

平行财务预算：复杂业财的深度融合与智能服务

崔华宁¹, 王飞跃^{2,3,4}, 李娟娟^{2,3}, 秦蕊^{2,3}, 王戈¹, 梁小龙^{2,3,4}, 侯家琛^{2,3,4}, 管桑田^{2,3}

(1. 中国科学院大学经济与管理学院, 北京 100086;

2. 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;

3. 中国科学院自动化研究所多模态人工智能系统全国重点实验室, 北京 100190;

4. 澳门科技大学创新工程学院, 澳门 999078)

摘要: 财务预算管理是企业管理的重要组成, 对于企业内部资源的管理、控制、协调和考核至关重要。然而, 目前大多数企业财务预算管理还存在财务预算目标制定不够科学、财务预算执行管控不够迅速、财务预算结果无法有效预测等问题。尽管数字技术与智能技术的发展为这些问题的缓解提供了有力的支撑, 但却无法从本质上解决问题。平行智能理论构建与实际系统对应的人工系统, 通过二者的虚实反馈与平行执行, 实现对财务预算的描述、预测与引导, 以提升预算目标的科学性、预算过程的可控性和预算结果的可靠性。将平行智能理论与财务预算结合, 提出平行财务预算管理新模式, 为复杂环境下业财的深度融合及其支撑的智能服务提供可行的技术框架与理论指导, 促进企业财务预算管理的智能化变革与转型; 辨析了平行财务预算的概念, 提出了其基本框架, 并探讨了其主要特征与支撑技术。

关键词: 平行财务预算; 平行智能; 业财融合; 智能服务

中图分类号: C931

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-6652.202346

Parallel financial budgeting: deep integration and intelligent services for complex business and finance

CUI Huaning¹, WANG Fei-Yue^{2,3,4}, LI Juanjuan^{2,3}, QIN Rui^{2,3}, WANG Ge¹, LIANG Xiaolong^{2,3,4},
HOU Jiachen^{2,3,4}, GUAN Sangtian^{2,3}

1. School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100086, China

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

3. State Key Laboratory of Multimodal Artificial Intelligence Systems, Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

4. Faculty of Innovation Engineering, Macau University of Science and Technology, Macau 999078, China

Abstract: Financial budget management is an integral part of corporate governance, critically important for managing, controlling, coordinating and assessing internal resources. However, many enterprises still face challenges in financial budgeting, including unscientific target setting, slow execution control and ineffective budget outcome prediction. Although the advancement of digital and intelligent technologies offers strong support for mitigating these issues, it fail to address them fundamentally. Parallel intelligence theory, by creating artificial systems parallel to the real one and leveraging their virtual-real feedback and parallel execution, can realize description, prediction and prescription of financial budgeting, thereby enhancing the scientific accuracy of budget targets, the controllability of the budget process and the reliability of budget outcomes. This paper combined parallel intelligence theory with financial budgeting to propose a new paradigm of parallel financial budgeting. It provided a viable technological framework and theoretical guidance for the

收稿日期: 2023-11-12; 修回日期: 2023-11-25

通信作者: 王飞跃, feiyue.wang@ia.ac.cn

基金项目: 澳门特别行政区科学技术发展基金资助项目 (No.0050/2020/A1, No. 0093/2023/RIA2)

Foundation Items: The Science and Technology Development Fund of Macau SAR (No.0050/2020/A1, No. 0093/2023/RIA2)

deep integration of business and finance as well as intelligent services supported by it in complex environments, fostering intelligent transformation and innovation in corporate financial budget management. The paper delineated the concept of parallel financial budgeting, presented its fundamental framework, and discussed its key characteristics and supporting technologies.

Key words: parallel financial budgeting, parallel intelligence, business-finance integration, intelligent services

0 引言

预算在企业财务工作中发挥着关键作用，其作为一种重要的管理工具，不仅为企业提供了一个详尽的财务蓝图，指导日常和长期的财务决策，还确保了资源的有效分配与利用，优化成本结构，提升企业的竞争力。通过严格的预算管理，企业能够监控和控制开支，预测和应对市场变动，从而降低风险，确保企业目标达成。此外，预算还能促进部门间的协调与合作，加强内部控制机制，增强企业透明度和责任感，为实现企业战略目标提供坚实的基础。因此，预算是连接企业战略规划与实际操作桥梁，对于企业的长远发展至关重要。

