

加密管理：一种基于区块链的新型组织管理模式

李娟娟^{1,2}, 王戈³, 王晓^{1,4}, 李俊青^{5,1}, 袁勇⁶, 王飞跃^{1,3}

(1. 中国科学院自动化研究所复杂系统管理与控制国家重点实验室, 北京 100190;

2. 北京理工大学自动化学院, 北京 100081;

3. 澳门科技大学澳门系统工程研究所, 澳门 999078;

4. 青岛智能产业技术研究院, 山东 青岛 266109;

5. 山东科技大学计算机科学与工程学院, 山东 青岛 266590;

6. 中国人民大学数学学院, 北京 100872)

摘要: 为了从根源上解决组织管理面临的数据、信任和时效不对称问题, 提出面向 Web 3.0 的新型组织管理模式——加密管理。它以区块链为底层技术, 以联邦数据为运行基础, 以去中心化自治组织为组织形态, 以智能合约为实现手段, 以非同质化通证为激励机制, 核心目标是在数据安全与隐私保护的前提下, 实现可信、可靠与可用的实时管理决策。构建了加密管理的基本框架, 讨论了其核心构成与实现模式, 并以面向任务的人员绩效实时管理为例, 介绍了其运作流程, 最后探讨了该领域潜在的研究方向。

关键词: 加密管理; 区块链; 去中心化自治组织; 联邦数据; 智能合约; 非同质化通证

中图分类号: C931

文献标志码: A

doi:10.11959/j.issn.2096-6652.202232

Crypto management: a novel organizational management model based on blockchain

LI Juanjuan^{1,2}, WANG Ge³, WANG Xiao^{1,4}, LI Junqing^{5,1}, YUAN Yong⁶, WANG Fei-Yue^{1,3}

1. The State Key Laboratory for Management and Control of Complex Systems, Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

2. School of Automation, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China

3. Macau Institute of Systems Engineering, Macau University of Science and Technology, Macau 999078, China

4. Qingdao Academy of Intelligent Industries, Qingdao 266109, China

5. College of Computer Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China

6. School of Mathematics, Renmin University of China, Beijing 100872, China

Abstract: Aim to deal with the problem of data, trust and timeliness asymmetry faced by modern organizational management from the root, a novel organizational management model towards Web 3.0 namely crypto management was proposed. It was enabled by blockchain technology and smart contracts based on it, supported by the federated data, organized in the form of DAO (decentralized autonomous organization), and driven by the incentive mechanism with NFT (non-fungible token) as the core. The primary goal of crypto management was to realize trustable, reliable and usable real-time management decision-making under the premise of data security and privacy protection. The framework of

收稿日期: 2022-05-10; 修回日期: 2022-05-25

通信作者: 王飞跃, feiyue.wang@ia.ac.cn

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (No.62103411, No.62173329); 澳门特别行政区科学技术发展基金资助项目 (No.0050/2020/A1); 中国科学院自动化研究所复杂系统管理与控制国家重点实验室开放课题 (No.20210113, No.20210104, No.20210115); 中国科学院国际伙伴计划 (No.GJHZ202112)

Foundation Items: The National Natural Science Foundation of China (No.62103411, No.62173329), The Science and Technology Development Fund of Macau SAR (No.0050/2020/A1), Open Research Fund of the State Key Laboratory for Management and Control of Complex Systems (No.20210113, No.20210104, No.20210115), International Partnership Program of Chinese Academy of Sciences (No.GJHZ202112)

crypto management was formulated, its core components and implementation mode were discussed, and its operation process using the example of personnel performance management was also introduced. Towards the end, the potential future works in this emerging new area were discussed.

Key words: crypto management, blockchain, decentralized autonomous organization, federated data, smart contract, non-fungible token

0 引言

海量大数据的爆发式产生,以及云存储技术驱动的搜集与存储能力的提升、人工智能技术驱动的计算与学习能力的增强、区块链技术驱动的安全性及可信性的提高等,使社会与组织的生产方式、决策结构与协作体系发生深刻变革,提升了管理的信息化、数字化与智能化水平。

组织管理的本质就是决策^[1],而数据和信任是决策产生与实施的必要基础^[2-3]。然而,现实中数据不对称与信任不对称等问题的存在严重制约了组织管理的发展与变革。数据不对称不仅体现在决策各方的信息不对称,还体现在供需匹配与时空匹配的不对称。信任不对称不仅来源于信息偏好与互信程度的不一致,还来源于权责的不平衡及内外部协作制度的不完备。数据不对称与信任不对称往往是共存的,没有充分的数据信息难以建立有效的信任,而没有充分的信任则难以让数据高效流通。与此同时,组织的内外环境处于持续的变化中,因此具备时效性的管理至关重要。然而,现实中的时效不对称以及管理决策本身固有的时滞效应会加剧数据不对称与信任不对称造成的不良影响。

目前已有一些技术可被用于解决上述问题。例如,隐私计算与联邦数据方法构建了在隐私保护前提下的数据安全流通渠道,有助于解决数据不对称问题^[4-6]。区块链技术的应用可以使得现有的管理流程更加可信、透明和可验证,并且支持以通证化激励方式对数据等稀缺资源进行所有权结构和民主治理形式的实验,有助于解决信任不对称的问题^[7-9]。智能合约技术及其驱动的去中心化自治组织(decentralized autonomous organization, DAO)形态利用自主自动运行的社区参与方式直接且快速地产生管理决策,有助于解决时效不对称问题^[10-11]。然而,这些技术更专注于某个问题,缺乏面向组织管理的整体思考,使得它们无法从根源上解决管理问题,尤其是面临管理本身固有的复杂性、动态性与不确定性时^[12-13]。此外,依靠技术手段无法弥补

现有的层级化管理结构及中心化决策模式本身固有的缺陷。因此,需要新的组织管理模式,融合区块链、DAO、智能合约以及联邦数据等技术优点,在数据安全与隐私保护前提下快速地汇聚更多的数据资源与更广的群体智慧,突破数据不对称、信任不对称与时效不对称的限制,并实现实时决策与智能管理。

