

平行管理: 复杂性管理智能的生态科技与智慧管理之 DAO

王飞跃^{1,2,3}

摘要 本文介绍平行管理的基本原理和框架流程及其核心任务与相应的生态科技: 即利用虚实互动、平行驱动以及智能科学与技术, 使知识工作可以衡量, 并对量化后的知识工作者之社会行为进行以人为本, 基于复杂性科学的引导与管理, 形成可信、可靠、可用、高效益上 DAO (全中心化自主组织及其全中心化自主运行) 的可编程智慧管理生态, 实现社会可持续性发展. 以此为目标, 我们提出利用基础模型和学科交叉, 融合区块链智能和 DeSci 及 DeSoc 等技术, 构建管理科学的新范式, 推动从管理的案例教学到管理的场景工程建设. 我们认为, 管理科学与技术的这一变革, 必将推动社会从工业向智业形态的加速升华, 造福整个人类世界和自然生态.

关键词 平行管理, 平行经济, 平行智能, 管理智能, 元宇宙, 区块链, 智能合约, 复杂性科学, 复杂性管理, 本能理性, 适应理性, 计算理性, 知识自动化, 叙述管理, DeSoc, DeSci, DeOrg, DeEnterprises, DAO

引用格式 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. 自动化学报, 2022, 48(11): 2655–2669

DOI 10.16383/j.aas.c220773

Parallel Management: The DAO to Smart Ecological Technology for Complexity Management Intelligence

WANG Fei-Yue^{1,2,3}

Abstract This paper outlines basic principles, frameworks and processes of parallel management, and its core tasks and corresponding ecological technologies. Our object is using virtual-real interaction, parallel driven, and intelligent science and technology to make knowledge works measurable, to prescribe and manage the quantified social behaviors of knowledge workers in a human-centered and complexity-science-supported approach, and to build a trustworthy, reliable, usable, effective/efficient, and DAO (decentralized autonomous organizations and decentralized autonomous operations) based smart management ecology. Towards this goal, we need a system of intelligent management education that would transform current case studies to future scenarios engineering for management innovation, facilitated by foundation models, interdisciplinary studies, blockchain intelligence, DeSci as well as DeSoc. We believe that such paradigm shift in management science and technology would speed up the transformation of our societies to future smart societies for the benefit of our humankind as well as our natural ecology.

Key words Parallel management, parallel economics, parallel intelligence, management intelligence, metaverses, blockchain, smart contracts, complexity science, complexity management, intuitive rationality, adaptative rationality, computational rationality, knowledge automation, narrative management, DeSoc, DeSci, DeOrg, DeEnterprises, DAO

Citation Wang Fei-Yue. Parallel management: The DAO to smart ecological technology for complexity management intelligence. *Acta Automatica Sinica*, 2022, 48(11): 2655–2669

收稿日期 2022-09-28 录用日期 2022-11-13

Manuscript received September 28, 2022; accepted November 13, 2022

国家重点研发计划资助项目 (2018AAA0101502), 国家电网有限公司总部科技项目: 人在回路的大电网调控混合增强智能基础理论资助

Supported in part by the National Key R&D Program of China (2018AAA0101502) and the Science and Technology Project of SGCC (State Grid Corporation of China): Fundamental Theory of Human-in-the-Loop Hybrid-Augmented Intelligence for Power Grid Dispatch and Control

本文责任编辑 张军平

Recommended by Associate Editor ZHANG Jun-Ping

1. 中国科学院复杂系统管理与控制国家重点实验室 北京 100190
2. 北京市智能化技术与系统工程技术研究中心 北京 100190 3. 青岛智能产业技术研究院 青岛 266109

1. The State Key Laboratory for Management and Control of Complex Systems (SKL-MCCS), Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190 2. Beijing Engineering Research Center of Intelligent Systems and Technology, Beijing 100190 3. Qingdao Academy of Intelligent Industries (QAI), Qingdao 266109

管理是一门如何有效利用资源实现设定目标的艺术和科学. 本质上, 管理无法成为传统意义上的“纯净”科学, 因为人是管理所必须面对的第一因素, 其主观性和非理性与科学原理的基本要求相悖. 而且, 准确并清晰地定义什么是管理也十分困难. 然而, 毫无疑问, 人类的发展史, 就是一部人类社会管理的发展史.

更无疑问的是, 如果按照西方学者梳理重塑学科历史的思想与方法^[1-5], 古代中国, 远从春秋战国算起, 其社会管理的理念与方式在世界管理史上可谓独树一帜, 特别是始于春秋定于秦汉的古典《管子》, 理应视为管理学以及经济学史上的第一部专著^[6-7]. 实际上, 一些西方学者也认为管理作为一个

领域本身就起源于古代中国^[8]。

同《论语》一样,《管子》是由管仲(公元前723-645年)的信徒及研究者根据其经商治国的理念与事迹所撰成的文集。无论在理念还是论述上,这部著作与同一时代的中国哲学经典《老子》和军事经典《孙子兵法》都有着密切的联系。相当程度上,管理就是管子之理:其各种“人君南面之术”,特别是围绕“通货积财,富国强兵”的目标而提出的“以人为本”之基本原则,“静因之道”之认识方法,“清虚为治”之治理思想,以及“察数而知治,审器而识胜,明谋而适胜,通德而天下定”之决策理念,与现代管理学的“规划、组织、领导、控制(POLC)”流程在思想上不谋而合、十分一致^[7,9-10]。

管仲治理国家的业绩如何?他使齐国从内政不修、社会混乱之中迅速强盛,成为“春秋第一霸”。《论语》对其政绩的“子曰”是:“管仲相桓公,霸诸侯,一匡天下,民到于今受其赐”。孔子还认为:“微管仲,吾其被发左衽矣”。意思是说:如果没有管仲,我们恐怕还要披头散发穿左衽的衣服,仍未开化。管仲的这些成就,也是他被尊称“管子”的原因。

《管子》开始被归于道家,又被视为法家,结果遍历儒、墨、农、兵各大家之后,最终成为“杂”人所撰的“杂”家经典。这部著作充满简单性与复杂性对立统一的辩证思想,叠简为繁,化繁为简,以特殊的阴阳之道阐述了当今西方管理专家总结出来的管理真谛:“究其根源,管理很简单。但管理的核心,却是最难掌握的东西”^[9,11]。

工业革命的兴起,催生了西方的现代管理科学,同时开启了中外管理的鸿沟。西方现代管理“Management”源于法文“Mesnager”,是马术中驾驭马匹用语。古典管理科学之父,亦为管理过程学派的创始人,是法国矿业工程师亨利·法约尔(Henri Fayol, 1841-1925)^[12-15]。现代管理史上经典的“管理14项原则”,就是在法约尔于1908年为纪念法国矿业学会50周年所发表的《论管理的一般原则》中提出的。1916年,他在《矿业学会公报》上发表《工业管理与一般管理》,提出“管理要素”和五项功能“计划 Planning, 组织 Organizing, 指挥 Commanding, 协调 Coordinating, 控制 Controlling”(“POC3”)为代表的管理法约尔主义,开启现代管理科学之路。随后,他致力于法国陆军、海军和政府的管理研究。法约尔对管理的最大贡献就是提倡管理可以而且应该传授,指出创办管理教育和管理理论的必要性和重要性,并身体力行地创办了巴黎中央管理学院。

法约尔对管理的认识和推动,使管理“从黑暗

中浮现出来,成了经济和个人生活的重要推动力量”,进而“从一项不可言传的、非正式的偶发活动,变成了一种可以从方方面面详加分析和评论的事业”^[11]。

在差不多同一时期的美国,按现代管理学之父彼得·德鲁克(Peter F. Drucker, 1921-2005)的观点,是纽约律师伊里休·路特(Elihu Root, 1845-1937,曾任战争部部长和国务卿,参议员,获1912年诺贝尔和平奖)对美西战争(1898年4月25日-1898年8月12日)后的美军烂摊子进行“春季大扫除”并“彻底重组”、重构其行政架构、创立军事学院、成立美军总参谋部等,才迫使美军“首次意识到并系统化地应用起了管理原则”,由此开启了美国管理科学之路,迎来了机械工程师弗雷德里克·泰勒(Frederick W. Taylor, 1856-1915)的科学管理和福特汽车工厂的大规模流水线作业。泰勒在任务计量上的创新和福特在生产方式上的变革,导致企业管理新范式。随之而来的就是上世纪初以西方世界为主的第二次工业革命,使管理迅速成为一门科学和重要的高等教育专业学科。

泰勒的科学管理方法,以“秒表”的方式解决了生产任务工作量和效率的监测问题,由此“涌现”出现代工业从任务到过程,从过程到组织的企业科学管理结构和模式,在钢铁、汽车和能源等行业取得了巨大的成功。他天真地觉得:“完美的任务带来完美的流程,完美的流程基本上能够带来让公司蓬勃发展的必要结构”^[11,16]。同时,泰勒十分执着于管理的职责在于衡量的观念,结果形成管理的泰勒主义,最终使承担相应工作的人员在企业层次中自成体系,产生了“中层管理”阶层,导致“毕生致力于提高效率的泰勒,却创造出了影响企业效率和决策的最大障碍”^[11]。

自此之后,“成功也是一种失败”,“打破了一种僵化体系,又以另外一种僵化体系取而代之”,差不多成了管理科学研究与实践解不开的“诅咒”和逃不脱的“命运”。

无论如何,法约尔和泰勒之后,特别是第二次世界大战之后,管理科学与工程得到了飞猛地发展,在传统工业向信息产业转型中发挥了巨大的作用。今天,管理比其它任何学科都更强烈地影响着我们的生活和社会:“没有哪一家组织、哪一种活动跳得出管理的范畴,逃得出管理的掌控”^[11]。就连管理的学术著作,都在社会上有着文学名著的威望和影响,管理几乎成了一个受观念和时尚推动的职业。

然而,许多因善用管理创新而兴、因错用管理战略而败的重大事件,如GE, GM, IBM, Mo-

torola, Nokia 等著名跨国公司所发生的重大变故, 强化了管理的“成功也是一种失败”, 甚至“再成功也是一种再失败”的怪圈效应. 相当程度上, 管理研究与实践也陷入了军事事务历史上所经历的困境, a) “囚笼效应”: 即利维坦现象, 为提高效率的巨大努力成为约束自己创新的囚笼; b) “红桃皇后效应”: 为了保持在原位不动, 不得不越跑越快; c) “骨牌效应”: 相互关联的系统中, 很小的初始能量可能产生一系列的连锁反应; d) “蝴蝶效应”: 即混沌现象, 远处或久远的微小的变化可以引发整个系统长期巨大的响应; e) “循环因果效应”: 成功也是一种失败, 是循环因果的变种, 更直接的说法是“失败是成功之母”, 再加上“成功是失败之父”. 此外还有“黑天鹅效应”和“灰犀牛效应”, 等等. 这一切的后果就是: 随着社会的进步, 管理科学越来越先进, 同时其支撑设施也越来越复杂, 管理复杂性“难以想象, 管理起来也很头疼”^[17-18]. 在获得巨大成功的同时, 让我们面临的管理问题也越来越多, 问题也越来越复杂, 有效方案的获取甚至何为有效方案之共识的达成也变得越来越困难.