然而，在实际业务中，财务预算面临多个问题。首先，在确定财务预算目标时，往往缺乏对企业内外复杂环境和经营状况充分了解，从而难以制定科学的预算目标；其次，在财务预算控制过程中，预算与业务之间存在脱节，无法全面了解各层级的预算分配情况，从而无法提前预警商业环境的变化；最后，财务预算结果方面，无法实时动态调整预算，未能及时提供对业务的有效指导。由于财务预算管理面临着工程复杂性和社会复杂性等多重问题，同时还面临长尾数据和负样本数据缺乏、试错成本高等问题，使得企业财务预算管理研究面临严峻的挑战。

虽然区块链^[1]、智能合约^[2]、去中心化自治组织与运营（decentralized autonomous organizations and operations, DAO）^[3-6]、人工智能^[7-9]等新兴技术的发展与进步，为企业财务预算管理提供了强有力的支持，但要充分发挥这些技术在提升企业财务预算管理效率和效果上的潜力，首先应当革新现有的财务预算管理方法和模式^[10-11]。这意味着需要重新审视和调整预算编制、执行和监控的过程，使之与新兴技术的兴起相适应，从而确保企业能够在迅速变化的市场环境中保持竞争力和灵活性。

基于人工系统+计算实验+平行执行（artificial systems+computational experiments+parallel execution，

ACP）方法的平行智能理论^[12-13]，以社会物理信息系统（cyber-physical-social system, CPSS）为基础设施^[14]，通过虚实平行互动，最终实现从知识表示、决策推理到场景自适应的闭环反馈，能够有效实现描述智能、预测智能与引导智能^[15-17]，从而解决财务预算管理中的多重复杂性及试错成本高等问题。因此，将平行理论引入财务预算管理中，提出一种全新的平行财务预算管理模式^[18-19]，具有重要的理论意义与实践价值。平行财务预算管理能够有效帮助企业解决预算目标、过程和结果各个环节的问题，提升企业财务管理的效率性、可靠性和智能性，有效实现业财的深度融合，同时为达成企业目标给予更有效和智能化的辅助支撑。

本文致力于平行智能理论指导财务预算管理，构建虚实交互的平行财务预算管理模式与框架，并从业财融合的角度，利用新兴智能技术支撑企业财务预算管理的描述、预测与引导。

本文结构安排为：第1节简要介绍财务预算管理的基本逻辑；第2节给出平行财务预算管理基本框架与主要特征；第3节描述平行财务预算系统整体架构；第4节介绍平行财务预算系统的技术支撑；第5节总结全文。

1 财务预算管理基本逻辑

财务预算管理是企业内部重要的财务管理方法，通过制定、执行和监控财务预算，以闭环管理的方式实现企业目标。财务预算的基本逻辑可以解释为PSI，即优先设定目标的制定和调整、计划调度的制定和实施以及中断机制的制定和执行，如图1所示。其中，P（priorities）表示优先设定目标的制定和调整。在预算编制过程中，财务预算通过系统算法和智能推演，在综合考虑企业内外部环境的前提下，计算出最优解作为财务预算目标。科学的预算目标被下达给各业务单元，然后各业务单元的反馈再次输入系统进行预算调整，以制定更加合理的预算目标。S（scheduling）表示计划调度的制定和实施。随着企业运营管理的进行，企业经营数据

通过实际系统传导给人工系统，人工系统做出智能判断和引导，有效地提高预算控制和预算分析的效果。I (interrupt) 表示一旦有变，中断机制的制定和执行。当实际情况与预算目标出现严重偏差时，系统会及时中断错误的引导，并给出全面的分析结果，从而更有效地帮助管理层做出决策。最后，调整设定目标，系统根据企业内外环境变化重新计算设定预算目标，并给出管理层的新引导结果。

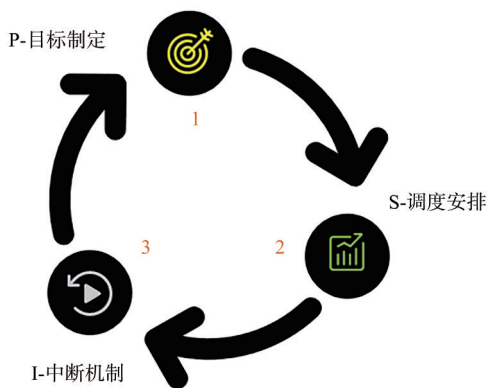


图1 财务预算管理的基本逻辑

2 平行财务预算基本框架与主要特征

平行财务预算是基于平行智能理论，构建与实际财务预算系统相对应的一个或多个平行财务预算系统，实现对实际财务预算的描述，针对实际财务预算中的各项管理和业务决策，利用计算实验方法在人工财务预算系统中设计计算实验场景，对相关决策与措施进行实验与评估，指导实际财务预算的管理工作，并与业务融合，实现有效的业财融合和智能化决策。通过实际财务预算系统与人工财务预

