

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

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，北京 100190

摘要：从卡尔·波普尔的三个世界理论出发，提出面向三个世界的知识体系和相应的哲学问题，将西方哲学的存在和变化扩展至相信，引入对应的平行哲学和相关智能技术的对偶方程和平行测试方法。通过社会物理信息系统空间中物理牛顿方程与赛博默顿方程的对偶互动，基于 ACP 方法实施平行实验和平行执行，为基于平行技术的智能产业构建“真道”：可信、可靠、可用、效益；分布式全中心、自主式自动化、组织式秩序化；相应的分布式自主组织与分布式自主运营，推进实现平行智能产业和智慧社会。

关键词：人工智能；平行智能；平行哲学；智能产业；智能经济；平行经济；平行产业；对偶方程

中图分类号：B80

文献标识码：A

doi: doi:10.11959/j.issn.2096-6652.202126

Parallel philosophy and intelligent technology: dual equations and testing systems for parallel industries and smart societies

WANG Fei-Yue

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

Abstract: Starting from Karl Popper's Three Worlds, the knowledge system facing three worlds and the corresponding philosophical problem were proposed. The scope of traditional philosophy from being and becoming to believing was extended, and a new parallel philosophy as the foundation for intelligent science and technology was proposed. The dual equation systems and parallel testing were introduced through ACP, and cyber-physical-social systems (CPSS). This will enable a true DAO approach for intelligent parallel industries and smart societies: trustable, reliable, usable, and effective + efficient (true), distributed + decentralized, autonomous + automated, organized + ordered (DAO), and the corresponding distributed autonomous organizations and operations (DAOs).

Key words: artificial intelligence, parallel intelligence, parallel philosophy, intelligent industry, intelligent economy, parallel economy, parallel industry, dual equation

1 引言

20 世纪初，著名的德国数学家戴维·希尔伯特（David Hilbert）提出将数学体系公理化、机械化的设想，引发英国数学家和哲学家罗素（Russell）和阿尔弗雷德·诺夫·怀特海（Alfred North Whitehead）师生二人完成巨著《数学原理》，试图为“希尔伯特纲领”提供坚实的基础。然而，《数学原理》不但没有为数学的公理化、机械化创立基

础，反而唤起维纳（Wiener）、麦卡洛克（McCulloch）和沃尔特·皮茨（Walter Pitts）开辟控制论、人工神经网络和计算智能之路，引发哥德尔（Godel）、阿隆佐·邱奇（Alonzo Church）、艾伦·麦席森·图灵（Alan Mathison Turing）和约翰·冯·诺依曼（John von Neumann）走上自动机、计算机和逻辑智能之路，在粉碎戴维·希尔伯特之梦的同时，推动了人工智能研究领域的诞生和发展。

这一进程的形成被学界称为邱奇-图灵命题

收稿日期：2021-08-07；修回日期：2021-08-27

通信作者：王飞跃，feiyue.wang@ia.ac.cn

(Church-Turing thesis), 由此有了计算机和信息产业, 并走到了今天。那么如何走向明天? 计算机围棋程序 AlphaGo 的巨大成功让世人猛然觉醒, 带来了时代的新理念和新命题, 即 AlphaGo 命题 (AlphaGo thesis), 希望谨以此引导人们健康地进入未来的智慧社会^[1]。

AlphaGo 的内核如下。

- 平行哲学: 虚实不再对立, 而是平行互动、相互纠缠的一体。哲学应从存在 (being)、变化 (becoming) 扩展到相信 (believing)。
- 范式转移: 从“大定律、小数据”的牛顿范式向“大数据、小定律”的默顿范式转移。
- 数据智能: 数据是生成智能的原材料, 由小数据生成大数据, 再从大数据中提炼出针对特定场景、特定问题的精准知识或深度智能。“小数据-大数据-深智能”的流程将成为智能产业的标准。

从邱奇-图灵命题到 AlphaGo 命题: 迈向智能产业与智慧社会如图 1 所示, AlphaGo 体现的是“小数据-大数据-深智能”的流程。AlphaGo 通过自我对打, 将人类 80 多万盘围棋博弈的“小数据”扩展为 7 000 多万盘新的博弈“大数据”, 最后利用强化学习等人工智能方法, 将局势判断和决策知识凝练成两张“图”, 即 AlphaGo 的“深智能”或“小智能”, 以此打败已知的人类围棋高手。后来, AlphaGo 自我变革为 AlphaGo Zero, 完全不使用人类的围棋经验, “小数据”小到 0, 自我博弈生成的“大数据”也不到 3 000 万盘, 最后的“小智能”凝练为一张“图”, 以 100:0 的成绩击败战胜了人类围棋高手的 AlphaGo。从开始到结束, 这一过程用时不到 3 天, 随着计算能力的提高, 相信这一过程很快将不需要 3 h, 甚至连 3 s 都不需要, 而这 3 s 几乎是人类围棋大师一生的心血与追求。这就是范式转移的威力, 这就是 AlphaGo 命题的警示。目前计算机国际象棋和围棋程序已是人类专业棋手的教练和标配, 人类棋手已丧失断定程序有多少段的能力, 但为了参加比赛, 必须利用程序教练提高自己的棋艺, 成为虚实互动的“平行棋手”, 这样才有可能获得参加人类比赛的资格。相信不久的将来, 一个人如果不是虚实平行的, 就像今天没有基本学历一样, 不但会失去许多工作的机会, 可能连上岗的资格都没有; 而一个企业如果不是平行的, 必将倒闭并失去重振的机会, 这是因为不平行不但意味着没有竞争力, 而且浪费资源, 不符合可持续性发展的人类理念。