如何变革管理科学? 如何创新管理技术? 如何推动管理工程向更好更加可持续的境地发展? 每一个时代都应有自己的管理理念和方式. 在人工智能技术取得突破性进展, 智能科学和技术正在兴起并成为推动社会从工业向智业发展的今天, 我们可否为管理科学的研究与实践开设一种新的范式和新的道路? 这就是本文讨论的目的和内容.

1 平行管理的起源与目标

德鲁克在其 1969 年出版的《不连续的时代 (Age of Discontinuity)》著作中, 以惊人的准确性预测了社会的未来发展, 并引入了“知识工作”、“知识技术”、“知识经济”、“知识社会”等概念. 我们认为, 知识工作及知识工作者, 正是变革管理的突破口, 是推动管理科学的对象从工业企业向智业组织转型的切入点. 这一转型的核心与关键, 就是从泰勒科学管理对体力工作的衡量, 转为新的智慧管理对脑力工作的度量, 并在此基础上重新审视和处理人与组织的人性与社会问题.

百年前的泰勒时代, “在整个文明世界里, 20 个工人里有 19 个都坚定地相信, 放慢速度对自己更有利. 他们坚信, 付出尽量少的劳动换回所得薪酬才是最划算的”^[11, 16]. 结果“磨洋工”现象普遍, 工人因此占了便宜: “监工并不知道一项工作具体要花多长时间才能完成”^[11, 16]. 泰勒打破了这一局面. 科学管理方法与技术使体力劳动和生产任务的工作量

可测、可观、可设计、可优化、可改进, 再加上工业自动化水平的不断提升, 迅速引发了管理革命, 催生了标准化和规模化工业生产过程及现代企业管理结构.

按德鲁克的观点, 百年来泰勒引发的管理革命把体力劳动者的生产力提高了 50 倍, 已达到极限. 在二十一世纪, 体力劳动者固然十分重要, 但体力工作已不是新世纪的最大挑战, 我们必须把注意力转向脑力劳动或知识工作. 可忧的是, 自上世纪三十年代起, 部分知识工人的生产力不升反降^[19-20]. 因此, 如何提高知识工作者的生产力和知识自动化水平, 是新世纪管理科学面临的首要问题^[21].

特别值得我们注意的是, 泰勒最初乐观地认为: “科学管理带来的最大好处还在于以下这一事实: 在科学管理下, 他们 (工人) 会把雇主看作自己在这个世界上最好的朋友; 老式管理中常见的猜忌和怀疑、工人和雇主之间对立或半对立的状态完全消失了, 取而代之的是双方建立起的真挚友谊.”^[11, 16]. 这一“泰勒愿景”不但没有实现, 换来的却是世界各进行工业化国家的工人罢工浪潮, 甚至引发社会革命. 今天看来, 原因十分明显, 泰勒主义视工人为工具, 把效率置于人性之上, 其精益而高效的管理流程, 不但没有成为企业走向利润天堂的大道, 反而使泰勒的科学管理本身成为许多不道德管理实践的捷径.

过去百年里, 许多管理学者对此现象进行广泛而深入的研究^[22-33], 创立了许多管理人因和行为理论, 发明了许多面向管理的社会技术 (Sociotechnical) 方法与工具^[34-46], 但与本讨论相关的就是直截了当的观察与结论: 造成这一现象的主要原因之一是现代管理催生知识工作者, 但知识工作什么也没有提供给我们. 德鲁克甚至声称: “知识工人完全没什么生产效率”^[11, 19-20].

这背后的原因就是: 泰勒创造了科学管理衡量体力工作并提高其效率, 但没有充分考虑, 甚至完全错估了人性及其理性对生产行为与效率改变后的反应. 之后的很多补救与改善, 比如“X 理论”、“Y 理论”、各种各样的“Z 理论”和“3D 理论”^[35-38] 尽管取得部分成功和成就, 却并没有真正认识到人性理性之复杂性和容纳能力. 更为关键的是, 没有解决甚至没有涉及如何衡量知识工作这一首要问题.

因此, 我们不可能期望这些管理理论与方法不加处理和深化, 就成为以知识工作和知识工作者为核心的新世纪智慧管理科学与技术. 在此背景之下, 我们提出平行管理方法与技术的根本动机和目标就是:

1) 如何衡量知识任务的工作量? 知识工作的“泰

勒秒表”存在吗? 如果存在, 又是什么?

2) 如果知识工作可以衡量, 如何在此基础上提高知识工作者的生产力? 这一提高的前提和约束必须充分考虑并尊重人性及其理性的容纳能力, 寻求个性化工作满足程度与生产效率之间的有机且可持续的平衡.

3) 如何应对知识工作者生产力的提高可能诱发的知识工作者的智力行为反应? 我们必须避免泰勒科学管理引发的种种不良现象与后果, 坚持以人为本, 坚持在人类可持续发展的前提下, 新技术必须提升人类福祉, 而不是给人类, 特别是知识工作者带来更大的责任与负担.

自上个世纪八十年代起, 我们从大型工程系统及其智能控制问题开始研究, 逐步确定了以融合技术科学与社会科学的复杂性科学作为基础工具, 开展复杂系统的控制与管理研究, 最终形成了平行管理的基本理念、框架、流程和相应的生态技术体系^[18, 47-57]. 对此, 本文将在以下各节展开进一步的讨论.

2 管理新思维: 基本原理与框架流程

首先, 人工智能方法和一般的智能科学与技术的首要且最为重要的应用领域, 就是教育与管理. 特别是教育的智能化对管理至关重要, 因为“管理者有别于他人最重要的职能, 就是教育职能”^[58]. 更显然的是, 知识工作的衡量、知识工作者生产力的提高、知识组织的可持续性智慧管理, 从定义上都必须依托于智能科技. 为此, 我们必须创立不同于传统的管理新思路.

我们认为, 目前正在深入研究并取得局部成功应用的基础模型 (Foundation Models), 即人工智能大模型方法^[59-65] 和平行学习之进一步专业化, 可为知识工作的量化提供工具, 就像“秒表”可为体力工作量化提供工具一样. 特别需要指出的是, 正在发展的数字人和知识自动化理论与方法可大大提升知识工作者的生产力水平. 而且, 平行管理和社会计算将是处理知识工作复杂性, 促进管理水平可持续发展的操作平台和分析手段.

新的管理思维主要体现在下面三个方面:

1) 三个世界 (Three Worlds): 我们采用卡尔·波普尔 (Karl Popper, 1902-1994) 关于现实由物理世界、心理世界、人工世界 (或虚拟世界) 组成的哲学^[66], 认为“老 IT”工业技术是开发第一物理世界的主要工具, “旧 IT”信息技术是开发第二心理世界的主要工具, “新 IT”是开发人工世界的主要工具. 从今以后, 三个 IT 必须同时平行使用来开发和管

理我们的整体世界. 人工世界本质上就是知识世界, 是管理变革所面临的知识工作、知识经济、知识社会之主体. 我们相信, 未来组织的成员将由三部分组成: a) 生物人, 具有本能理性 (Intuitive Rationality), 约占 5%, 即人类本身, 负责领导组织; b) 机器人, 具有适应理性 (Adaptative Rationality), 约占 15%, 即智能机器, 主导体力工作; c) 数字人, 具有计算理性 (Computational Rationality), 约占 80%, 即智能程序和信息机器, 但按人的形态构造, 以人的方式与生物人和机器人交互. 如图 1 所示, 三个世界、三类人员、三种理性, 这就是我们关于智慧管理的基本假设.



图 1 管理的新境界: 三个世界、三类管理者、三种理性
Fig. 1 The new management: Three worlds, three managers and three rationalities

2) 循环因果 (Circular Causality): 如图 2 所示, 我们采用诺伯特·维纳 (Norbert Wiener, 1894-1964) 的循环因果论, 对于传统的机械系统, 循环因果就是我们在控制理论里熟知的反馈原理. 然而, 对于有自我意识和自我目标的人类或数字人及智能代理, 其内涵更加复杂, 目前还无法形成共识. 我们采用一种技术性广义的循环因果论, 即一系列平行的因果事件, 它们回到原始的起因, 对其进行确认或者修改, 从而产生新一轮的因果事件, 形成特定的对立统一反馈机制. 这里, 我们强调智能技术上的对立统一, 如 Encoder 与 Decoder 的对立统一, 从一段话产生一幅画的大模型与从一幅画产生一段话的大模型之间的对立统一. 在理念上, 我们置循环因果于三个世界, 希望通过融合针对未发生的虚拟世界之“*What IF*”思维与针对正在发生的实体

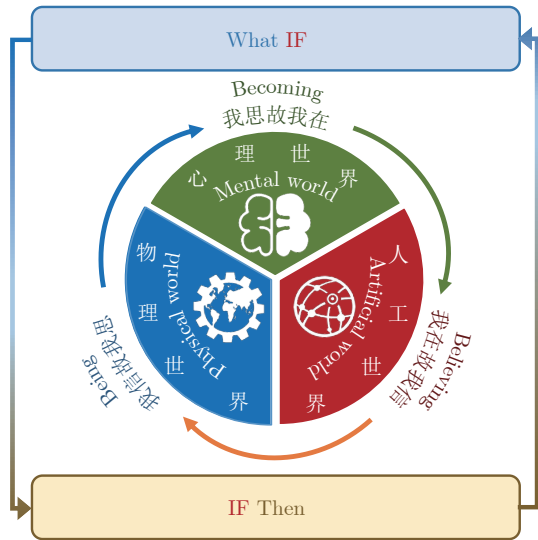


图 2 广义循环因果: 从机械反馈到有机反馈

Fig.2 Generalized circular causality: From mechanical feedback to organic feedback

世界之“IF Then”经验, 形成新的循环逻辑, 处理“成功就是一种失败”、“打破了一种僵化体系, 又以另外一种僵化体系取而代之”等“管理诅咒 (Management Curse)”。

3) 平行空间 (Parallel Spaces): 我们采用休·艾弗雷特三世 (Hugh Everett III, 1930–1982) 对量子力学的多重世界解释 (Many-Worlds Interpretation, MWI), 即平行宇宙 (Parallel Universes), 构建基于三个世界和社会物理赛博系统 (Cyber-Social-Physical 或 Cyber-Physical-Social Systems,

CPSS) 的平行空间, 使虚实交互、实虚一体. 其核心就是置人于平行空间的主导地位, 确保人类价值引领科技与社会发展, 如图 3 所示, 走上“真 (TRUE) 道 (DAO)”即:

TRUE = 可信 Trustable + 可靠 Reliable + 可用 Useful + 效益 Effective/Efficient

DAO = 分布式全中心化 Distributed/Decentralized + 自主性的自动化 Autonomous/Automated + 组织化运营性 Organizational/Operational

从而使“人是万物的尺度”的哲学信念通过智慧管理成为现实^[67].