算系统之间的平行执行和闭环反馈，实现对实际财务预算的描述、预测和引导。

2.1 平行财务预算的基本框架

基于平行智能理论的平行财务预算基本框架如图2所示，主要包含以下3个部分：

(1) 人工财务预算系统建模：根据企业财务预算管理流程和场景，利用数字孪生、多智能体等建模方法，构建与实际财务预算系统相对应的人工财务预算系统，实现对实际财务预算系统的描述。

(2) 计算实验：根据实际财务预算管理中所面临的项目管理、目标管理、费用控制等管理与业务决策场景，在人工财务预算系统中构建与之相对应的计算实验场景，对管理与决策方案进行评估与优化，从而指导实际财务预算管理决策。

(3) 平行执行：通过人工财务预算系统与实际财务预算系统的平行执行与闭环反馈，引导实际财务预算系统的决策，从而基于人工财务系统实现对实际财务预算的管理与控制。

通过人工财务预算系统与实际财务预算系统的平行执行与闭环反馈，实现对实际财务预算管理流程中的管理与控制、实验与评估、学习与培训。

管理与控制：人工财务预算系统与实际财务预算系统平行运行，根据实际财务预算系统的真实状态来更新人工财务系统的相关参数，同时根据人工财务系统的运行结果来指导实际财务预算的管理与运行，通过二者的互动反馈与相互借鉴，实现对实际财务预算的管理与控制。

实验与评估：针对实际财务预算中面临的各种管理与业务决策场景与问题，在人工财务系统中设计相应的计算实验场景，通过计算实验分析不同决

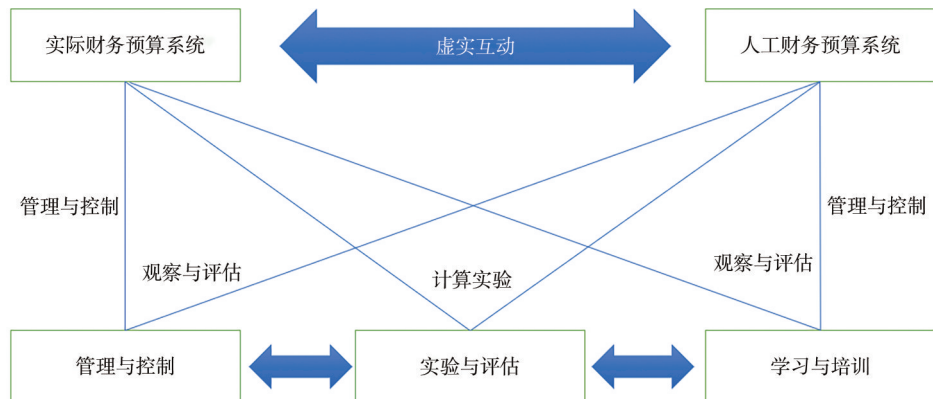


图2 平行财务预算管理的基本框架

策方案所产生的系统状态和决策结果，实现对实际财务预算管理决策的评估与优化。

学习与培训：依据实际财务预算的学习与培训需求，在人工财务系统中构建与之相对应的虚拟学习与培训中心，并通过可视化、场景互动等方式，针对公司整体财务目标以及各个业务单元的具体财务需求，制定个性化的学习与培训方案。此外，通过虚实互动、闭环反馈的方式，为财务人员提供个性化的学习与培训指导，同时对学习与培训效果进行实时跟踪，并据此对其学习与培训方案进行实时调整与优化，从而最大限度地提升企业人员的学习与培训效率和效果。

2.2 平行财务预算的基本逻辑

平行财务预算通过人工财务预算系统与实际财务预算系统的平行执行与闭环反馈，可以有效解决财务预算所面临的目标制定不科学、执行管控不迅速和预算结果难以预测等问题，从而有效提升预算目标的科学性、预算过程的可控性及预算结果的可靠性。