区块链技术、DAO等催化了Web 3.0革命,而以加密资产为导向的加密城市(crypto cities)也在创建中。然而,若要使这些技术和假设成为真正有利于提高社会效益的工具和手段,必须首先变革管理科学与技术。为此,王飞跃^[14]提出集认知管理、平行管理、加密管理、联邦管理、社会管理、生态管理于一体的管理智能变革,实现管理“6S”:物理安全(safety)、信息安全(security)、生态安全(sustainability)、个性优化(sensitivity)、主动服务(service)以及全面智慧(smartsness)。其中,加密管理不是对加密技术、算法和方法等进行管理,不属于密码科学与信息安全分支,适用于区块链的加密算法只是其用来实现组织管理安全性的手段之一。加密管理强调的是一种新型的组织管理模式,是由区块链技术支撑的,以DAO为组织形态,以分布式协作网络产生的联邦数据为决策基础,其采用以非同质化通证(non-fungible token, NFT)为主的激励机制,通过智能合约的形式落实决策制定与执行。它的核心目标是在数据隐私可控的前提下产生可信、可靠与可用的实时管理决策。加密管理的“加密”主要蕴含两层含义:一层含义源于底层区块链技术,指基于加密算法构建信息传输与存储、决策生成与实施的安全网络;另一层含义源于以NFT为主的激励机制,指以公开发行与公开分配的,但价值不单一且不固定的非同质化加密资产为管理激励的载体。

本文的主要贡献是提出面向Web 3.0的新型组织管理模式——加密管理,探讨了它的基本框架、核心构成、实现模式及运作流程等,并重点对数据基础与激励机制进行了设计创新,旨在突破传统管

理模式无法应对的数据、信任以及时效等限制，对于提升组织管理的智能化与实时性具有重要意义。首先，加密管理由于采用了区块链技术，管理流程更加可信，其前提是信息公开可追溯，然而这种公开并非是毫无保留地公开，而是基于加密技术的验证信息公开，因此信息仍然保有必要的安全性。其次，加密管理的组织形态为 DAO，摆脱了传统的层级化、中心化组织结构，而采用社区自治的分权式结构，让组织成员真正成为加密管理网络的所有者与决策者，使得他们以多样化的方式为组织管理决策做出与权力对等的贡献。再次，在加密管理数据基础方面，舍弃以任务为导向的传统数据计算方法，利用以数据为导向的联邦数据技术构建数据交互网络，并利用协同合作的去中心化应用（decentralized application, DApp）来完成在隐私保护和数据安全前提下的组织管理数据扩充。最后，加密管理构建了由非同质化激励驱动的群体协作与资源调度机制，使用不同的 NFT 来支撑不同的管理功能与管理目标，以更加精准且个性化的方式吸引成员参与其感兴趣的管理项目^[15-16]。此外，加密管理网络不仅能够覆盖当前的组织管理，还可以将基于区块链的 DAO 视为实体组织进行全新和激进实验的机会，有助于产生并评估新的管理机制与决策。从这个角度来看，加密管理也是一种基于平行智能的组织管理模式^[17-19]。

本文的主要结构安排及逻辑关系如下：第 1 节基于加密管理的概念提出基本框架，阐述了其设计思路、要素构成以及它们之间的相互关系；第 2 节介绍加密管理的核心构成，探讨了它们的关键技术、机制与模型等；第 3 节讨论加密管理的实现模

式，说明了各核心构成产生管理决策的方式；第 4 节以面向任务的人员绩效实时管理为例，描述了在基本框架和实现模式下产生管理决策的具体流程，第 5 节总结全文并展望后续研究工作。

1 基本框架

加密管理的基本框架如图 1 所示，主要包含底层技术、运行基础、组织形态、实现手段以及激励机制这 5 个重要部分，通过技术驱动的模式创新来变革传统的组织管理范式。

加密管理的各个构成之间相互关联、共同作用，以保证产生可信、可靠、可用的管理决策。其中，区块链是技术基础，联邦数据是数据基础，两者共同构成加密管理的核心底层。DAO 构建于区块链之上，以联邦数据为支撑，由智能合约驱动，并通过激励机制调动各方力量参与组织管理过程。智能合约编码于区块链之上，支撑各项组织功能，并通过调用联邦数据来触发和运行。加密管理的激励机制不仅需要考虑组织管理的需求，还需要考虑区块链与 DAO 的专有特点。

以区块链为底层技术，加密管理系统构建于去中心化点对点网络之上，在保证安全性的前提下实现决策信息与过程的公开透明，通过以技术手段构建的信任网络解决了组织管理面临的信息不对称问题及其导致的道德风险问题^[20]。

以联邦数据为运行基础，加密管理利用链上链下与组织内外的数据共享协作网络，实现基于特定管理模型的数据中间特征与计算结果的传输与共享，从而在数据隐私可控的前提下实现安全数据交互^[6]，解决组织管理面临的数据不对称问题，从而

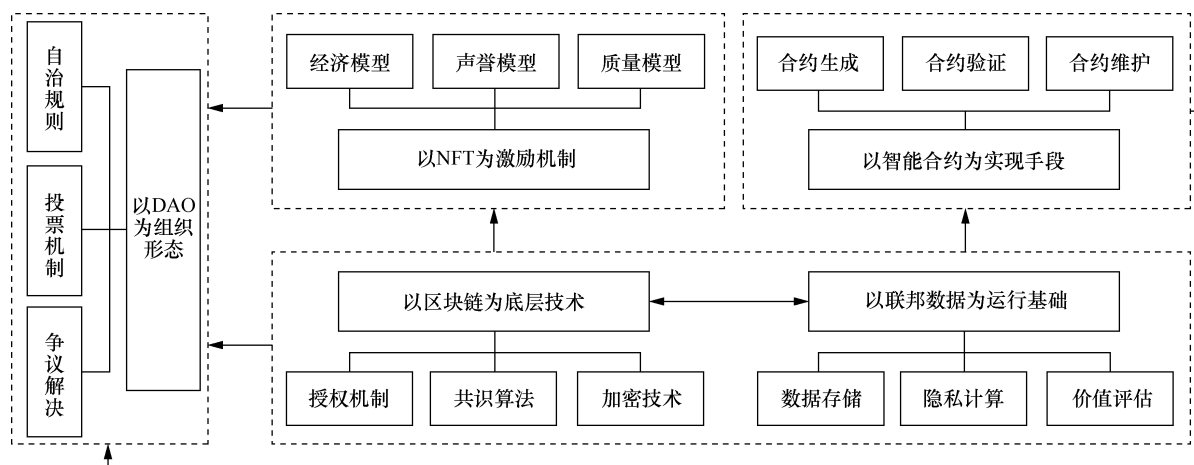


图1 加密管理的基本框架

使得数据可靠。

以 DAO 为组织形态,加密管理采用了分布式所有权结构,使得参与成员成为组织的决策者与所有者。这种分布式自治的群体智慧决策方式,能够突破传统组织管理中基于个体智慧的统筹决策模式的瓶颈,从而使得决策可靠。

