字货币创新与发展[J]. 河北金融, 2017(8): 17-18, 44.
- [16] 李文森, 王少杰, 伍旭川, 等. 数字货币可以履行货币职能吗?[J]. 新理财, 2017(6): 25-28.
- [17] 张健. 区块链: 定义未来金融与经济新格局[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016: 38-40.
- [18] 王硕. 区块链技术在金融领域的研究现状及创新趋势分析[J]. 上海金融, 2016(2): 26-29.
- [19] 徐艺娜. 基于区块链与物联网对智能物流产业应用的解决方案分析[J]. 数码世界, 2018(4): 604-605.
- [20] 林虹萍. 区块链技术及其在公共管理领域中的应用初探[J]. 南方农机, 2018, 49(23): 37-38, 43.
- [21] 吴健, 高力, 朱静宁. 基于区块链技术的数字版权保护[J]. 广播电视信息, 2016(7): 60-62.
- [22] 井一获. 区块链在互助保险领域中的应用价值研究[J]. 现代经济信息, 2018(6): 350-351.
- [23] 苏恒. 区块链技术在公益扶贫领域应用的思考 and 实践[J]. 中国金融电脑, 2017(7): 11-15.
- [24] 蒋润祥, 魏长江. 区块链的应用进展与价值探讨[J]. 甘肃金融, 2016(2): 19-21.
- [25] 陈纯. 联盟区块链关键技术与区块链的监管挑战[J]. 电力设备管理, 2019(11): 20-21, 28.
- [26] ANDROULAKI E, BARGER A, BORTNIKOV V, et al. Hyperledger fabric: A distributed operating system for permissioned blockchains[C]. EuroSys 18, 2018.

(上接第14页)

企业优势互补。并且可以制定相关的帮扶政策, 推进企业内部体制改革, 加强政府的引导和推动作用。

(3) 构建了协同模式创新体系。构建哈长城市群创新体系的主要目标是提升创新力, 完善技术创新体系, 增强产业协同创新能力。通过建立协同设计平台设计模式, 可以增强企业间的良性竞争, 促进企业内部改革。通过对国家创新平台的资源整合, 为企业的发展提供技术支撑以及数据支持, 促进企业进行创新。哈长城市群高端装备制造业企业要把握当前的机遇, 利用地方经济政策积极促进管理体制改革创新, 使管理体制适应企业的发展需要, 同时加强新技术的研发, 为企业的发展提供动力。

4 结语

本文在协同设计模式概念研究的基础上, 分析了哈长城市群高端制造产业的特点, 提出了构建哈长城市群装备制造业协同设计模式的方法, 为加快哈长城市群装备制造产业的发展提供了参考。协同设计模式的建立可以通过将各类制造资源和企业数据虚拟化和服务化, 构成资源和云服务, 实现多方共赢。协同设计平台的构建, 为企业提供即时获取、按需使用和安全可靠的全生命

周期服务^[11]。无论是何种形式的协同设计模式, 都是技术发展的必然趋势。只有通过勘察企业的自身需要以及业务需求, 选择最适合自己的设计模式, 才能在未来的发展中发挥更大的作用。

参考文献

- [1] 史琳, 宋微, 刘爽. 吉林省高端装备制造业重点领域发展现状研究[J]. 产业与科技论坛, 2018(1): 29-31.
- [2] 王云, 许加祺. 哈长城市群协同发展机制研究[J]. 商业经济, 2017(8): 24-26.
- [3] 王洪涛, 成志忠. 三维协同设计模式下的航天项目管理实践与展望[J]. 航天工业管理, 2020(3): 41-44.
- [4] 初苗, 田少辉. 产品协同设计的现状和发展趋势[J]. 科技信息, 2009(26): 697-698.
- [5] 李乔, 牟锋. 两种CAD协同设计模式的比较研究[J]. 中国勘察设计, 2009(9): 80-82.
- [6] 陈晓华. 黑龙江省装备制造业产业集群发展策略研究[J]. 科技展望, 2014(16): 168.
- [7] 景侠, 李振夺. 黑龙江省高端装备制造业集群发展研究[J]. 商业经济, 2011(17): 9-10.
- [8] 朱启胜, 乔魏. 森诺协同设计平台[J]. 中国工程咨询, 2013(1): 63-64.
- [9] 段淑贞. CAD在企业产品设计中的应用[J]. 机械管理开发, 2009(s1): 114-115.
- [10] 杨超, 常越. 协同设计模式的特点及选择[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2015(29): 753-754.
- [11] 胡鑫. 基于产品生命周期管理的协同研发平台[J]. 机械制造, 2020, 58(5): 11-13, 34.