平行财务预算的基本逻辑如图3所示，具体如下：



图3 平行财务预算基本逻辑

(1) 基于描述智能的预算目标制定：根据实际的预算目标制定场景，在人工财务预算系统中构建各种实验场景，对实际预算目标制定过程中可能面临的各种困难与挑战进行智能化描述，从而帮助目标制定者更清晰地把握预算目标制定过程中的不确定性和潜在风险，以及预算目标制定的影响因素和影响机理，从而提升预算目标制定的科学性。

(2) 基于预测智能的预算过程实时管控：根据实际预算执行过程，综合考虑预算执行的影响因素和突发状况，设计相关计算实验场景，对预算执行过程中可能面临的风险与问题进行智能预测，并给出针对性的有效解决方案，从而提升预算过程的实时可控性。

(3) 基于引导智能的预算结果动态优化：人工财务预算系统与实际财务预算系统平行运行，根据实际财务预算系统的运行状态不断优化人工财务预算系统的参数，根据人工财务预算系统的运行过程与结果指导实际财务预算系统的执行过程，从而不断调整与优化实际财务预算执行过程，提升其预算执行结果的可靠性。

2.3 平行财务预算的主要特征

基于平行智能理论，平行财务预算管理通过数据与知识混合驱动的虚实闭环反馈促进企业财务预算管理的数字化转型与智能化变革。

数据与知识混合驱动的虚实闭环是平行财务预算管理的核心特征。平行财务预算管理利用数字孪生、元宇宙等技术构建与实际财务管理平行运行的人工财务预算管理，并在人工财务预算系统中利用生成对抗网络、代理技术、机器学习等方法，将财务管理相关的多模态实际数据进行扩充，从而利用实际“财务小数据”生成虚实“财务大数据”。这些数据将企业各类财务、业务和管理场景规则化、数字化和知识化，形成预算经营规则数据库。在此基础上，采用机器学习、大模型等人工智能算法从财务大数据中凝练和生成财务管理知识和企业运营知识，并据此构建财务管理数据库，形成闭环驱动机制，基于学习与规约、实验与推理等计算实验方法实现虚实结合的“大数据”到面向特定业务场景的“深智能”。通过特定场景“小数据”的灵捷配置，形成面向特定业务场景的从“财务大数据”到“财务深智能”的知识精准提取过程，为实际企业财务预算管理提供精准的方案。在此基础上，利用ACP方法实现人工财务预算系统和实际财务预算系统的平行运行和协同演化，通过数据驱动的描述智能、实验驱动的预测智能，以及互动反馈的引导智能，实现人工财务预算系统与实际财务预算系统的双向引导与虚实反馈闭环，从而实现数据与知识混合驱动的实际财务预算管理的决策智能化。