以智能合约为实现手段,加密管理将组织管理规则以计算机代码的形式记录在区块链上,并在没有第三方干预的情况下按照既定规则进行自主自动的运营,促使组织管理向标准化自运营模式转变,能够在决策权高度分散的情况下高效地达成共识,有助于解决组织管理面临的信任不对称与时效不对称问题。

以 NFT 为激励机制,加密管理通过基于声誉、质量及贡献的 NFT 分配、获取与流通,鼓励更多成员积极参与能够为其产生更高 NFT 奖励的管理项目,以一种更精准化与个性化的激励方式引导成员创造性地而非被动地服务于组织管理目标,使得区块链上 DAO 产生的决策是真正可用的组织管理决策。

2 核心构成

2.1 以区块链为底层技术

区块链是实现加密管理功能的底层技术。基于区块链的分布式可信特征实现的多方记录与信息共享,破解了传统组织管理的信息不对称难题。在基于区块链的加密管理系统中,通过建立授权机制保证了节点可信,通过设计共识算法保证了结果可靠,通过运用加密技术保证了过程安全。

(1) 授权机制

授权机制适用于以联盟链结构构建的加密管理系统。由于组织内部包含多种属性的节点(如生物人、机器人及数字人),而不同属性的节点具备不同的权限,拥有不同的权利,并履行不同的职责。在加密管理系统中,建立授权机制从节点可信的角度满足了管理决策的安全管控需求,主要面向两类情形:针对新节点,进行必要的身份认证后,授权其加入区块链网络;针对旧节点,根据管理权限分级,授权其参与特定的组织管理决策制定与执行过程。

(2) 共识算法

共识算法的作用是保证区块链上的各节点就加密管理决策达成最终一致性,本质上是在互不信任的环境中创造可信的系统,以保证系统各方能够

在利益共享的前提下按照既定的规则行事。共识算法的主要功能是通过特定的策略选举诚实节点来负责决策提案的验证与记录,以确保写入区块链的决策结果是可靠且有效的。在加密管理系统中,面向组织发展需求,在权衡一致性、可用性及容错性等因素的基础上,采用已有的共识算法或设计新的共识算法,使得多方节点参与制定管理决策。

(3) 加密技术

加密管理需要依赖加密技术来维护节点权限、数据隐私、信息传输以及结果记录等整个决策过程的安全。一般地,区块链利用哈希算法与非对称加密技术组成不可篡改的数字签名,以满足加密管理决策的安全性需求。从数据产生来看,加密技术可确认节点对数据的所有权,并保证数据的完整性与合法性;从数据传输来看,加密技术可保证数据在传输过程中不被篡改、不被盗取;从数据应用来看,加密技术保证管理决策过程是全程可追溯的,为决策结果验证、争议仲裁等提供了可靠的信息基础。

2.2 以联邦数据为运行基础

数据是加密管理组织运行、共识达成以及决策产生的基础。仅仅依靠组织内部的管理数据,容易造成闭环的循环与收敛,进而形成相对独立的数据孤岛,无法应对复杂多变的管理环境。因此,需要将外部数据引入加密管理决策过程,利用链上链下、组织内外协作的联邦数据网络,实现数据在加密管理组织内外的顺利流通,以形成支撑加密管理系统运行的物质基础。

(1) 数据存储

加密管理系统中的数据主要包括节点状态数据、交易数据、系统运行数据等链上数据,实体组织链下管理数据,外部数据以及链上链下的交互数据等。数据采集是由各个节点独立完成的,它们对采集的数据进行本地存储,同时依据系统内的数据流通性需求有选择性地数据进行上链。例如,节点状态数据与交易数据是验证交易合法性的基础,因此与其相关的原始数据得以在系统内部公开流通;而链下实体组织可能由于隐私需求、数据所有者对其价值的获取困难等问题而无法直接分享原始数据,只能在链上传输中间特征或计算结果等。因此,加密管理节点存储的数据主要包括两类:自行采集的本地数据和接收的数据计算模型与结果。

(2) 隐私计算

加密管理中的联邦数据面向特定管理场景和任务, 利用大数据分析技术、人工智能算法以及复杂性管理方法等改进传统管理模型或设计新的管理计算模型, 并在此基础上基于分布式计算、联邦学习等完成对管理数据的推断与分析, 以产生满足管理任务需求的数据计算结果。在联邦数据的分布式协作网络中, 除了数据本身, 节点的数据质量、计算能力以及模型质量等都是影响数据计算结果的重要因素。因此, 需要有相应的评价机制来衡量节点对数据交互的贡献, 并动态地调整节点的信誉与奖励等, 以保证联邦数据能够在隐私保护的前提下高效地流通。同时, 由于数据的中间特征甚至计算结果也会存在一定的安全风险, 因此它们的传输与流通同样需在基于加密技术的安全机制下实现。

(3) 价值评估

在隐私保护前提下实现联邦数据流通的基础是确立数据的产生者、所有者及使用者, 并协调他们之间的数据收益分配。联邦数据转移的是数据计算结果而非数据本身, 不具有排他性且不会造成数据的边际价值递减。不同的使用者、管理用途以及计算模型等都会赋予数据新的价值, 导致其价值具备主观性。此外, 由于管理决策效果的滞后性, 数据价值还具备不确定性。因此, 需要有新的价值评估机制来支撑加密管理中的数据价值评估及相应的收益分配。

2.3 以 DAO 为组织形态

DAO 是基于区块链技术的新型组织形态, 具有开放自治的鲜明特点。DAO 将组织管理功能规约为若干管理条款, 利用代码化、程序化的智能合约运行方式实现自主自治, 并通过群体性协作形式产生相应的管理决策, 从而使得组织发展不再受到层级结构中单向决策模式面临的个体智慧约束。

(1) 自治规则

加密管理的自治建立在可代码化定义且可程序化执行的条款基础之上, 而这些条款往往详细规定了人与组织之间的复杂关系、资源的管理与分配流程、利益主体的目标与约束等业务逻辑、法律条文以及意向协定等, 是通过多方的协商、谈判、博弈甚至公投等方式最终形成的。不同的组织管理功能对应不同的条款, 但所有条款应当可以通过一套通用的标准规约为相应的合约规则, 而关联交互的多个规则集合在一起便可完整定义组织管理自治

的复杂运行规则, 使得组织管理在既定的规则框架内按照结构化方式进行自主运行。

(2) 投票机制

在传统的“自上而下”与“自下而上”层级化决策模式中, 任意级别的个体智慧瓶颈都会影响最终的决策结果, 甚至可能使得一些创新性的、有利于组织发展的决策不被采纳, 最终削弱组织的管理效率与发展能力。加密管理则以 DAO 的方式允许多方节点以群体性的“提案+投票”形式共同参与组织管理决策制定, 其利用的是一种社区成员共同参与的民主治理方式。而 DAO 治理的核心之一便是选择合适的投票机制, 其不仅规定了如何获得代表投票资格的所有权, 还规定了一致性结果如何产生。