如果以农业社会农业工作者的思维, 我们无法想象现代工业社会工作方式. 同理, 如果以工业社会工业工作者的思维, 也无法想象未来智业社会智业工作的完成方式, 而知识工作只是智业工作的起步而已. 以上三点, 就是我们突破已有思维的尝试.

图 4 给出基于这些思维的平行管理的基本框架与主要流程及平台功能, 简述如下:

- 1) 实体组织: 代表实际被管理的企业或组织, 包括其所涉链条上的核心企业和组织, 以及所处生态中的关键企业和组织.
- 2) 虚体组织: 代表与实体组织对应的虚拟企业和组织, 可以是一个或多个, 其虚拟形式可以是数字孪生、软件定义、元宇宙、虚拟社会等, 一般统称为人工企业或人工组织.
- 3) 平行管理: 通过实体组织与虚体组织之间的平行互动, 特别是数据 (经验) 驱动与知识 (规则) 驱动同时进行的平行驱动, 虚拟执行与实际实

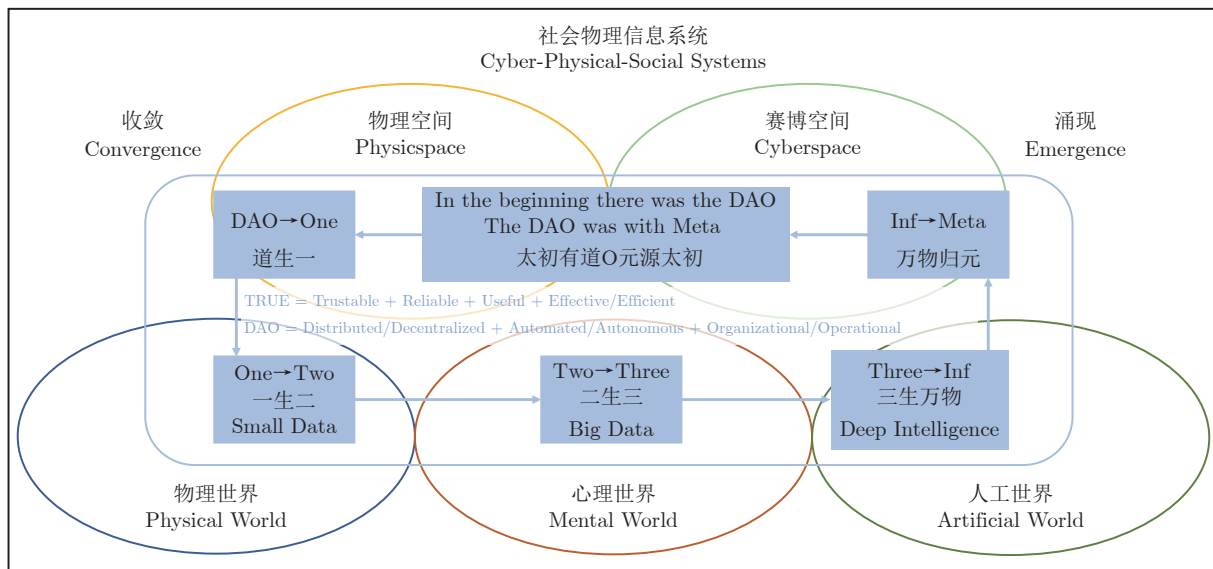


图 3 社会物理信息系统 CPSS: 平行空间及真 (TRUE) 道 (DAO) 结构

Fig.3 Cyber-Physical-Social Systems: Parallel spaces and TRUE DAO

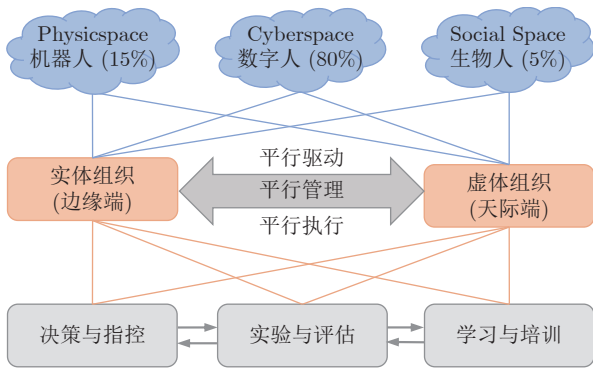


图 4 平行管理的基本框架、流程与功能模式

Fig. 4 Parallel management: Basic framework, processes and functionalities modes

行同时进行的平行执行, 实现虚实之间的双反馈和双闭环, 使未来影响过去, 过去影响现在, 现在影响未来, 实现基于三个世界广义的循环因果, 这就是平行管理的基本原理. 目前, 平行管理已在 ACP (A 为人工社会, C 为计算实验, P 为平行执行) 的框架下形成完备的决策流程和操作平台体系.

4) 学习与培训: 这是平行管理的第一个功能模式, 即全中心化自主式线上线下 (O2O) 的管理学习 (Management Learning) 和管理培训 (Management Training). 在此模式里, 虚体组织被用来作为一个人与机器同步进行管理学习与培训的“中心”. 通过将人工与实际案例或场景的连接与组合, 加上管理动漫与交互影视, 可使管理者迅速提高管理决策的能力并增强其领导力. 在条件允许的情况下, 应与实际相当的管理系统来处理虚体案例和场景, 以期获得更加逼真的效果. 同时, 虚体组织的管理系统也可以作为实体组织管理系统的“热备份”系统, 从而加强其可靠性和应急能力.

5) 实验与评估: 这是平行管理的第二个功能模式, 主要作用就是把计算机和赛博空间变成管理的社会实验室, 从而从管理的小数据生成管理的大数据, 再把管理的大数据提炼成管理的深智能, 即针对具体问题具体场景的个性化精准知识或“小智能”. 通过这一方式, 可方便地对不同的管理解决方案进行加速和压力实验, 例如在几天内完成几十年的管理方案测试, 并进行了几百万次, 从而可以估算各种关键绩效指标 (Key Performance Indicator, KPI) 的均值和方差, 或者更复杂的统计分析, 作为选择和实施不同管理决策的“数据说话”依据.

6) 决策与指挥: 这是平行管理的第三个也是最核心的功能模式, 就是通过虚实平行互动的方式实现虚实双反馈双闭环的精准智慧管理, 即基于广义循环因果和循环逻辑的平行管理. 未来愿景产生

“历史”, 历史数据生成当前场景, 当前管理引导未来业绩, 从而让实体组织的运营尽可能地沿着虚体组织所刻画希望状态进行, 进而实现管理的设定目标. 这与要求模型系统逼近实际系统的经典控制问题十分不同, 对于管理, 我们希望的是消除实体组织的各种问题, 使其顺应虚体组织的引导 (Prescription), 由实变虚, 成为符合设定目标的组织, 即实际组织必须逼近虚拟组织, 否则就是管理的失败.

总之, 希望通过管理新思维, 利用平行管理方法, 使智慧管理成为可描述、可计算、可实验、可估计、可验证、可比较、可执行的可编程管理体系, 既能关注各个管理链条, 又可支撑整个管理生态. 最终, 使之具有描述智能、预测智能、引导智能的管理智能, 如图 5 所示, 形成“明察其境、身临其境、智汇灵境”的智慧生态化管理平台. 其中, 组织、指挥、行动、评估同时竞合、同时进行、循环因果、从有限到无限, 从无穷归一. 如此, 套改古典经济学家阿尔弗雷德·马歇尔 (Alfred Marshall, 1842–1924) 的名言^[68]: 管理学的麦加, 就在经济生态学之中.

3 管理大模型: 知识工作量化与交叉学科

如何在平行管理的框架下创造知识工作的“秒表”, 对知识工作进行量化? 为此, 我们不妨回顾泰勒量化体力工作的历史背景.

当时, 整体世界还在从农业社会向工业社会的转型之中. 我们没有精确地量化农民的劳作, 因为农业生产必须靠天靠地, 自然条件千变万化、不可控制. 同时作物种类繁多, 相关知识和操作方法一直靠言传身教、自我体会, 加上当时农民无需定时工作, 文化水平相对较低, 无法也无必要对农活进行任务分解和分工, 所以难以量化. 而且, 小规模农业生产的量化成本大于收益, 不经济.

然而, 在工业社会, 工业生产任务的环境、工具和产品形态, 加上工人必须按时上下班, 使明确分解产品生产的过程和任务成为可能, 更为“秒表”衡量工作量创造了条件, 由此引发泰勒的科学管理和随之而来的管理科学和工业革命.