3 平行财务预算系统整体架构

财务预算的管理、控制与优化是在实际财务预算系统和人工财务预算系统平行执行、闭环反馈与相互借鉴下完成的，如图4所示。

在预算计划中，实际财务预算系统中的管理层首先根据企业环境进行战略与目标选择，在与实际

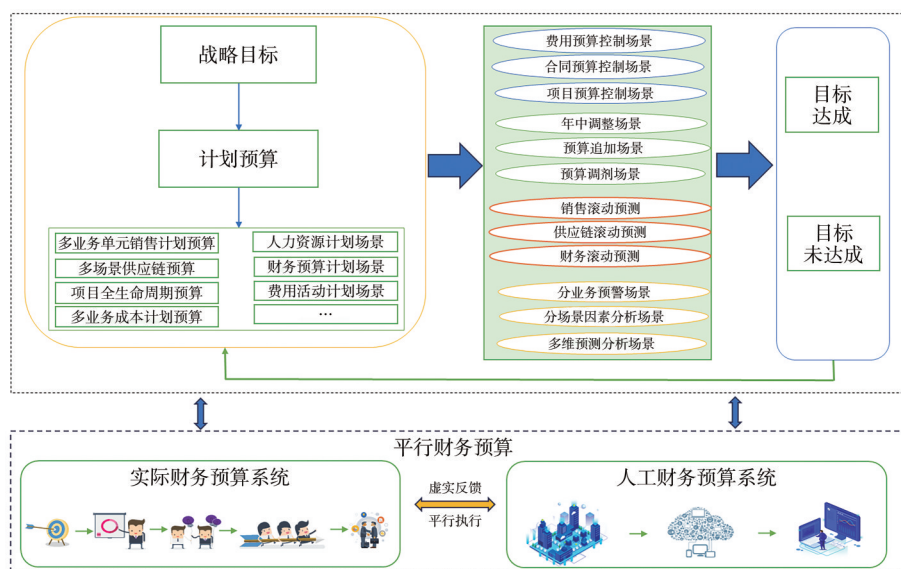


图4 平行财务预算系统整体架构

业务部门和职能部门进行沟通后，确定年度经营目标和行动计划，并将目标分解下达以确定各部门的目标与责任。与此同时，人工财务预算系统通过多版本平行模拟预测场景，制定科学化的战略目标，优化财务预算管理计划，形成财务预算管理策略，并分解至各业务单元和项目生命周期中。

在预算执行中，企业管理人员在严格执行预算流程控制的基础上，可根据人工财务系统中的滚动预测以及面向场景的策略调整，对实际财务系统中的预算控制和调整给出科学化的合理建议。当实际财务预算系统发现问题时，人工财务预算系统将基于多维度场景与指标给出分析结果、反馈意见及解决方案，以用于引导实际系统解决问题。

平行财务预算系统不是对实际财务预算系统进行简单的数字化表示，而是作为财务预算系统的决策实验室，综合运用多种新兴智能技术，通过虚实交互的方式创新财务预算管理范式，以实现财务预算管理的科学性、可控性与可靠性。

4 平行财务预算系统的技术支撑

为了成功构建平行财务预算系统，需紧密依托区块链^[20-21]、DAO^[22-24]、数字孪生、元宇宙^[25]、物联网及人工智能等新兴技术。它们不仅推动了平行财务预算的智能化进程，而且确保了其朝着多元化和可持续性的方向发展。

4.1 区块链与DAO

区块链技术和基于其的DAO，为分布式网络

协作营造了一个可信的环境，有效解决了传统层级化财务预算管理中的理性与人性问题，比如官僚主义和经理人问题，以及由此产生的信任和透明度挑战，从而为财务决策提供了坚实的信任基础，增强了财务预算管理的可信性和安全性。

区块链在平行财务预算中扮演保障数据存储和交易记录安全的关键角色。其分布式账本特性不仅保证了数据的真实性和不可篡改性，还允许多个节点进行数据的备份和验证，有效防止数据篡改或损坏，从而确保财务预算的安全和可靠性。

DAO在平行财务预算管理和决策中发挥核心作用。作为一种去中心化的组织形式，DAO通过智能合约和投票机制实现组织自治与民主决策^[26-27]。在平行财务预算中，这种模式可用于制定预算目标、调整预算计划、控制预算执行及评估预算结果等环节，促进组织成员广泛参与，以确保财务预算管理决策的民主性和科学性。

4.2 数字孪生与元宇宙

数字孪生和元宇宙是平行财务预算管理中的两个关键技术。数字孪生通过数字模型和实时交互强化了财务预算管理，而元宇宙则为业务场景和预算控制实验提供了丰富的支持。它们的结合为企业财务管理开辟了新机遇，促使企业能够更精确地制定财务预算，从而助力企业提升竞争力和可持续发展能力。

数字孪生技术可以用于创建实际财务系统的数字孪生体，这是一种基于物理模型、传感器更新、

历史和实时数据的集成技术。通过实时更新数字孪生体的数据,企业可以及时发现财务预算中存在的问题,并做出相应的调整和优化。这意味着数字孪生技术可以帮助企业更加精准地制定预算目标并更迅速地控制预算执行过程。

元宇宙技术可以为企业提供更加沉浸式和交互式的财务预算管理体验。在元宇宙中,企业可以在虚拟环境中进行财务预算的制定、审批和执行等操作,实现更加直观和高效的财务管理。此外,元宇宙技术还可以利用其强大的数据可视化和模拟能力,为企业提供更深入的财务分析和预测,并以更加动态和互动的方式展现复杂的财务数据,促进决策者对财务状况的更好理解和预测。这不仅提升了财务透明度,也增强了企业在预算规划和执行方面的能力。

4.3 物联网与人工智能

物联网与人工智能技术的融合为提高平行财务预算的效率和精确性提供了新的可能性。通过物联网技术获得全面、准确的数据,结合人工智能技术的深度分析和预测能力,企业能够实现更加高效、智能的财务预算管理。