(3) 争议解决

尽管 DAO 利用标准化的规则限制了各方节点的行为, 并且组织管理也是通过群体形式来产生的, 但是这仍然无法避免争议的产生, 其可能源于利益相关者的合谋或不适用。一旦产生争议, 就必须有行之有效的解决机制, 否则节点权益及系统安全均得不到保障。目前, 主要有两种解决思路: 一种是利用押金预存方式选出陪审员并组成去中心化法庭, 根据他们中的大多数意见决定仲裁结果; 另一种是允许反对意见持有人在投票结束之后结果执行之前带着资金退出, 这样将增加剩余成员的提案成本, 以此来对抗合谋攻击^[10]。

2.4 以智能合约为实现手段

智能合约本质上是“if-then”式的情景应对式规则, 是能自我验证与自动执行承诺的计算机协议。运行在区块链上的智能合约具备了区块链的去中心化与难以篡改特性, 而利用智能合约来自动执行区块链的相关功能, 无须人为解释及第三方干预, 提高了区块链的可信性与高效性。加密管理以智能合约的手段, 通过技术实现合同条款履行, 排除了人为干扰带来的信任危机与决策时效问题。加密管理中的智能合约主要包括合约生成、合约验证以及合约维护等方面。

(1) 合约生成

智能合约是基于自治条款生成的, 专业的技术人员将以自然语言描述的自治条款转换为以计算机逻辑语言描述的合约规则, 并按照系统要求与节点意愿补充必要的访问权限、触发条件、通信规则以及执行方式等, 以生成无须人工解释与干预便能在区块链上自动执行的代码程序。加密管理系统中

的基础条款由中心化方式产生,更新与补充条款由分布式协作方式产生。其中,与组织管理制度相关的条款定义了组织运行的基本规则,而与组织管理决策相关的条款定义了如何在制度约束下进行相应的决策。

(2) 合约验证

为了保证加密管理的智能合约是安全有效的,需对它们进行必要的验证。部署在区块链上的智能合约是不可逆转的,由其引发的问题与错误也很难修复,这将为组织管理带来一定的风险。为了消除高风险合约代码漏洞,避免其可能带来的难以挽回的损失,需要对智能合约展开必要的验证与审查,对设计与生成过程的一致性、正确性、完备性、准确性、公平性等进行审查,以提高加密管理合约的可靠性与安全性^[11],使得规模化高效运行的智能合约能够提升组织管理的效率并降低成本。

(3) 合约维护

智能合约完全依赖技术手段自动执行加密管理决策。当合约被部署至区块链上后,全网节点都将接收到该合约,相关事件与触发条件得以满足后,便自动执行合约内容,而成功执行的合约将被移出加密管理系统。合约维护的目的是保证所有合约都能被安全高效地执行。面向不同的管理场景、功能和目标需要采用不同的维护手段。针对功能需求升级、存在可修复的漏洞等情形,可以采用合约管理合约的手段进行更新升级;而针对出现无法增量更新的功能需求、存在不可修复的漏洞等情形,只能采用自毁操作完成合约停用。无论是更新升级还是自毁操作,与合约相关的数据均会被记录在区块链上,以保证加密管理的决策可追溯。

2.5 以 NFT 为激励机制

激励机制是加密管理的核心动力,促使多方协同以达成组织管理的目标。激励机制设计是行为导向的,要将个体的自利行为引导为服务于组织的总体利益。在加密管理系统中,NFT 代表的是一类外在的经济性激励,但其单独使用无法满足加密管理的现实需求,需要与代表内在的非经济性激励的声誉以及质量、贡献等基础计算模型结合起来,构建面向加密管理的混合激励机制,以实现个体与组织的共赢。

(1) 经济模型

经济激励是加密管理的主要激励,其以 NFT

为核心。在加密管理系统中,由于不同功能、不同业务、不同层级的管理决策对组织的贡献及对员工的要求有很大区别,传统的同质化通证激励难以适用,因此需要建立以 NFT 为核心的经济模型,以具有不可替代性的非单一价值媒介实现对组织管理相关方的奖励。NFT 代表一种“公开加密激励”,其意义是指每一项管理任务对应不同的 NFT,不同的人员对 NFT 的价值带有一定的主观性,使得其作为激励的价值与效用是加密非公开的。组织管理产生的 NFT 应当能够在特定的市场上流通,以拥有者和需求者都能接受的定价方式来兑换其他金融媒介甚至实物媒介。

(2) 声誉模型

加密管理系统中的声誉信息分散存储于区块链节点中。主要通过两种途径获取各个节点的声誉:获得授权加入区块链网络的节点具备一定的基础声誉;节点通过参与组织管理决策的形成过程来累积更高的声誉。声誉在无形中也会成为信任基础,声誉更高的节点更容易被认为是可信的,更能推动组织管理决策的验证通过。在声誉激励模型中,需要确定声誉的影响参数及相应的量化计算方式,由此形成经济加声誉的混合激励方式,以抑制自私节点的有害行为并鼓励诚实节点的有利行为。

(3) 质量模型

质量模型主要面向管理任务,提出不同质量的决策与完成不同质量的任务对组织的贡献显然是大不相同的。当经济激励与声誉激励不与任务质量关联时,容易出现高代价高成本产生的高质量决策逐渐被低代价低成本产生的低质量决策取代的“劣币驱逐良币”现象,长此以往不利于组织管理的良性发展。因此,在对分布式节点的激励机制设计中,事先需要对任务的难度进行计算,得出完成任务所需的代价,事后在一段时间内跟踪管理任务产生的收益,得出任务完成的质量,并以此在相对长的时间段内对经济和声誉激励进行可动态调整的分配。