因此, 为了衡量知识工作, 我们必须首先建设智业社会知识生产的环境、工具和产品形态. 计算机、软件、工具包、测试系统等工具, 相对于知识工作依然太原始, 如同农业的传统工具无法用于现代化工业生产一样, 我们需要可用于智业生产的“电机”、“机器”、“分布式控制系统 (Distributed Control Systems, DCS)”、“企业资源规划 (Enterprise Resource Planning, ERP)”, 等等. 如图 6 所示, 人

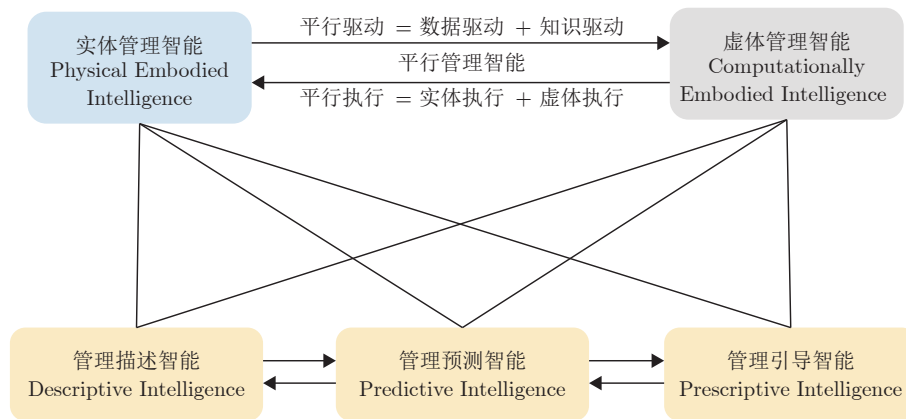


图 5 平行管理智能: 描述智能、预测智能、引导智能

Fig.5 Parallel management intelligence: descriptive intelligence, predictive intelligence and prescriptive intelligence

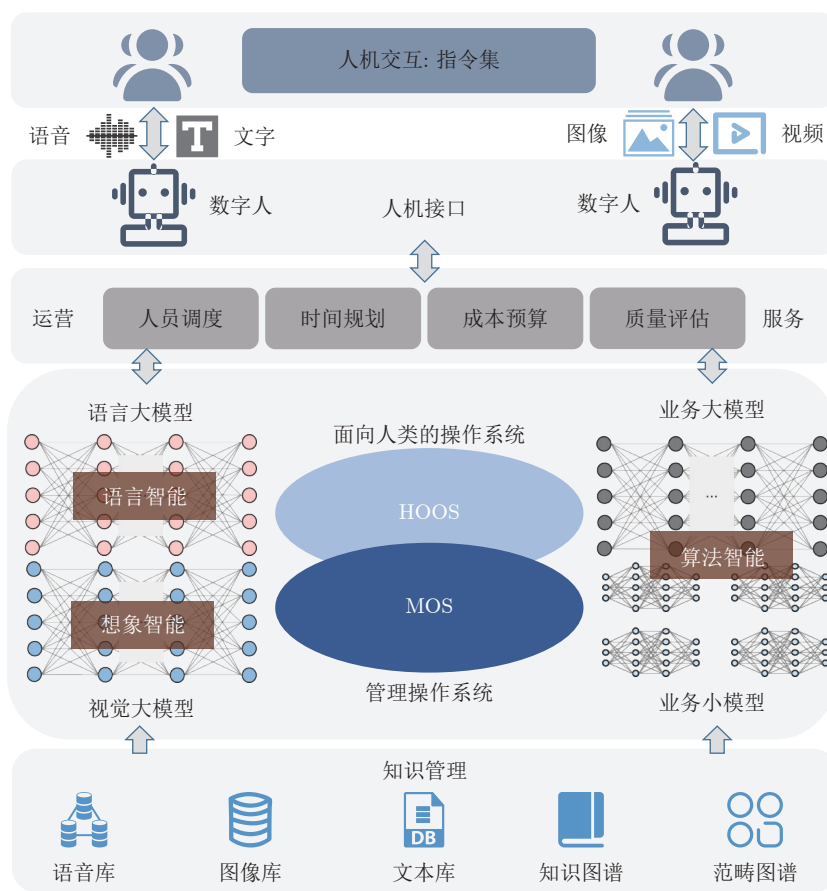


图 6 管理基础大模型体系及其操作系统

Fig.6 Management foundation models and operating systems

工智能大模型或基础模型 (Foundation Models), 以及目前以 Transformers 为代表的各种各样的“信息机器”和知识图谱等, 为我们构造度量知识工作的“秒表”和在此基础上搭建制定知识工作流程与组织的管理操作系统 (Management Operating Systems, MOS) 以及更一般的面向人类的操作系

统 (Human-Oriented Operating Systems, HOOS) 创造了条件^[69-72].

目前, 人工智能研发者已初步开发了自然语言处理 (如 BERT、GPT-3 等^[61-62]), 视觉大模型 (V-MoE、ViT 等^[59-60]), 文本生成图像、3D 模型、视频 (如 DALL·E、DreamFusion、Make-A-Video

等^[63-65]。进一步完善并专门化,再加上针对行业具体业务的大模型,即“小问题、大模型,小任务、大操作”,必将构成衡量知识生产任务的环境与工具,使脑力劳动成为体力劳动,进而加以量化。目前广为应用的 RPA (Robotic Process Automation) 技术,可以视为这个设想的初步尝试^[73]。

我们希望这些技术为知识工作的未来带来革命性的变化,开启知识自动化的征程。按文献 [74] 的研究,至上世纪末,“从占产品附加值的百分比来看,知识已经成为占比最重的元素。过去,成本中的 80% 是物质材料, 20% 是知识,现在,这个比例是 70% 对 30%”。我们必须加快企业级基础大模型的研发,围绕具体的人工智能业务大模型,构建面向新世纪知识产品生产的平行智能“流水线”,让未来产品附加值的比例为物质材料 5%, 知识内容 95%。更准确地讲,知识流水线产品的附加值是:生物人创造 80%, 机器人为 15%, 数字人占 5%, 这是实现碳中和目标的必须要求。针对智能工厂、智能油田、智能农业、智能制造等行业,文献 [75-79] 进行了初步的讨论研究。

此外,我们还需要变革教育的方式,以便培养真正的智业时代知识工作者。农业时代由秀才在私塾里教学生背诵经典的做法,无法培养出现代工业所需的人才。同理,目前按学科进行的教学相对未来的要求与秀才教书无异,也无法培养出未来智业社会所需要的人才。如图 7 所示,我们认为多学科交叉跨越是培养智业知识工作者的必经之路^[80]。

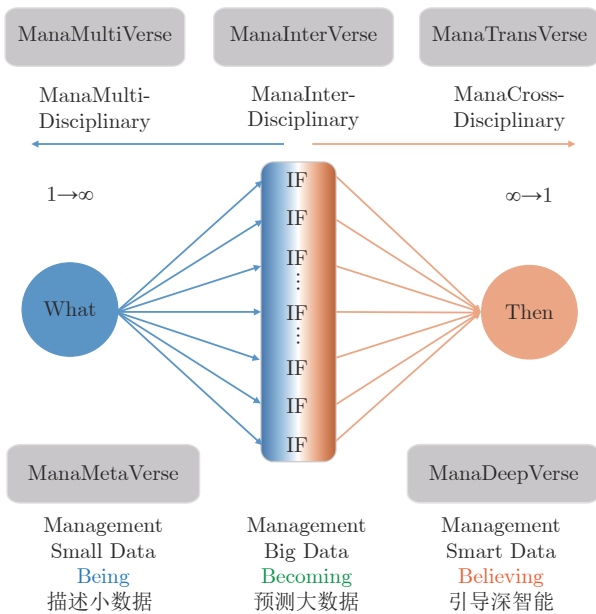


图 7 面向智业知识工作者的交叉科学基础

Fig. 7 Interdisciplinary science for knowledge workers in intelligent enterprises

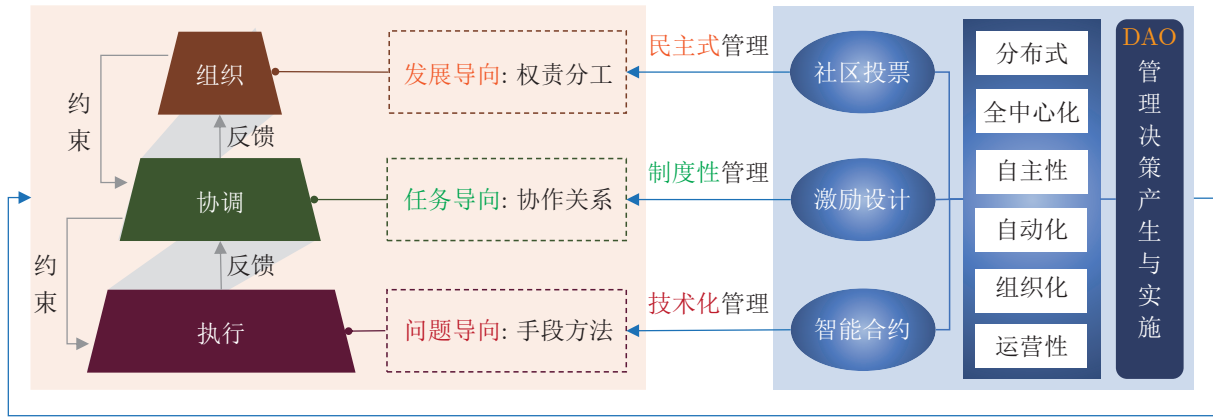
虚实结合的 CPSS 或元宇宙技术为此提供了一条可能有效的途径。针对具体管理问题,生物人、机器人和数字人可从具体的 ManaMetaVerse 出发,在 ManaMultiVerse 汇集相关的各类学科知识,在 ManaInterVerse 进行学科知识的交叉融合,在 ManaTransVerse 产生相应的超学科知识,最后,在 ManaDeepVerse 形成具有深度智能,解决具体问题的管理方案。建设这些管理的元宇宙,实现从管理小数据到管理大数据再到管理深智能的流程化知识生产线,是推动知识工作量化的重要步骤^[81]。

4 管理新范式: 生态科技与场景工程

为了消除或减少泰勒科学管理取得巨大成功后出现的“成功就是一种失败”等“管理诅咒”和“囚笼效应”等“管理困境”,我们必须设法使复杂性科学的两个核心概念与相应方法在管理科学与工程中对立统一。为此,一条可行的途径就是“开放管理”,清除实质上为封闭垂直式的乌托邦管理愿景^[82-84],因为这些愿景在本质上是对人性、理性、智力或至少是对人类之毅力的“非分要求”。通过重构“零星化”管理工程,在智能合约驱动决策的情况下,利用社会计算、默顿系统、叙述管理、众包众感和人工智能等技术^[85-94],让“软”数据实时地融入“硬”的决策生成与执行。只有这样,才可能真正地让利益攸关者能够自由评价和有效反馈,从而切实地介入决策实施和评估过程。

实现这一新愿景的关键是创立更加合适的新社会技术理论与方法。尽管过去百年来有许多针对管理问题的“Sociotechnical Design”和“Sociotechnical Systems”工作,但都无法实时嵌入式地将人纳入设计和运营的过程之中。这一点十分关键,也是挑战所在。融合套改玛丽·福莱特 (Mary P. Follett, 1868-1933)、乔治·梅奥 (George E. Mayo, 1880-1949) 和马克斯·韦伯 (Max Weber, 1864-1920) 的话^[22, 25, 33]: 人是所有管理活动的中心,也是所有其它活动的中心;对于任何组织,只要其智慧管理的理论或方法不实时嵌入地考虑人类本性和社会动机,其发展就摆脱不了反抗甚至破坏其组织的行为;而且,不充分且个性化地考虑人的理性限制,在改善工作效率和提高工作满意度之间找到平衡点,智业社会的发展将不可避免使人丧失“人性”,就像韦伯对工业发展警告的那样。然而,我们相信,平行智能的 Sociotechnical 新技术将极大程度地消除这些顾虑,使未来智业组织高效且日新月异的发展。