物联网技术可以帮助企业实时获取实际系统的数据并将其传输到人工系统中。这些数据不仅可以被用来模拟财务预算的过程,预测未来的财务状况,引导企业做出合理的财务决策,还可以更好地获取业务端数据,做好业财融合。通过物联网技术,企业可以获得更加全面和准确的数据,从而提高平行财务预算的准确性。

人工智能技术可以构建财务预算的专家系统,通过学习历史数据和专家经验,为企业的财务决策提供支持。此外,人工智能技术还可以识别和分析财务预算中存在的问题,并预测未来的发展趋势。这些功能可以帮助企业实现更加智能化和自动化的财务预算。

5 结论与展望

在区块链、人工智能等新兴技术日益发展和广泛应用的背景下,财务预算作为企业经营管理的核心部分,正面临深刻的变革。本文以平行智能理论为基础,提出了平行财务预算管理的创新模式,旨在有效促进企业业务与财务的深度融合并支撑企业智能服务。本文解析了平行财务预算的概念、基本架构及其主要特征,并探讨了区块链与DAO、数

字孪生与元宇宙、物联网与人工智能等关键技术平行财务预算管理中的应用与影响。平行财务预算管理不仅革新了传统财务预算管理的模式,加强了财务预算管理的科学性、可控性与可靠性,还激发了各部门在战略指标、业务计划与财务成果等管理方面的积极性与协作性,为实现企业管理的智能化转型与变革管理提供了支持。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] WANG S, YUAN Y, WANG X, et al. An overview of smart contract: architecture, applications, and future trends[C]//Proceedings of 2018 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV). New York: ACM, 2018: 108-113.
- [3] 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.
- [4] QIN R, DING W W, LI J J, et al. Web3-based decentralized autonomous organizations and operations: architectures, models and mechanisms[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 2022, 53(4): 2073-2082.
- [5] 李娟娟,秦蕊,丁文文,等. 基于Web3的去中心化自治组织和运营新框架[J]. 自动化学报, 2023, 49(5): 985-998.
LI J J, QIN R, DING W W, et al. A new framework for Web3-powered decentralized autonomous organizations and operations[J]. Acta Automatica Sinica, 2023, 49(5): 985-998.
- [6] WANG F Y, DING W W, WANG X, et al. The DAO to DeSci: AI for free, fair, and responsibility sensitive sciences[J]. IEEE Intelligent Systems, 2022, 37(2): 16-22.
- [7] WANG F Y, YANG J, WANG X, et al. Chat with ChatGPT on industry 5.0: learning and decision-making for intelligent industries[J]. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 2023, 10(4): 831-834.
- [8] WANG F Y, LI J J, QIN R, et al. ChatGPT for computational social systems: from conversational applications to human-oriented operating systems[J]. IEEE Transactions on Computational Social Systems, 2023, 10(2): 414-425.
- [9] LI J J, QIN R, WANG F Y. The future of management: DAO to smart organizations and intelligent operations[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 2022, 53(6): 3389-3399.
- [10] 李娟娟,王戈,王晓,等. 加密管理:一种基于区块链的新型组织管理模式[J]. 智能科学与技术学报, 2022, 4(2): 145-156.
LI J J, WANG G, WANG X, et al. Crypto management: a novel organizational management model based on blockchain[J]. Chinese Journal of Intelligent Science and Technology, 2022, 4(2): 145-156.
- [11] 王飞跃. 平行管理:复杂性管理智能的生态科技与智慧管理之DAO[J]. 自动化学报, 2022, 48(11): 2655-2669.
WANG F Y. Parallel management: the DAO to smart ecological technology for complexity management intelligence[J]. Acta Automatica Sinica, 2022, 48(11): 2655-2665.
- [12] 王飞跃. 人工社会、计算实验、平行系统——关于复杂社会经济系