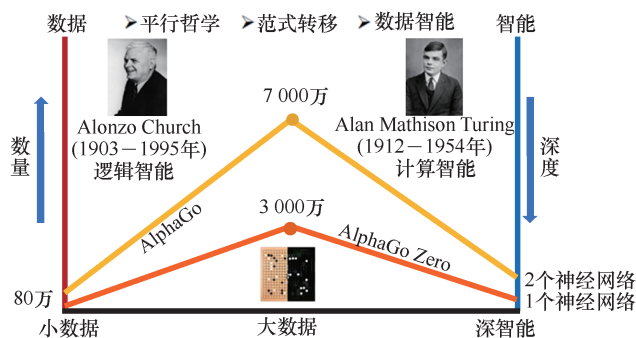


图1 从邱奇-图灵命题到 AlphaGo 命题: 迈向智能产业与智慧社会

然而, 新时代只有新技术远远不够, 新时代必须有新的哲学。200 多年前, 正值人类对“平行”理念的反思和探讨, 引发了非欧空间理念和相应的非欧几何方法, 使“平行线可以相交”, 从而为后来的量子力学和相对论物理革命提供了坚实的数学基础, 使今天从芯片到计算机的信息产业成为可能。现在, 人们需要在平行的理念上继续革命, 不但让平行线相交, 而且让“虚实互动相交”。为此, 必须将西方经典哲学的“两个世界”观及其两个核心理念 being 与 becoming 扩展到“三个世界”观和新的 believing 理念, 构造新时代智能科学与技术的新科学哲学。在此基础上, 使大数据、云计算、边缘计算、物联网^[2-3]、区块链、机器人、机器学和人工智能化过去的“乌托邦社会工程”为当代的“零星社会工程的工具”, 成为建设智慧社会生态的可描述、可预测、可引导的科学手段。

本文将围绕这些认识, 对智能科技与平行哲学进行初步的探讨, 希望抛砖引玉, 推动这方面工作的深入研究。

2 新时代及其全球化新范式

在 AlphaGo 之前, IT 一直代表信息技术 (information technology)。但在 AlphaGo 之后, 必须赋予 IT 新的时代意义: 智能技术 (intelligent technology), 这是“新 IT”, 而信息技术已成了“旧 IT”。“三个三”——第三轴心时代的正和智慧全球化如图 2 所示, 人们必须看到, 应当重新认识百年前改变人类社会进程的“老 IT”工业技术 (industrial technology), 因为人们必须联合这 3 种技术开发科学哲学家卡尔·波普尔指出的 3 个平行互动的世界, 延伸哲学家雅斯贝尔斯 (Jaspers) 的“轴心时代 (axial age)”^[4-6]理念, 将“老、旧、新”3 个 IT 分别作为开发物理、心理、人工三个世界的主要工具, 进入第三轴心时代^[4,7]。