如图 8 所示和图 9 所示,目前正在兴起的 DAO (Decentralized Autonomous Organizations and Decentralized Autonomous Operations)^[95-99] 和 DeSci



TRUE = 可信 (Trustable) + 可靠 (Reliable) + 可用 (Useful) + 高效 (Effective/Efficient)

图 8 全中心自主管理科学 DeMana 的 DAO 参考模型

Fig.8 The DAO reference model for DeMana

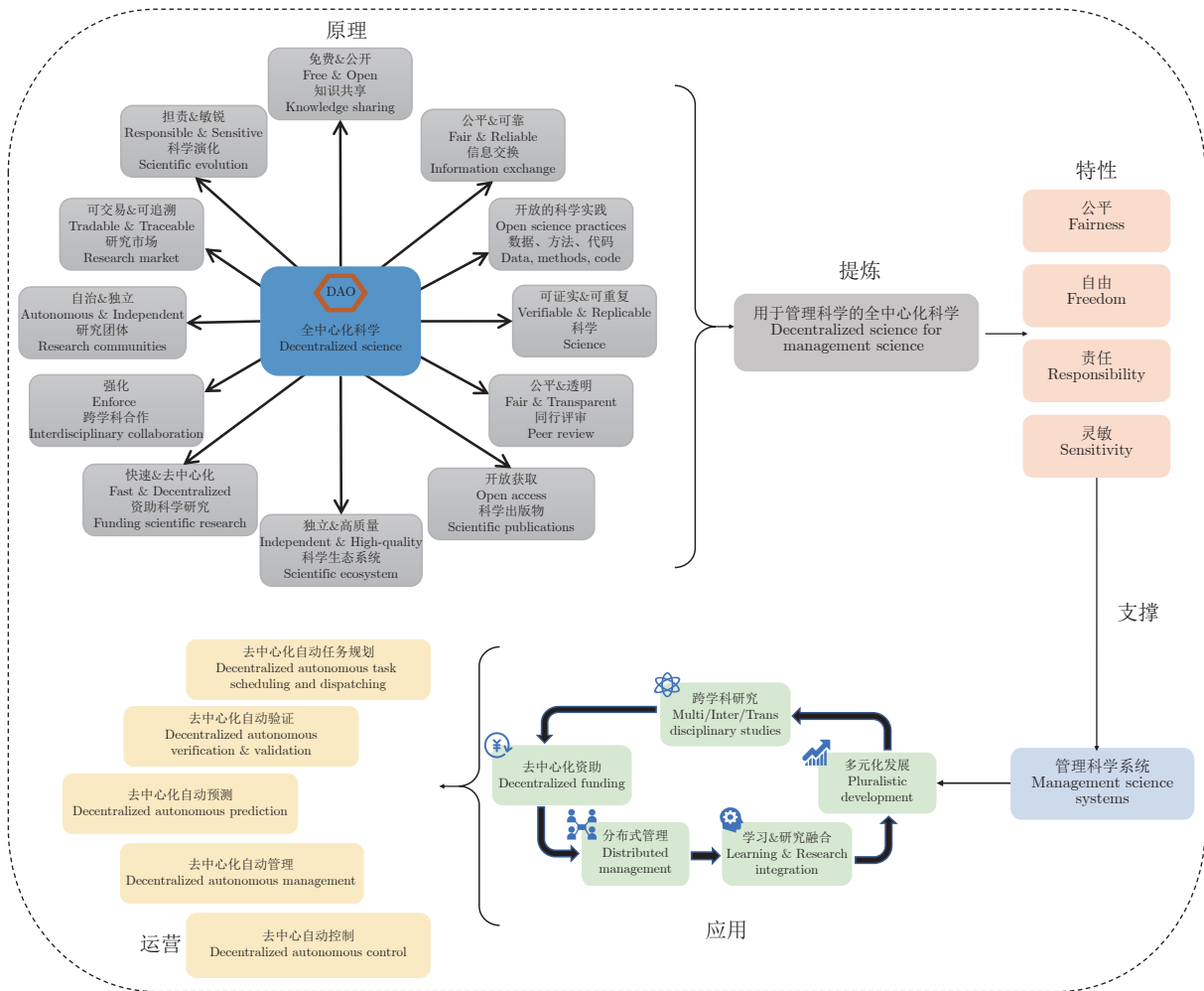


图 9 全中心自主管理科学 DeMana 的 DeSci 参考模型

Fig.9 The DeSci reference model for DeMana

(Decentralized Science)^[100-101] 运动为此提供了技术和科学基础. 本质上, 它们赋予智慧管理一类新的

生态技术: 新型的组织技术 (Organizational Technology)、协调技术 (Coordination Technology)、

执行技术 (Executorial Technology), 即 OCE 技术. 实际上, 这类 OCE 生态技术源于智能控制的分层递阶系统^[102], 如图 10 所示, 尽管当时的支撑和理念不足.

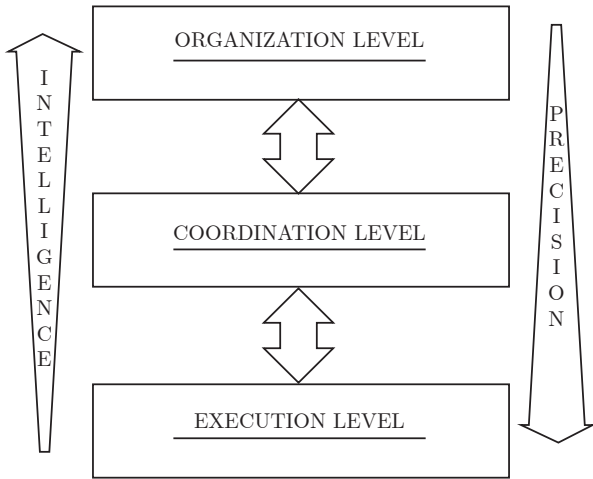


图 10 生态技术的起源: 智能控制的分层递阶结构和流程
Fig.10 Origins of ecological technologies: Hierarchical progressive structures and processes for intelligent control

如何利用 OCE 技术去管理经营平行企业和平行组织, 实现 “6I” 智慧, 即建设具有认知智能、平

行智能、加密智能、联邦智能、社会智能、生态智能的 “6I” 管理体系, 使智业工作者及其组织和企业进入 “6S” 境界: 在物理世界安全 (Safety), 在赛博空间安全 (Security), 在生态体系可持续 (Sustainability), 个体隐私和权益得到保护 (Sensitivity), 有良好的服务 (Service), 有规范合乎人类价值观的智慧 (Smartness). 显然, 这是值得深入研究的课题, 相关工作可参考文献 [103-104].

如图 11 所示, 管理场景工程的研发是迈向 “6I” 和 “6S” 智慧管理的重要一步. 人工智能技术通过特征提取和由此形成的特征工程, 实现跨越, 产生了深度学习等变革性技术. 其进一步的发展, 必须依靠结构化和有序化的特征组织, 即场景. 因此, 场景工程是智能技术, 更是智慧管理的新的突破口.

针对管理学科, 一个重要的目标就是实现从传统有效的案例教学升华为智能高效的场景工程机器学习 and 自动验测. 而且, 场景工程可使管理从 “POLC” 迈向 “POLC+”: Command + Coordination + Control + Communication + Cognition + Cybernetics + ..., 具有复杂自适应系统的品性.

管理场景工程可为曾经风行一时的 “企业再造 (Reengineering Enterprises)”、 “管理再造 (Reengineering Management)”、 “解放管理 (Lib-



图 11 案例的计算化与智能化: 从管理的案例教学到管理的场景工程
Fig.11 Computational management case studies: From case studies to scenarios engineering

eration Management)”, “连续管理 (Continues Managing)”, “连续组织 (Continues Organizing)”, “连续优化 (Continues Optimizing)”, 等管理理念提供新的活力, 并为 “组织学习”、“学习组织”、“学习企业”、“企业学习”等愿景提供强有力的技术支持. 针对场景工程的初步研究, 可参考文献 [103, 105].

未来的企业和社会, 必将是基于 DAO、DeSci 和场景工程的 DeEnterprises 和 DeSoc. 这样, 智业社会的企业和组织就能将其成员从追求业绩的牢笼中解放出来, 创造性地扩展个体在组织中的角色和作用, 使 DeEnterprises 和 DeSoc 变成产业和整个社会向善发展的巨大力量, 正如赫基伯格创造 “工作丰富化 (Job enrichment)” 理念时所希望的^[106].

5 管理新哲学: 从 3B 意识到 DPP 知识工程

智能科技的发展为未来智慧管理科技的前景提供了无限的可能. 但我们必须清醒地认识到, 智业时代的管理单凭智能技术远远不够: 新管理要求与之相适的新哲学观念, 并开创与之相应的社会新范式. 为什么? 因为观念十分重要, 具有改变世界的力量.

西方哲学从开始至今, 千余年来一直围绕着两个 “B” 展开: 存在的 “Being” 和变化的 “Becoming”. 从最初两个 “B” 的严重对立, 如巴门尼德认为 “Being” 是 “真理之道” 而 “Becoming” 是 “观点之道”, 到二者的融合, 如阿弗雷德·怀德海 (Alfred N. Whitehead, 1861–1947) 的 “实际存在是变化的过程”, 最终形成 “显象哲学” 和 “过程哲学” 两个类别. 我们认为, 在两大 “B” 之外, 应当将第三个 “B” 即相信 “Believing” 独立列出, 分别成为物理、心理、虚理三个世界的主体意识, 如图 12 所示, 使相信变

成一种有保障的禀赋和品质, 并以智能科技予以支撑. 其目的就是将人类向善的价值观植于技术体系, 而不是反之, 让智能技术主导我们的思维与价值取向, 从而确保智能科技遵守人类伦理道德, 使人类社会向善演化, 生态系统可持续发展.

为此, 我们提出平行哲学^[107–109]: 三个世界、三类意识、三种知识, 即 DPP 知识体系, 描述知识 (Descriptive Knowledge)、预测知识 (Predictive Knowledge) 和引导知识 (Prescriptive Knowledge). 其核心目的, 就是通过新技术使相信的成本大大降低. 比如利用区块链智能^[110–114]、智能合约^[115–117]、DAO^[95–98] 和 DeSci^[100–101] 等方式, 在大大增加反社会行为成本的同时, 保证个人和个体的隐私权和其它正当的权益. 最终的目的, 就是使 “信任 (Trust)” 和 “注意 (Attention)” 成为可大规模经济生产、可大范围经济流通的商品^[107], 不但扩大我们商品空间的范畴, 同时也扩展了我们提高效益的途径, 使智业社会真正有别于工业社会, 表现出人类社会真正的进步^[21].