3 实现模式

加密管理采用链上链下协同、网内网外联通的实现模式,如图2所示,通过链上链下协同产生闭环控制的管理回路,通过网内网外联通产生数据完整的管理链条。

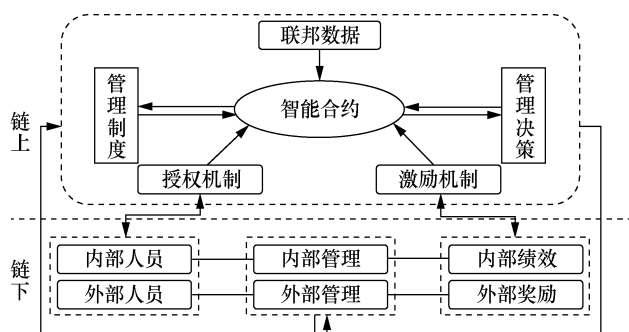


图2 加密管理的实现模式

加密管理的最终目标不只是实现区块链上 DAO 管理,而且要将链上管理决策结果应用到链下实体组织,或将链下实体组织管理决策过程转移到链上。加密管理不同于传统的以少数决策者为主的中心化模式,也不同于典型的完全链上的去中心化模式,而是采用两者协同的实现模式,通过链上链下有机结合产生的闭环管理回路与循环迭代机制,保证了组织管理的连续性与可靠性,降低了组织管理的时滞性与随意性。为此,加密管理既要在链上还原链下实体组织管理系统,还要创造面向各类场景和功能的、由算法和智能合约驱动的管理环境,以实验性地量化评估各类新的管理机制与决策的效果与性能。从这个角度来说,加密管理包含链上和链下两部分。在链上,创建安全可信的 DAO 管理环境,由混合激励机制驱动各个节点主动参与管理过程,利用基于智能合约的群体协作方式,产生组织管理制度与决策,解决了传统组织管理面临的数据不对称、信任不对称以及时效不对称等导致的决策成本高、效率低、可信度差等问题。在链下,实体组织必须通过信息反馈、激励反馈等与链上 DAO 建立强效关联,否则链上节点没有动力产生适应链下的管理提案,并且链下组织也无法对链上提案提出具体的评估与改进意见。同时,完全链上的自动化方式不足以应对高难度、高复杂度及高精度的管理任务,通过人工介入对链上决策结果进行审核、判断与反馈,将能够以更可靠而审慎的方式为组织管理提供决策支持。

加密管理系统中包含两类人员:内部人员是指经过审核获得授权而加入链上 DAO 的人员,主要为隶属于链下实体组织的人员,他们有权通过提案与投票的方式参与管理制度与决策的制定;外部人员主要指没有权限加入链上 DAO 的人员,他们不参与组织管理决策,仅提供其拥有的数据。加密管理的决策主体不局限于内部人员,决策目标不限于

内部需求,决策依据不限于内部数据,决策激励不限于内部绩效。由此可见,加密管理不是以封闭的形式孤立地运行,而是利用联邦生态理论、隐私计算技术以及群体智能算法等将一切可用的外部资源引入加密管理网络,从而形成网内网外联通的实现模式。通过网内网外资源联通形成的事前预测方式与客观决策依据,保证了组织管理的科学性与全面性,降低了组织管理的失误率与风险性。从这个角度来说,加密管理系统由网内和网外两部分组成。在网内,仅向组织内部人员授权,服务于组织管理制度与决策的制定。他们产生的数据在网内分布存储,并遵循统一的访问授权控制;而链下数据由内部人员以联邦数据模式与网内和网外需求方进行交互。同时,链上奖励能够在网内自由流通,可转换为内部绩效并在链下实施。在网外,同时向内部人员和外部人员开放,服务于管理决策数据的产生与提供。组织外部人员经过人工认证后加入联邦数据网络,为组织管理制度与决策的制定提供充分而可靠的数据基础,并获取能够在联邦生态网络中进行自由流通与转换的外部奖励。

在数据的隐私保护与价值实现前提下,链下数据往往以联邦数据的形式融入链上 DAO 的组织管理决策过程,人员、设备、资源等数据主要用于链上节点准入与决策参与的授权,生产、运行、管理等内部数据以及政策、法规、行业、市场、竞争等外部数据主要用于链上智能合约的生成、维护、触发与执行。它们与链上数据共同构成组织管理决策的数据基础。在激励机制的驱动下,基于特定的共识算法与预设的智能合约,链上外部节点基于隐私保护前提的联邦数据模式提供组织管理需要的数据,而链上内部节点经过公开认可且广泛监督的分布式“提案-投票-验证”流程实时产生组织管理制度与决策。链上激励机制在网内与链下员工绩效管理关联,在网外与联邦成员激励关联,这将有助于提升链上分布式决策的节点参与度,并抑制恶意行为的产生。当链上管理产生制度和决策后,需经由链下审核和判断才能推动实施,而实施结果会进一步反馈至链上,用于评估和改进管理决策。

4 运作流程:以面向任务的人员绩效实时管理为例

加密管理作为一种新型组织管理方式,能够在

安全可控的前提下高效且可靠地产生,并执行管理决策,因而具有广泛的应用前景。本文以面向任务的人员绩效实时管理为例,介绍加密管理的应用场景及运作流程。

在加密管理系统中,链上 DAO 的每一项管理功能都由一个 DApp 负责,而每一个 DApp 都是由智能合约驱动的。因此,链上 DAO 的管理本质上是由一系列智能合约集合来定义和控制的。面向任务的人员绩效实时管理主要由两部分组成:面向任务的人员绩效实时管理智能合约“签约”流程和面向任务的人员绩效实时管理智能合约“履约”流程。其中,“签约”流程用于产生绩效管理制度,由定义了与绩效管理相关的人员行为规则的智能合约表示;“履约”流程将基于绩效管理智能合约产生绩效管理决策,以实现面向特定任务的人员绩效实时计算与分配。

4.1 面向任务的人员绩效实时管理智能合约“签约”

基于联盟链的加密管理 DAO 最初基于一个公认的简单制度启动,当需要补充新的管理制度时,经提案、投票和验证步骤产生管理制度后以智能合约的形式部署在区块链上。DAO 中一般采用民主投票来达成共识,投票机制可以采用代议制、信念(futarchy)机制、二次方机制等。面向任务的人员绩效实时管理智能合约“签约”流程如图3所示。链上 DAO 的绩效管理制度其实是采用以智能合约管理智能合约的模式生成的。具体来说,签约流程主要包括如下环节。

认证授权环节主要包含新节点注册和授权中

心审核步骤。①新节点需获得授权后方可加入基于区块链的加密管理网络,通过预筛选机制选出可靠可信的节点,有助于增强整个加密网络的安全性。由高层记账节点与中层记账节点共同组成授权中心,负责对新节点进行身份认证并授权加入。其中,高层记账节点一般对应实体组织的高层管理者,而中层记账节点一般对应部门管理者。新管理者节点向高层记账节点申请注册,以记账节点的身份加入区块链网络。新普通员工节点则向中层记账节点申请注册,以普通节点的身份加入区块链网络。此外,与生物人员对应的机器人和数字人也可根据其所属的等级向相应的记账节点申请注册。②授权中心利用非对称加密技术等对新节点的身份信息进行认证,通过认证的新节点被授权注册,以加入加密管理网络,并通过访问控制清单被授予参与组织管理决策的权限。其中,记账节点能够发起组织管理提案、参与提案投票,而普通节点只能参与提案投票。根据权限等级对新节点分发一定额度的初始通用通行证(universal token, UT)。UT是在加密管理网内网外均认可的流通性货币,用于奖励参与内部管理制度制定以及提供外部数据的贡献者。同时,加密管理网络设有节点权限升级机制,当普通节点参与提案,并累积足够高的声誉及足够多的UT时,可以申请升级为记账节点。