- 统计算研究的讨论. 复杂系统与复杂性科学, 2004, 1(4): 25-35.
- WANG F Y. Artificial societies, computational experiments, and parallel systems: a discussion on computational theory of complex social-economic systems. *Complex Systems and Complexity Science*, 2004, 1(4): 25-35.
- [13] WANG F Y, WANG X, LI L, et al. Steps toward parallel intelligence[J]. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 2016, 3(4): 345-348.
- [14] QIN R, YUAN Y, WANG F Y. Blockchain-based knowledge automation for CPSS-oriented parallel management[J]. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2020, 7(5): 1180-1188.
- [15] WANG F Y. Parallel intelligence in Metaverses: welcome to Hanoi! [J]. *IEEE Intelligent Systems*, 2022, 37(1): 16-20.
- [16] 杨静, 王晓, 王雨桐, 等. 平行智能与CPSS: 三十年发展的回顾与展望[J]. *自动化学报*, 2023, 49(3): 614-634.
- YANG J, WANG X, WANG Y T, et al. Parallel intelligence and CPSS in 30 years: an ACP approach [J]. *Acta Automatica Sinica*, 2023, 49(3): 614-634.
- [17] 秦蕊, 梁小龙, 李娟娟, 等. 平行科研院所: 从数字化转型到智能化变革[J]. *智能科学与技术学报*, 2023, 5(2): 212-221.
- QIN R, LIANG X L, LI J J, et al. Parallel scientific research institutes: from digital transformation to intelligent revolution[J]. *Chinese Journal of Intelligent Science and Technology*, 2023, 5(2): 212-221.
- [18] 王飞跃. 平行财务: 财务的计算实验方法与智能化途径, QAI报告[R]. 青岛: 青岛智能产业技术研究院, 2014.
- WANG F Y. Parallel finance: computational experimental methods and intelligent approaches in finance, QAI report[R]. Qingdao: Qingdao Academy of Intelligent Industries, 2014.
- [19] 李娟娟, 秦蕊, 王飞跃. 平行财务的基本框架与区块链智能, QAI报告[R]. 青岛: 青岛智能产业技术研究院, 2016.
- LI J J, QIN R, WANG F Y. The basic framework of parallel finance and blockchain intelligence, QAI report[R]. Qingdao: Qingdao Academy of Intelligent Industries, 2016.
- [20] QIN R, YUAN Y, WANG F Y. A novel hybrid share reporting strategy for blockchain miners in PPLNS pools[J]. *Decision Support Systems*, 2019, 118: 91-101.
- [21] QIN R, YUAN Y, WANG F Y. Optimal block withholding strategies for blockchain mining pools[J]. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2020, 7(3): 709-717.
- [22] WANG G, QIN R, LI J, et al. A novel DAO-based parallel enterprise management framework in Web3 Era[J]. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2023, doi: 10.1109/TCSS.2023.3239059.
- [23] WANG F W, DING W W, QIN R, et al. Parallel philosophy for metaorganizations with metaoperations: from Leibniz's monad to HanoiDAO [J]. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2022, 9(3): 658-666.
- [24] QIN R, LI, LIANG X, WANG F Y. Management-oriented operating systems: harnessing the power of DAOs and foundation models[C]// *Proceedings of 2023 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*. Piscataway: IEEE Press, 2023.
- [25] WANG F Y, QIN R, WANG X, et al. Metasocieties in Metaverse: metaeconomics and metamanagement for metaenterprises and metacities [J]. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2022, 9(1): 2-7.
- [26] LIANG X, DING W W, QIN R, et al. From cadCAD to casCAD2: a mechanism validation and verification system for decentralized autonomous organizations based on parallel intelligence[J]. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2023, doi: 10.1109/TCSS.2023.3287246.

- [27] LIANG X, QIN R, LI J, WANG F Y. The engineering of circular causality for specialization and design of complex systems: Cad2CAS and CasCAD2[J]. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, 2023, doi: 10.1631/FITEE.2300443.

[作者简介]



崔华宁 (1985-), 女, 中国科学院大学经济与管理学院硕士研究生, 主要研究方向为平行财务。



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主任, 主要研究方向为平行系统的方法与应用、社会计算、平行智能和知识自动化。



李娟娟 (1986-), 女, 博士, 中国科学院自动化研究所多模态人工智能系统全国重点实验室副研究员, 主要研究方向为区块链、DAO与平行管理。



秦蕊 (1983-), 女, 博士, 中国科学院自动化研究所多模态人工智能系统全国重点实验室副研究员, 主要研究方向为区块链、DAO与平行管理。



王戈 (1969-), 男, 博士, 中国科学院大学经济与管理学院客座教授, 主要研究方向为平行治理与管理。



梁小龙 (1989-), 男, 澳门科技大学创新工程学院博士研究生, 主要研究方向为平行智能、区块链与DAO。



侯家琛（1986- ），男，澳门科技大学创新工程学院博士研究生，主要研究方向为DAO、智能交通系统和分布式管理。



管桑田（1997- ），男，中国科学院自动化研究所多模态人工智能系统全国重点实验室研究助理，主要研究方向为去中心化经济、Web 3.0与平行管理。