实质上, 管理有别于其它职业的最大区别就是 “赋予他人愿景和执行能力” 的任务与责任^[31]. 这是 “独一无二” 的, “归根结底, 管理者的定义就在愿景和道义责任”^[31]. 因此, 对于管理, 如何确立第三个 “B” 的相信, 构建有效可用的哲学新体系和相应的知识管理工作, 至关重要.

而且, 相信的第三个 “B” 对于管理领导力的培育有着天然的价值和内在的作用. 因为正如华伦·本尼斯所定义的, 领导力就是 “创造一个引人注目的愿景, 并将之转化为行动, 逐渐付诸实践的能力”^[118]. 本尼斯认为领导力并不是什么天生或少有的才能, 是可以后天造就的, 普通人也能够培养出非凡的领导魅力, 由此催生了世界各地雨后春笋般的企业领

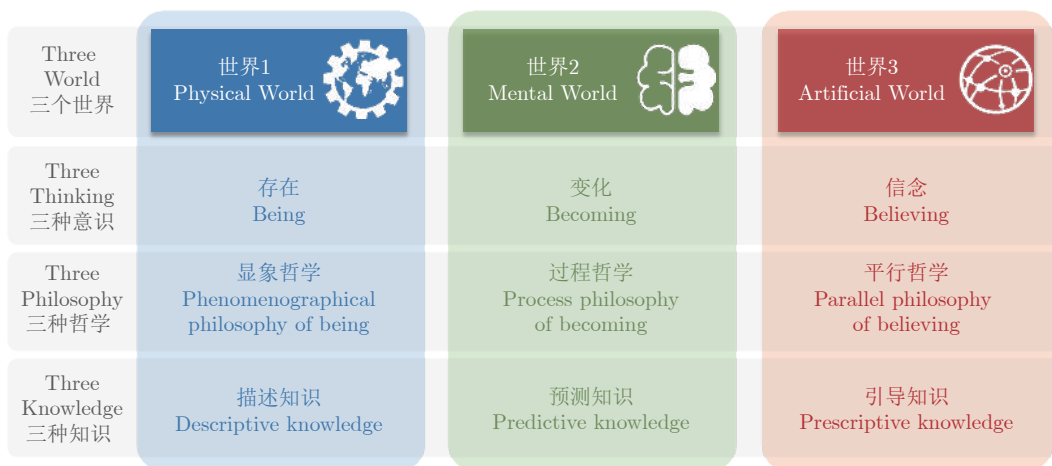


图 12 管理新哲学: 三个世界、三类知识、三种哲学

Fig. 12 New management philosophy: Three world, three knowledge, and three philosophy

领导力教育项目. 基于“3B”的理念和 DPP 知识工程, 我们可重新定义领导力: 设计制造一个使人关注并可信的愿景, 并将其转化为实际行动的能力. 而且, 利用基础模型和场景工程, 可以在平行空间的平行企业中对领导力进行衡量, 就像知识工作可以衡量一样.

6 展望

我们相信, 在未来的平行智慧管理体系中, 生物人管理者的核心工作是领导机器人管理者和数字人管理者, 并在决策生成、推荐、支持等智能系统帮助下进行决策. 同时, 组织资源设计各种管理场景, 巩固其场景工程, 培养提升各种企业与组织的管理水平. 未来管理的最大挑战就是如何通过机器人和数字人技术, 让管理员工有控制机器的精度, 同时减少人类的体力和认知负担; 又让控制机器有管理员工的智慧, 同时减轻运营的经济和生态成本.

为此, 我们已经在平行人口和数字人方面做了探索尝试^[118-121]. 平行人口和数字个体可视为未来管理场景的基础设施, 其目标是构建真实反映异质个体/人口的虚拟智能体, 模拟不同环境、不同认知水平下员工和各级管理者的决策行为模式, 从而为人员的组织、管理流程的重构演化提供支撑^[122-123].

在平行人口和数字个体的基础上, 未来的管理必须基于基础大模型、DAO、DeSci、DeSoc, 并与教育体系一体化, 成为培养管理者的“大学”和“研究所”. 对于这些管理组织, 其知识产品就是“平行管理平台”和“数字人管理者”, 从 1.0 到 N.0, 让一代又一代数字人管理者不断迭代更新, 让智慧管理成为不断发展的智慧生态, 让结果成为过程.

管子曾说:“万世之国, 必有万世之宝”. 可惜管仲曾为宰相的齐国, 其姜齐田齐相加也不到九百年. 齐国早已湮灭在历史长河之中, 接下来的秦汉唐宋元明清也都消失为历史, 华夏大地的国家至今仍逃不出二三百年的“涅槃”的命运. 然而, “周虽旧邦, 其命维新”的中华民族历经了五千年后依然屹立在世界民族之林. 国已无法万世, 族却希望永恒, 而民族之兴旺, 必然离不开有效的管理.

“万世之族, 须有万世之宝”, 这就是我们研究平行管理的动机.

致谢

1986 年, 因为研究复杂系统的“组织-协调-执行”分层递阶智能控制, 我阅读了泰勒的《科学管理原理》(PSM), 开始涉及管理科技. 之后许多年, 一直是《哈佛商业评论》(HBR) 的忠实读者, 受益颇多. 谨以此文纪念《PSM》出版 111 周年, 《HBR》诞生 100 周年. 特别感谢 HBR 使案例教学成为管理教育的核心手段, 相信在智能科技的支撑下, 这应该

是未来一般教育的普遍模式.

十分感谢正式启动平行管理基础研究的 2005 年中国科学院院长特别基金“复杂系统的控制与管理机制研究及其应用 (2005-2007)”, 以及第一次实施平行管理系统的中国石化集团项目“乙烯生产过程的平行控制与管理系统原型开发 (2007-2009)”. 这些工作为 2011 年正式成立复杂系统管理与控制国家重点实验室奠定了重要的基础. 国家自然科学基金委员会的重点项目“基于 CPSS 的流程工业生产计划知识自动化系统及应用验证 (2016-2020)”为平行管理的进一步发展提供了有力的后续支持, 在此表示真诚的感谢.

我的研究生田永林、王建功、杨静、刘宇航、韩金朋、郭超、戴星原、王兴霞、赵宸和办公室工作人员李艳芬、宋平、胡小蕾, 他(她)们为本文的材料整理和绘图输入给予极大的帮助, 李娟娟、秦蕊、叶佩军、王晓、欧阳丽炜、丁文文等博士认真审阅了本文, 并提出许多十分宝贵的意见, 在此深表感谢.

References

- 1 Russell B. *The History of Western Philosophy*. New York: Simon & Schuster, 1945.
- 2 Pollar H R. *Development in Management Thoughts*. William Heinemann, 1974.
- 3 Higgins J M. *The Management Challenge: An Introduction to Management* (Second edition). New York: Macmillan Publishing Company, 1994.
- 4 Pindur W, Rogers S E, Kim P S. The history of management: A global perspective. *Journal of Management History*, 1995, 1(1): 59-77
- 5 Witzel M. *A History of Management Thought* (Second edition). New York: Routledge, 2016.
- 6 Guo Mo-Ruo, Wen Yi-Duo, Xu Wei-Yu. *Proof of Guanzi*. Beijing: Science Press, 1956.
(郭沫若, 闻一多, 许维遹. 管子集校. 北京: 科学出版社, 1956.)
- 7 Wang F Y. *Guanzi and Complexity management*, PARCS Technical Report, University of Arizona, USA, 1999.
- 8 Ferlie E, Lynn L E, Pollitt C. *The Oxford Handbook of Public Management*. Oxford: Oxford University Press, 2005.
- 9 Wang Fei-Yue. *Guanzi and Complexity Control*, Technical Report, Intelligent Control and Systems Engineering Center, CAS, China, 2001.
(王飞跃. 《管子》与复杂性控制初探, 技术报告, 中国科学院智能控制与系统工程中心, 中国, 2001.)
- 10 Wang Fei-Yue. *Future Management, Finance/Management Scientist, Management and Complexity Column*, China, 2013.
(王飞跃. 未来的管理, 财经界/管理学家, 管理与复杂性专栏, 中国, 2013.)
- 11 Crainer S. *The Management Century: A Critical Review of 20th Century Thought and Practice*. San Francisco: Jossey-Bass, 2000.
- 12 Wren D A, Bedeian A G, Breeze J D. The foundations of Henri Fayol's administrative theory. *Management Decision*, 2002, 40(9): 906-918
- 13 Pryor M G, Taneja S. Henri Fayol, practitioner and theoretician-revered and reviled. *Journal of Management History*, 2010, 16(4): 489-503
- 14 Evans W R, Haden S S P, Clayton R W, et al. History-of-management-thought about social responsibility. *Journal of Management History*, 2013, 19(1): 8-32