数据管理环节主要包括数据请求、数据管理、数据授权等步骤。③提案节点根据绩效管理提案需求,向数据管理 DApp 发出数据调用请求,并附上愿意支付的 UT。此时,数据调用并不是必需的,

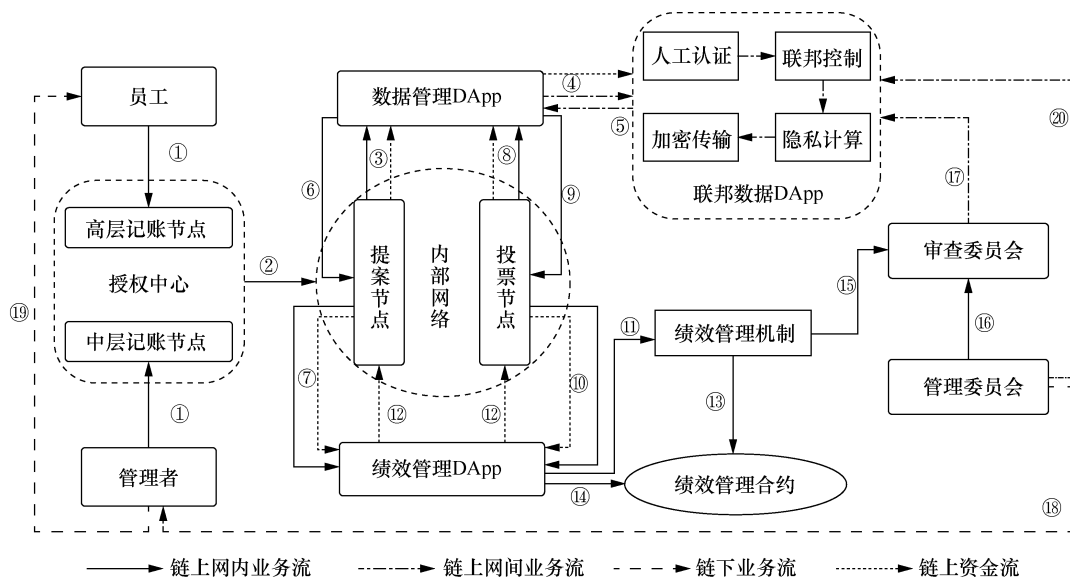


图3 面向任务的人员绩效实时管理智能合约“签约”流程

节点可自行决定是否付费以调用数据。数据管理 DApp 提供数据中转与记录功能, 仅向加密管理网络内部节点开放。④数据管理 DApp 收到请求后, 查验当前数据或其计算结果是否已经存储于加密管理网络内部。如果已在网内, 则直接将处理过的计算结果返回给提案节点; 如果还在网外, 则进一步向联邦数据 DApp 发起调用请求, 并附上提案节点愿意支付的 UT。网内节点必须经过数据管理 DApp 才能向联邦数据 DApp 调用数据, 这可以避免因不同节点向联邦数据 DApp 调用相同的数据而造成的资源浪费, 并保证数据使用的规范性与可追溯性。⑤联邦数据 DApp 向加密管理网络内部节点及外部授权节点开放, 通过人工认证机、联邦控制、隐私计算以及加密传输等技术与方法^[21-22], 在保护数据隐私的前提下提供数据产生、存储与计算功能, 并将处理过的计算结果返回给数据管理 DApp。⑥数据管理 DApp 将处理过的计算结果返回给相应的节点。加密管理网络的数据管理 DApp 以及联邦数据 DApp 提供了数据安全与隐私保护下的数据共享功能, 有助于解决数据不对称问题。

提案投票环节主要包括提案发起、数据调用、投票、结果确认、奖励分配、合约生成以及合约执行等步骤。⑦提案节点根据收到的数据向绩效管理 DApp 发起绩效管理提案, 并附上一定金额的 UT 作为保证金。⑧投票节点通过支付 UT 向数据管理 DApp 申请调用数据。⑨数据管理 DApp 向投票节点返回相关数据。⑩对绩效管理 DApp 中的新提案进行投票, 同时附上一定金额的 UT 作为保证金。值得注意的是, 提案节点比投票节点具有更高的权限, 提案节点可以参与其他节点的提案投票, 但不能为自己的提案投票。⑪当且仅当超过一定数量的节点参与投票且超过一定比例的投票节点同意提案时, 该提案才会正式生效, 成为链上 DAO 绩效管理的合法制度。⑫产生针对提案节点和投票节点的 UT 奖励及声誉奖励分配初始方案。如果在此过程中出现当前机制无法解决的争议, 则各节点均可带着抵押的 UT 离开提案投票过程。采用股份授权证明 DPoS 机制, 每个节点根据所拥有的 UT 进行权衡, 其中拥有较少 UT 的节点可以将投票权授权给其他节点, 这样节点不需要拥有大量的股权也可以真正地影响绩效管理共识结果。⑬在绩效管理制度基础上, 补充访问权限及通信方式等, 经过形式

化验证后, 形成最终的绩效管理合约。⑭将绩效管理合约部署在区块链上, 集成到绩效管理 DApp 中, 以便在加密管理网络内部执行。DAO 节点分布式协作形成的绩效管理制度是在无信任的基础上快速产生的, 能够解决信任不对称问题, 并更好地满足时效性要求。

链下实施环节主要包括链下审查、具体实施、结果反馈等步骤。⑮绩效管理制度产生之后并不会立即生效。它首先被链下实体组织审核, 如果审查委员会审核不通过, 则放弃采用该制度。⑯如果审查委员会审核通过, 则由管理委员会组织实施。⑰链下审核结果由审查委员会在隐私保护的前提下反馈至联邦数据 DApp。⑱管理委员会推动管理者在实体组织实施绩效管理制度。⑲员工是绩效管理制度的具体执行对象。⑳绩效管理制度链下实施产生的相关数据由管理委员会在隐私保护的前提下反馈至联邦数据 DApp。链下审核与实施产生的数据不仅可用于维护和更新已有的绩效管理智能合约, 还能用于产生新的绩效管理智能合约。同时, 在绩效管理制度链下实施质量与效果也会对链上激励制度产生影响, 根据制度收益进一步产生奖励计算与分配的调整系数, 从而对提案节点和投票节点的奖励进行动态修正。

4.2 面向任务的人员绩效实时管理智能合约“履约”

面向任务的人员绩效实时管理智能合约“履约”流程如图4所示。绩效管理 DApp 主要支撑绩效管理功能, 任务管理 DApp 主要支撑任务管理功能, 而实施绩效管理是通过两类智能合约的相互调用与协同作用实现的。当经过智能合约的“签约”流程形成了被一致认可的绩效管理制度与任务管理制度, 并在链上实施之后, 面向任务的人员绩效实时管理决策便由智能合约来自动生成与执行, 整个流程实时且高效, 有助于解决组织管理面临的时效不对称问题。具体来讲, “履约”流程主要包括如下环节。

任务管理环节主要包括任务的发布、计算和完成等步骤。①任务的发布、计算和完成等均通过调用任务管理 DApp 集成的智能合约实现。②任务管理智能合约执行离不开数据管理 DApp 提供的状态数据与外部可信数据, 其中状态数据来源于加密管理网络内部。③数据管理 DApp 向联邦数据 DApp 申请调用外部可信数据。④联邦数据 DApp 返回数据给数据管理 DApp。⑤~⑥任务

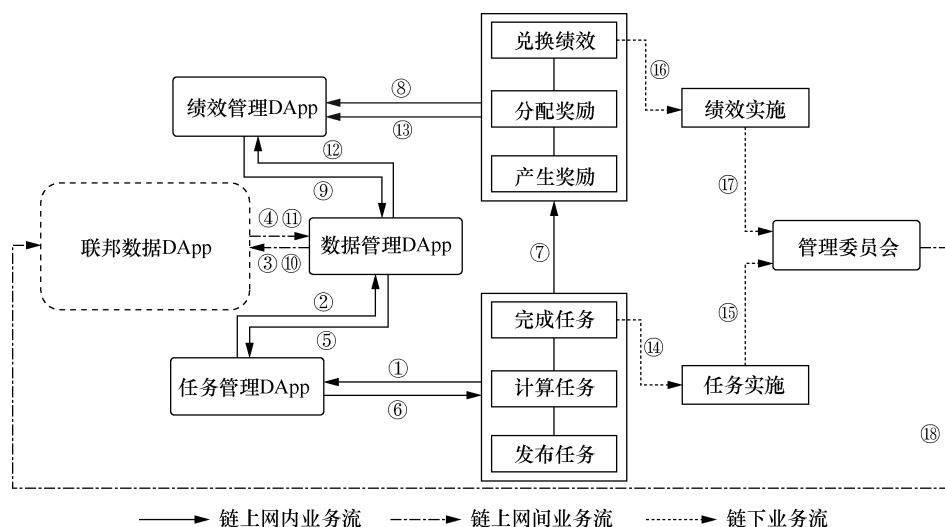


图4 面向任务的人员绩效实时管理智能合约“履约”流程

管理 DApp 中的智能合约根据外部可信数据与状态数据，自动判断触发条件以严格执行响应规则并更新任务状态。系统中的验证节点将在预设激励机制的作用下贡献算力来验证任务管理信息，并将通过验证的任务管理信息记录进新的区块，经过共识算法认证链接到主区块链后，由任务参与方来执行任务管理功能。

绩效管理环节主要包括产生奖励、分配奖励和兑换绩效等步骤。⑦任务成功完成的同时，绩效管理智能合约被触发，进入绩效管理决策环节。⑧奖励的产生、分配及兑换成绩效均通过调用绩效管理 DApp 集成的智能合约实现。⑨~⑫通过数据管理 DApp 和联邦数据 DApp 调用相关数据。⑬绩效管理 DApp 自动执行实时的绩效计算与兑换。其中，奖励由任务发布主体承担，主要为面向不同类型与不同难度任务的 NFT，例如将任务按类型分为行政类、研发类、市场类、财务类、交叉类等，并分别为它们匹配不同类型的通证，包括行政币、研发币、市场币、财务币等。其中，交叉类任务的奖励可由多种通证组成。不同于 UT，NFT 仅能在加密管理网络内部流通。加密管理的任务发起者并不会为 NFT 规定具体的价值（例如与 UT 或者实际绩效的兑换比例），但会为其规定一些其他附加用途，例如，行政币可用于抵消管理费或休假等，研发币可用于抵消研发设备购置费用等，市场币可用于抵扣市场调研费用等，财务币可用于抵扣财务审计费用等。这样，即便每个任务的奖励的 NFT 是公开的，但是其对于每个参与者的价值是不同的，这促使参与者可以通过选择参与并完成能够为自己带来更

高价值的任务。而且，为了解决组织管理面临的任务参与度低导致的完成质量无法保证的问题，可以为每个任务附上一个 NFT 乘数。一般地，参与人员越多，乘数越高，任务参与群体可供分配的奖励越高。但是，该乘数不会提前被参与者了解，以防止参与者合谋。

链下实施主要包括具体实施和结果反馈等步骤。⑭如有需要，则推动任务在链下实施。⑮任务实施数据会被管理委员会搜集。⑯链上奖励被兑换为绩效后，在线下具体实施。⑰绩效实施数据被管理委员会搜集。⑱决策链下实施产生的相关数据由管理委员会在隐私保护的前提下进一步反馈至联邦数据 DApp，用于维护和更新相关的智能合约。

5 结束语

尽管大数据、人工智能以及区块链等技术的蓬勃发展推动组织管理向数字化与智能化方向转型。但是，在外部环境变化愈加快速、对数据隐私保护愈加重视以及对决策时效性需求愈加迫切等背景下，组织管理面临更加严峻的挑战。为此，本文创新性地提出了加密管理这种基于区块链的新型组织管理模式，致力于在满足隐私保护与高效决策需求的前提下，通过构建链上 DAO，利用基于 NFT 的精准个性化激励，在无信任环境中汇集更多的数据资源与群体智慧，实时产生可靠且可用的组织管理决策，以期为加密管理的未来研究与服务应用提供启发与借鉴。

未来的研究工作将重点从以下 3 个方面展开。

首先, 研究面向管理的企业币, 将经济性、内在信念化与外在声誉化的激励结合, 突破传统激励的界限^[23]。其次, 突破单组织智能, 构建基于组织间协作网络的联邦智能^[6]。最后, 研究人类、机器、数字三者调谐的平行管理模式, 并构建基于描述智能的“明境”、基于预测智能的“临境”以及基于引导智能的“灵境”^[24]。

参考文献:

- [1] SIMON H A. The new science of management decision[M]. New York: Harper & Brothers, 1960.
- [2] MCAFEE A, BRYNJOLFSSON E. Big data: the management revolution[J]. Harvard Business Review, 2012, 90(10): 60-66, 68, 128.
- [3] KRAMER R, TYLER T. Trust in organizations: frontiers of theory and research[M]. [S.l.]: SAGE Publications, Inc., 1996.
- [4] TAKABI H, JOSHI J B D, AHN G J. Security and privacy challenges in cloud computing environments[J]. IEEE Security & Privacy, 2010, 8(6): 24-31.
- [5] 张佳乐, 赵彦超, 陈兵, 等. 边缘计算数据安全与隐私保护研究综述[J]. 通信学报, 2018, 39(3): 1-21.
ZHANG J L, ZHAO Y C, CHEN B, et al. Survey on data security and privacy-preserving for the research of edge computing[J]. Journal on Communications, 2018, 39(3): 1-21.
- [6] 王飞跃, 王艳芬, 陈慧竹, 等. 联邦生态: 从联邦数据到联邦智能[J]. 智能科学与技术学报, 2020, 2(4): 305-311.
WANG F Y, WANG Y F, CHEN Y Z, et al. Federated ecology: from federated data to federated intelligence[J]. Chinese Journal of Intelligent Science and Technology, 2020, 2(4): 305-311.
- [7] SWAN M. Blockchain: blueprint for a new economy[M]. [S.l.]: s.n., 2015.
- [8] EXTANCE A. The future of cryptocurrencies: bitcoin and beyond[J]. Nature, 2015, 526(7571): 21-23.
- [9] 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 Y, WANG F Y. Blockchain: the state of the art and future trends[J]. Acta Automatica Sinica, 2016, 42(4): 481-494.
- [10] WANG S, DING W W, LI J J, et al. Decentralized autonomous organizations: concept, model, and applications[J]. IEEE Transactions on Computational Social Systems, 2019, 6(5): 870-878.
- [11] 欧阳丽炜, 王帅, 袁勇, 等. 智能合约: 架构及进展[J]. 自动化学报, 2019, 45(3): 445-457.
OUYANG L W, WANG S, YUAN Y, et al. Smart contracts: architecture and research progresses[J]. Acta Automatica Sinica, 2019, 45(3): 445-457.
- [12] MCMILLAN E. Complexity, management and the dynamics of change[M]. [S.l.]: Routledge, 2008.
- [13] PICH M T, LOCH C H, DE MEYER A. On uncertainty, ambiguity, and complexity in project management[J]. Management Science, 2002, 48(8): 1008-1023.
- [14] 王飞跃. 管理智能的“6I”与“6S”: 从管理的认知智能到生态智慧[R]. 2020.
WANG F Y. “6I” and “6S” of management intelligence: from cognitive intelligence of management to ecological intelligence[R]. 2020.
- [15] 李娟娟, 袁勇, 王飞跃. 基于区块链的数字货币发展现状与展望[J]. 自动化学报, 2021, 47(4): 715-729.
LI J J, YUAN Y, WANG F Y. Blockchain-based digital currency: the state of the art and future trends[J]. Acta Automatica Sinica, 2021, 47(4): 715-729.
- [16] 秦蕊, 李娟娟, 王晓, 等. NFT: 基于区块链的非同质化通证及其应用[J]. 智能科学与技术学报, 2021, 3(2): 234-242.
QIN R, LI J J, WANG X, et al. NFT: blockchain-based non-fungible token and applications[J]. Chinese Journal of Intelligent Science and Technology, 2021, 3(2): 234-242.
- [17] 王飞跃. 平行系统方法与复杂系统的管理和控制[J]. 控制与决策, 2004, 19(5): 485-489, 514.
WANG F Y. Parallel system methods for management and control of complex systems[J]. Control and Decision, 2004, 19(5): 485-489, 514.
- [18] 袁勇, 王飞跃. 平行区块链: 概念、方法与内涵解析[J]. 自动化学报, 2017, 43(10): 1703-1712.
YUAN Y, WANG F Y. Parallel blockchain: concept, methods and issues[J]. Acta Automatica Sinica, 2017, 43(10): 1703-1712.
- [19] WANG F Y. Parallel intelligence in metaverses: welcome to Hanoi! [J]. IEEE Intelligent Systems, 2022, 37(1): 16-20.
- [20] CHOD J, TRICHAKIS N, YANG S A. Platform tokenization: financing, governance, and moral hazard[J]. Management Science, 2022: accepted.
- [21] OUYANG L W, WANG X, TIAN Y L, et al. Artificial identification: a novel privacy framework for federated learning based on blockchain[J]. IEEE Transactions on Computational Social Systems, 2021: accepted.
- [22] 朱静, 王飞跃, 王戈, 等. 联邦控制: 面向信息安全和权益保护的分布式控制方法[J]. 自动化学报, 2021, 47(8): 1912-1920.
ZHU J, WANG F Y, WANG G, et al. Federated control: a distributed control approach towards information security and rights protection[J]. Acta Automatica Sinica, 2021, 47(8): 1912-1920.
- [23] 王飞跃. 企业币: 企业管理的一种实时协调与激励的数字货币机制[R]. 2016.
WANG F Y. Enterprise money: a digital currency for real-time coordination and incentivization in management[R]. 2016.
- [24] 王飞跃. 从数字孪生元宇宙到灵境智能: 平行智能与智能产业[R]. 2021.
WANG F Y. From digital twin metaverse to ling jing intelligence: parallel intelligence and intelligent industry[R]. 2021.

[作者简介]



李娟娟（1986—），女，博士，中国科学院自动化研究所复杂系统管理与控制国家重点实验室副研究员，主要研究方向为区块链、平行管理、计算经济学。



李俊青（1986—），男，山东科技大学计算机科学与工程学院博士生，主要研究方向为区块链技术与应用、区块链智能。



王戈（1969—），男，澳门科技大学澳门系统工程研究所博士生，主要研究方向为联邦治理、去中心化自治组织、平行智能系统。



袁勇（1980—），男，博士，中国人民大学数学学院教授，主要研究方向为区块链、计算经济学。



王晓（1988—），女，博士，中国科学院自动化研究所复杂系统管理与控制国家重点实验室副研究员，主要研究方向为社会交通、动态网群组织、平行智能和社交网络分析。



王飞跃（1961—），男，中国科学院自动化研究所复杂系统管理与控制国家重点实验室研究员，国防科技大学军事计算实验与平行系统技术研究中心教授，中国科学院大学中国经济与社会安全研究中心主任，主要研究方向为智能系统和复杂系统建模、分析与控制。