- 15 Wang Fei-Yue. Fayol: Must not be misplaced. *China Management Magazine*, 2013, (8): 70–71
(王飞跃. 法约尔: 不能错位. 管理学家(学术版), 2013, (8): 70–71)
- 16 Taylor F W. *The Principles of Scientific Management*. New York: Harper and Brothers, 1911.
- 17 Peters T. *Liberation Management: Necessary Disorganization for the Nanosecond Nineties*. New York: Knopf, 1992.
- 18 Wang Fei-Yue. Parallel Management Systems: Concepts and Methods, Technical Report, Key Laboratory of Complex Systems and Intelligence Science, CAS, China, 2005.
(王飞跃. 平行管理系统: 概念与方法, 技术报告, 中国科学院复杂系统与智能科学重点实验室, 中国, 2005.)
- 19 Drucker P F. Knowledge-worker productivity: The biggest challenge. *California Management Review*, 1999, 41(2): 79–94
- 20 Drucker P F. *Management Challenges for the 21st Century*. New York: Harper Business, 1999.
- 21 Wang F Y. The DAO to DeEco and DeSoc with DeSci in metaverses: CPSS-based parallel economics with parallel intelligence. *Journal of Intelligent Science and Technology*, 2021, 1(1): 3–13
- 22 Weber M. *The Theory of Social and Economic Organization*. New York: Free Press, 1964.
- 23 Weber M. *Economy and Society: An Outline of Interpretive Sociology*. Berkeley: University of California Press, 1978.
- 24 Maslow A H. A theory of human motivation. *Psychological Review*, 1943, 50(4): 370–396
- 25 Mayo E. *The Social Problems of An Industrial Civilization*. Boston: Harvard University, 1945.
- 26 Jaques E. *The Changing Culture of A Factory*. London: Tavistock, 1951.
- 27 Chandler A D. *Strategy and Structure: Chapters in the History of the American Industrial Enterprise*. Cambridge: MIT Press, 1962.
- 28 Revans P R. Action learning—a management development programme. *Personnel Review*, 1972, 1(4): 36–44
- 29 Mintzberg H. *The Nature of Managerial Work*. New York: Harpercollins College Div, 1973.
- 30 Schumacher E F. *Small is Beautiful*. London: Blond & Briggs, 1973.
- 31 Perroux F. *A New Concept of Development: Basic Tenets*. London: Routledge, 1983.
- 32 Pascale R. *Managing on the Edge*. New York: Touchstone, 1991.
- 33 Mayo E. *The Human Problems of An Industrial Civilization*. London: Routledge, 2003.
- 34 Follet M P. *Creative Experience*. New York: Longmans, Green, 1924.
- 35 McGregor D. Theory X and theory Y. *Organization Theory*, 1960, 358(374): 5
- 36 Reddin W J. *Managerial Effectiveness*. New York: McGraw-Hill, 1970.
- 37 Ouchi W G. *Theory Z: How American Business Can Meet the Japanese Challenge*. New York: Avon, 1982.
- 38 Maslow A. Z theory. *Psychologija*, 1993, 12: 104–121
- 39 Hebb D O. *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*. New York: Psychology Press, 2002.
- 40 Simon H A. *Administrative Behavior: A Study of Decision-Making Processes in Administrative Organizations* (Fourth edition). New York: Free Press, 1997.
- 41 Allison G T, Zelikow P. *Essence of Decision: Explaining the Cuban Missile Crisis* (Second edition). Beijing: Peking University Press, 2008.
(格雷厄姆·阿利森, 菲利普·泽利科. 决策的本质: 解释古巴导弹危机. 第2版. 北京: 北京大学出版社, 2008.)
- 42 Qian Xuesen, Xu Guozhi, Wang Shouyun. Technology of Organization and Management- Systems Engineering, Wen Wei Po Daily, Sep. 27, 1978.
(钱学森, 许国志, 王寿云. 组织管理的技术——系统工程. 文汇报, 1978年9月27日)
- 43 Qian Xuesen, Yu Jingyuan, Dai Ruwei. A New Field of Science: Open Complex Giant System and Its Methodology. *Nature Magazine*, 1990, 13(1): 3–10
(钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论. 自然杂志, 1990, 13(1): 3–10)
- 44 Qian Xue-Sen. A new discipline of science—the study of open complex giant system and its methodology. *Urban Studies*, 2005, 12(5): 1–8
(钱学森. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论. 城市发展研究, 2005, 12(5): 1–8)
- 45 Xu Xusong. *Complex Scientific Management*, Beijing: Science Press, 2010.
(徐绪松. 复杂科学管理. 北京: 科学出版社, 2010.)
- 46 Wang Hui-Jiong. *Methodology of Social Systems Engineering*. Beijing: China Development Press, 2015.
(王慧炯. 社会系统工程方法论. 北京: 中国发展出版社, 2015.)
- 47 Wang F Y. An Organizational Framework and its Decision Processes for Hierarchical Intelligent Control Systems Using Category and Entropy, Technical Report, RAL#12-03-86, Robot Automation Laboratory, USA, 1986.
- 48 Wang F Y. Modeling and Specification of Complex Economic and Social Systems: Categories, Functors, and Natural Transformations, Technical Report, 05-99, University of Arizona, USA, 1999.
- 49 Fu M, Yeo C, Lin Y T, Wang F Y. WAVES: Web-based audio/video educational systems for real-time laboratory experiments. *IFAC Proceedings Volumes*, 2000, 33(31): 205–212
- 50 Wang Fei-Yue. Intelligent control and management for networked systems in a connected world. *Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 2004, 17(1): 1–6
(王飞跃. 连通环境下互联网系统的智能控制与管理问题. 模式识别与人工智能, 2004, 17(1): 1–6)
- 51 Wang Fei-Yue. On the modeling, analysis, control and management of complex systems. *Complex Systems and Complexity Science*, 2006, 3(2): 26–34
(王飞跃. 关于复杂系统的建模、分析、控制和管理. 复杂系统与复杂性科学, 2006, 3(2): 26–34)
- 52 Wang Fei-Yue. From parallel universes to parallel management systems PMS: A quantum mechanical scheme after ERP? *Finance/Management Scientist*, 2007, 10: 48–51
(王飞跃. 从平行宇宙到平行管理系统PMS: ERP之后的量子力学方案? 财经界/管理学家, 2007, 10: 48–51)
- 53 Wang Fei-Yue. The framework of parallel emergency management system PeMS and its application. *China Emergency Management*, 2007, 2(12): 22–27
(王飞跃. 平行应急管理系统PeMS的体系框架及其应用研究. 中国应急管理, 2007, 2(12): 22–27)
- 54 Wang Fei-Yue. Outline of A New Mathematics for Complex Economic and Management Systems, Technical Report, TR#08-17-2009, Key Laboratory of Complex Systems and Intelligence Science, CAS, China, 2009.
(王飞跃. 复杂经济社会系统分析与管理的新的数学框架, 技术报告, TR#08-17-2009, 中国科学院复杂系统与智能科学重点实验室, 中国, 2009.)
- 55 Wang F Y. Parallel economics: A new supply–demand philosophy via parallel organizations and parallel management. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2020, 7(4): 840–848
- 56 Wang F Y, Qin R, Li J J, Wang X, Qi H W, Jia X F, et al. Federated management: Toward federated services and federated security in federated ecology. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2021, 8(6): 1283–1290
- 57 Wang F Y, Qin R, Wang X, Hu B. MetaSocieties in metaverse: MetaEconomics and MetaManagement for MetaEnterprises and MetaCities. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2022, 9(1): 2–7

- 58 Drucker P F. *Management: Tasks, Responsibilities, Practices*. New York: HarperBusiness, 1993.
- 59 Devlin J, Chang M W, Lee K, Toutanova K. BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. In: Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies. Minneapolis, USA: Association for Computational Linguistics, 2019. 4171–4186
- 60 Brown T B, Mann B, Ryder N, Subbiah M, Kaplan J, Dhariwal P, et al. Language models are few-shot learners. In: Proceedings of the 34th International Conference on Neural Information Processing Systems. Vancouver, Canada: Curran Associates Inc., 2020. Article No. 159
- 61 Riquelme C, Puigcerver J, Mustafa B, Neumann M, Jenatton R, Pinto A S, et al. Scaling vision with sparse mixture of experts. In: Proceedings of the 35th Neural Information Processing Systems (NIPS). Vancouver, Canada: Curran Associates, Inc., 2021. 8583–8595
- 62 Dosovitskiy A, Beyer L, Kolesnikov A, Weissenborn D, Zhai X H, Unterthiner T, et al. An Image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale. In: Proceedings of the 9th International Conference on Learning Representations (ICLR). Austria: OpenReview.net, 2021.
- 63 Ramesh A, Pavlov M, Goh G, Gray S, Voss C, Radford A, et al. Zero-shot text-to-image generation. In: Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning (PMLR). PMLR, 2021. 8821–8831
- 64 Poole B, Jain A, Barron J T, Mildenhall B. DreamFusion: Text-to-3D using 2D diffusion. arXiv preprint arXiv: 2209.14988, 2022.
- 65 Singer U, Polyak A, Hayes T, Yin X, An J, Zhang S Y, et al. Make-A-Video: Text-to-video generation without text-video data. arXiv preprint arXiv: 2209.14792, 2022.
- 66 Popper K. *Three Worlds. The Tanner Lecture on Human Values*. Ann Arbor: The University of Michigan, 1978.
- 67 Wang F Y. Parallel intelligence in metaverses: Welcome to Hanoi!. *IEEE Intelligent Systems*, 2022, **37**(1): 16–20
- 68 Marshall A. *Principles of Economics*. London: Macmillan, 1890.
- 69 Chen Long, Wang Xiao, Yang Jian-Jian, Ai Yun-Feng, Tian Bin, Li Yu-Chen, et al. Parallel mining operating systems: From digital twins to mining intelligence. *Acta Automatica Sinica*, 2021, **47**(7): 1633–1645
(陈龙, 王晓, 杨健健, 艾云峰, 田滨, 李宇宸, 等. 平行矿山: 从数字孪生到矿山智能. *自动化学报*, 2021, **47**(7): 1633–1645)
- 70 Wang Fei-Yue. Parallel Driving and Parallel Mining: Systems Intelligence for Smart Mining Industries, QAI Technical Report, China, 2017.
(王飞跃. 平行驾驶与平行矿山: 智慧矿业的系统智能基础, 青岛智能产业技术研究院报告, 中国, 2017.)
- 71 Wang Yong-Jun, Wang Fei-Yue, Wang Ge, Wang Xiao, Wang Yi-Long, Li Rui. Parallel hospitals: From hospital information system (HIS) to hospital smart operating system (HSOS). *Acta Automatica Sinica*, 2021, **47**(11): 2585–2599
(王拥军, 王飞跃, 王戈, 王晓, 王伊龙, 李瑞. 平行医院: 从医院信息管理系统到智慧医院操作系统. *自动化学报*, 2021, **47**(11): 2585–2599)
- 72 Wang Fei-Yue. Digital doctors and parallel healthcare: From medical knowledge automation to intelligent metasystems medicine. *Medical Journal of Peking Union Medical College Hospital*, 2021, **12**(6): 829–833
(王飞跃. 数字医生与平行医疗: 从医疗知识自动化到系统化智能医学. *协和医学杂志*, 2021, **12**(6): 829–833)
- 73 Wang F Y, Li J, Qin R, Ding W, Yuan Y, Wang X. DemanaQAI: A Foundation land for Design, Test, Evolution and Optimization of Management Policies and Decisions, QAI TechReport, China, 2020.
(DemanaQAI: 智慧管理决策与策略的大模型及其算法的设计、测试、评估和优化的分布式全中心自主工场, QAI技术报告, 青岛智能产业技术研究院, 中国, 2020.)
- 74 Stewart T A. *Intellectual Capital: The New Wealth of Organization*. New York: Doubleday/Currency, 1997.
- 75 Lu J W, Wang X X, Cheng X, et al. Parallel Factories for Smart Industrial Operations: From Big AI models to Field Foundational Models and Scenarios Engineering. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 2022, **9**(12): 2079–2086
- 76 Yang J, Wang X X, et al. Parallel Manufacturing for Industrial Metaverses: A New Paradigm in Smart Manufacturing. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 2022, **9**(12): 2063–2070
- 77 Wang Y, Tian Y, Wang J, et al. Integrated Inspection of QoM, QoP, and QoS for AOI Industries in Metaverses. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 2022, **9**(12): 2071–2078
- 78 Wang X J, Kang M Z, Sun H Q, et al. DeCASA in AgriVerse: Parallel Agriculture for Smart Villages in Metaverses. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 2022, **9**(12): 2055–2062
- 79 Shen Y, Liu Y H, Tian Y L, et al. Parallel Sensing in Metaverses: Virtual-Real Interactive Smart Systems for “6S” Sensing. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 2022, **9**(12): 2047–2054
- 80 Wang F Y. The DAO to MetaControl for MetaSystems in metaverses: The system of parallel control systems for knowledge automation and control intelligence in CPSS. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 2022, **9**(11): 1899–1908
- 81 Wang X, Yang J, Han J P, Wang W, Wang F Y. Metaverses and DeMetaverses: From digital twins in CPS to parallel intelligence in CPSS. *IEEE Intelligent Systems*, 2022, **37**(4): 97–102
- 82 Kante R M. *The Change Masters*. New York: Touchstone, Simon & Schuster, 1984.
- 83 Kanter R M. *When Giants Learn to Dance: The Definitive Guide to Corporate Success*. New York: Free Press, 1990.
- 84 Kanter R M. *World Class: Thriving Locally in the Global Economy*. New York: Simon & Schuster, 1995.
- 85 Wang F Y. Toward a paradigm shift in social computing: The ACP approach. *IEEE Intelligent Systems*, 2007, **22**(5): 65–67
- 86 Wang F Y, Carley K M, Zeng D, Mao W J. Social computing: From social informatics to social intelligence. *IEEE Intelligent systems*, 2007, **22**(2): 79–83
- 87 Wang Fei-Yue. A framework for social signal processing and analysis: From social sensing networks to computational dialectical analytics. *Scientia Sinica (Information)*, 2013, **43**(12): 1598–1611
(王飞跃. 社会信号处理与分析的基本框架: 从社会传感网络到计算辩证解析方法. *中国科学: 信息科学*, 2013, **43**(12): 1598–1611)
- 88 Wang F Y, Filev D P, Pedrycz W, Li H Y, White C C. Guest editorial from intelligent control to smart management of cyber-physical-social systems: A celebration of 70th anniversary of cybernetics by Norbert Wiener. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 2018, **48**(12): 3278–3279
- 89 Wang F Y, Qin R, Li J J, Yuan Y, Wang X. Parallel societies: A computing perspective of social digital twins and virtual-real interactions. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2020, **7**(1): 2–7
- 90 Wang F Y, Yuan Y, Wang X, Qin R. Societies 5.0: A new paradigm for computational social systems research. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2018, **5**(1): 2–8
- 91 Wang F Y. Intelligent systems and social management. *IEEE Intelligent Systems*, 2011, **26**(6): 2–3
- 92 Wang Fei-Yue. From Narrative Sciences to Narrative Philosophy: The Meaning and Inspiration of Hao Wang’s Academic Career, Philosophy and Science Forum: Logics, Mathematics and Philosophy, Dec. 12, 2012.
(王飞跃. 从叙述科学到叙述哲学: 王浩学术生涯的启示与意义, 哲学与科学论坛: 逻辑、数学与哲学——王浩诞辰百年纪念, 2021年12月12日.)
- 93 Wang Fei-Yue. Narrative management: From classics to socio-technical visualization of vision and mission. In: Proceedings of the 11th Symposium on Parallel Management. Qingdao, China, 2020.

- (王飞跃. 叙述管理: 从经典到展望和使命的社会技术可视化. 见: 第11届平行管理论坛. 青岛, 中国, 2020.)
- 94 Wang Fei-Yue. Systems engineering and management revolution: From Newton to Merton. *Management Science (Practical Edition)*, 2013, (10): 12–19
(王飞跃. 系统工程与管理变革: 从牛顿到默顿的升华. 管理学家(实践版), 2013, (10): 12–19)
- 95 Wang S, Ding W W, Li J J, Yuan Y, Ouyang L W, Wang F Y. Decentralized autonomous organizations: Concept, model, and applications. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2019, 6(5): 870–878
- 96 Ding Wen-Wen, Wang Shuai, Li Juan-Juan, Yuan Yong, Ouyang Li-Wei, Wang Fei-Yue. Decentralized autonomous organizations: The state of the art, analysis framework and future trends. *Chinese Journal of Intelligent Science and Technology*, 2019, 1(2): 202–213
(丁文文, 王帅, 李娟娟, 袁勇, 欧阳丽炜, 王飞跃. 去中心化自治组织: 发展现状、分析框架与未来趋势. 智能科学与技术学报, 2019, 1(2): 202–213)
- 97 Qin R, Yuan Y, Wang F Y. Blockchain-Based knowledge automation for CPSS-oriented parallel management. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2020, 7(5): 1180–1188
- 98 Ding W W, Liang X L, Hou J C, Wang G, Yuan Y, Li J Q, et al. Parallel governance for decentralized autonomous organizations enabled by Blockchain and smart contracts. In: Proceedings of the 2021 IEEE 1st International Conference on Digital Twins and Parallel Intelligence (DTPI). Beijing, China: IEEE, 2021. 1–4
- 99 Wang F Y, Ding W W, Qin R, Hu B. Parallel philosophy for MetaOrganizations with MetaOperations: From Leibniz's monad to HanoiDAO. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2022, 9(3): 658–666
- 100 Wang F Y, Ding W W, Wang X, Garibaldi J, Teng S Y, Imre R, et al. The DAO to DeSci: AI for free, fair, and responsibility sensitive sciences. *IEEE Intelligent Systems*, 2022, 37(2): 16–22
- 101 Ding W W, Hou J C, Li J J, Guo C, Qin J R, Kozma R, et al. DeSci based on Web3 and DAO: A comprehensive overview and reference model. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2022, 9(5): 1563–1573
- 102 Wang F Y, Saridis G N. A coordination theory for intelligent machines. *Automatica*, 1990, 26(5): 833–844
- 103 Wang F Y. The engineering of intelligence: DAO to I&I, C&C, and V&V for intelligent systems. *International Journal of Intelligent Control and Systems*, 2021, 1(3): 1–5
- 104 Cao D P, Wang X, Li L X, Lv C, Na X X, Xing Y, et al. Future directions of intelligent vehicles: Potentials, possibilities, and perspectives. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, 2022, 7(1): 7–10
- 105 Li X, Ye P J, Li J J, Liu Z M, Cao L B, Wang F Y. From features engineering to scenarios engineering for trustworthy AI: I&I, C&C, and V&V. *IEEE Intelligent Systems*, 2022, 37(4): 18–26
- 106 Herzberg F. One more time: How do you motivate employees? *Harvard Business Review*, 2003, 81(1): 87–96
- 107 Wang Fei-Yue. Parallel philosophy: Origin and goal of intelligent industries and smart economics. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2021, 36(3): 308–318
(王飞跃. 平行哲学: 智能产业与智慧经济的本源及其目标. 中国科学院院刊, 2021, 36(3): 308–318)
- 108 Wang Fei-Yue. Parallel philosophy and intelligent science: From Leibniz's Monad to Blockchain's DAO. *Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 2020, 33(12): 1055–1065
(王飞跃. 平行哲学与智能科学: 从莱布尼茨的Monad到区块链之DAO. 模式识别与人工智能, 2020, 33(12): 1055–1065)
- 109 Wang Fei-Yue. Parallel philosophy and intelligent technology: Dual equations and testing systems for parallel industries and smart societies. *Chinese Journal of Intelligent Science and Technology*, 2021, 3(3): 245–255
(王飞跃. 平行哲学与智能技术: 平行产业与智慧社会的对偶方程与测试基础. 智能科学与技术学报, 2021, 3(3): 245–255)
- 110 Wang F Y. Blockchain intelligence: Cornerstone of the future smart economy and smart societies. In: Proceedings of the 2nd World Intelligent Congress. 2018.
- 111 Li Juan-Juan, Yuan Yong, Wang Fei-Yue. Blockchain-based digital currency: The state of the art and future trends. *Acta Automatica Sinica*, 2021, 47(4): 715–729
(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. 自动化学报, 2021, 47(4): 715–729)
- 112 Li J J, Yuan Y, Wang F Y. A novel GSP auction mechanism for ranking Bitcoin transactions in blockchain mining. *Decision Support Systems*, 2019, 124: Article No. 113094
- 113 Li J J, Ni X C, Yuan Y, Wang F Y. A novel GSP auction mechanism for dynamic confirmation games on Bitcoin transactions. *IEEE Transactions on Services Computing*, 2022, 15(3): 1436–1447
- 114 Li J J, Yuan Y, Wang F Y. Analyzing Bitcoin transaction fees using a queuing game model. *Electronic Commerce Research*, 2022, 22(1): 135–155
- 115 Ouyang Li-Wei, Wang Shuai, Yuan Yong, Ni Xiaochun, Wang Fei-Yue. Smart contracts: Architecture and research progresses. *Acta Automatica Sinica*, 2019, 45(3): 445–457
(欧阳丽炜, 王帅, 袁勇, 倪晓春, 王飞跃. 智能合约: 架构及进展. 智能科学学报, 2019, 45(3): 445–457)
- 116 Wang S, Ouyang L W, Yuan Y, Ni X C, Han X, Wang F Y. Blockchain-enabled smart contracts: Architecture, applications, and future trends. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 2019, 49(11): 2266–2277
- 117 Bennis W, Biederman P W. *Organizing Genius: The Secrets of Creative Collaboration*. Reading: Basic Books, 1998.
- 118 Wang F Y. Building robots for parallel cognition: Cognitive science in reflection and perspective. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Cognitive Systems and Information Processing (ICCSIP). Beijing, China, 2018.
- 119 Wang F Y. Parallel cognition: Towards the integration of knowledge and behavior in intelligent cognitive science and technology. In: Proceedings of the 1st China Symposium on Cognitive computing and Hybrid Intelligence. Xi'an, China, 2018.
- 120 Ye P J, Wang F Y. Parallel population and parallel human—a cyber-physical social approach. *IEEE Intelligent Systems*, 2022, 37(5): 19–27
- 121 Ye P J, Wang X, Zheng W B, Wei Q L, Wang F Y. Parallel cognition: Hybrid intelligence for human-machine interaction and management. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, to be published
- 122 Ye P J, Zhu F H, Sabri S, Wang F Y. Consistent population synthesis with multi-social relationships based on Tensor decomposition. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2020, 21(5): 2180–2189
- 123 Ye P J, Wang X, Xiong G, Chen S C, Wang F Y. TiDEC: A two-layered integrated decision cycle for population evolution. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 2021, 51(12): 5897–5906



王飞跃 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. 主要研究方向为智能系统和复杂系统的建模、分析与控制.

E-mail: feiyue.wang@ia.ac.cn

(WANG Fei-Yue Professor at the State Key Laboratory for Management and Control of Complex Systems, Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences. His research interest covers modeling, analysis, and control of intelligent systems and complex systems.)