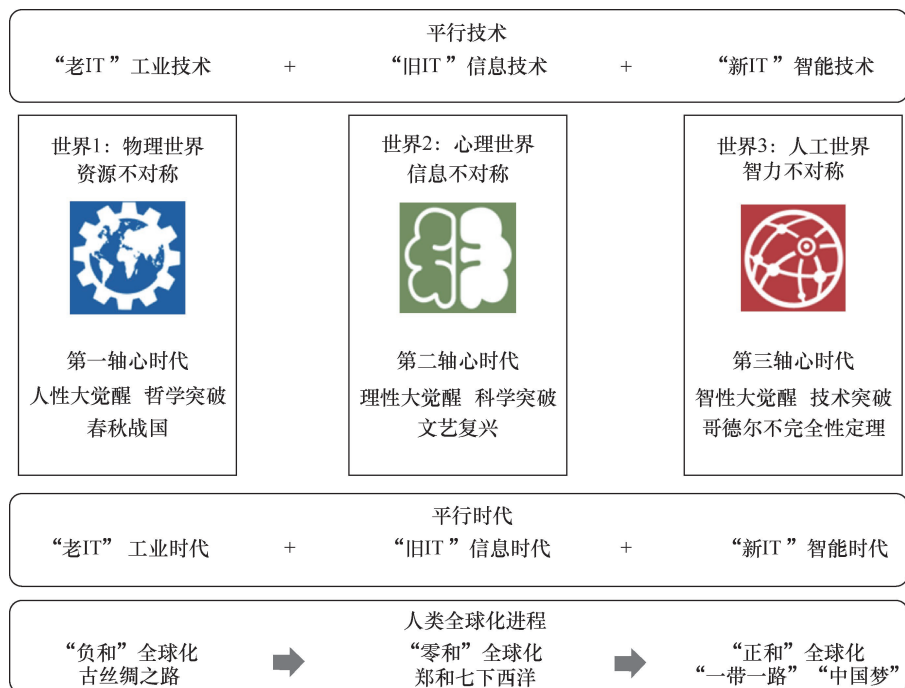


图2 “三个三”——第三轴心时代的正和智慧全球化

公元前 800 年至公元前 200 年之间，一大批哲学家在中东、中原和印度等地出现，自我意识渐渐形成，人性觉醒得到了极大发展，哲学上也有了显著的进步。从人类的历史上看，这一重大时刻值得纪念，雅斯贝尔斯为此创造了一个新的名词——“轴心时代”。物理世界是雅斯贝尔斯认为的“轴心时代”的主体，以此看来，心理世界以及人工世界都必将有着与之对应的特定的轴心时代。心理世界的特定轴心时代主要包括文艺复兴时期，以哥白尼（Kopernik）、伽利略（Galileo）和牛顿（Newton）为代表，人类理性大觉醒，在科学知识上也取得了重大突破。人工世界的轴心时代从 90 年前的哥德尔不完全性定理（Goedel's incompleteness theorem）开始，到人工智能创始人之一司马贺（Herbert A. Simon）的“有限理性（bounded rationality）原理”，人类灵性和智性必须再次大觉醒，技术上必须取得新的突破，从而进入以智能科学与技术为主导的新的时期。

韦伯兄弟（Max Weber 和 Alfred Weber）认为轴心现象出现的原因是社会发展过程中人性及其本质在发挥作用。由于人类天性中的懒惰、恐惧和贪婪，交流、比较以及寻求共识成为人类的本质需求，继而制定标准，不断提高效率，“可以”一起“偷懒”，最终形成“轴心”，“全球化”运动也由此

而来。在物理世界中，物质的占用具有排他性，资源有限导致“你有我无”，由此带来侵略、殖民、战争和压迫。因此，在第一世界发生的全球化无可避免地导致“负和”。中华民族在这次全球化过程中，从“车同轨，书同文，行同伦”发展到“度同质，地同域”，以及货币、文字、度量衡都逐渐统一，在该时期的末期，“古丝绸之路”作为一个全球化的壮举，使得人类的文明建设得到了极大的推动。在心理世界，不同大洲之间的交易活动自航海地理大发现后迅速变得密切和频繁，“自由贸易”发展成新的范式。这种变化使得全球化的“零和”成为可能。在这一波全球化浪潮的初期，中华民族虽然有“郑和七下西洋”之举，但后期掉队严重；当代中国自改革开放以来，经过 40 多年的发展，已逐步发展成世界大国。但“美国优先”思想占据上风使得“自由贸易”的“零和”全球化变得岌岌可危。为此，人们需要新的思维，找到发展的新思路，新的思维需要果断摒弃“存量思维”，积极拥抱“增量思维”，通过开发第三世界，开创和引领新的全球化运动。这么做的理由是什么？理由就是人工世界与另外两个世界有本质上的不同，人工世界以知识为主，几乎可以“无中生有”，而且每个人都可以拥有，自然具有“正和”特性。这保证了第三波全球化运动是以开发人工

世界为核心,以“正和”与“多赢包容”为本质,以“边际效用”递增为智能经济发展的新范式。

总之,按西方自己的文化和理论,全球化运动由人类的天性和本质所致,是交流、比较、共识的人性活动的必须结果。因此尽管会有一时的波折,但人类社会发展的主流必定是全球化运动,而且已经开始了第三波的智慧全球化阶段,就是以“新IT”智能技术开发人工世界。人们应当持此思想、怀此境地、在此高地,认识、发展、应用智能科学与技术。

3 智慧新时代的基础设施及其新文理工基础

在人类文明发展历史中,“基建”一直以蜘蛛结网的方式进行。这一结网进程从第一世界“结”起,直到第三世界。所结网络都是比“网络(network)”更大的“网(grid)”。第一张大网“Grids 1.0”为物理世界的主网——交通网;第二张大网“Grids 2.0”为自第一世界起,构建于三个世界间的能源网;第三张大网“Grids 3.0”为以互联网为代表的信息网,它是心理世界的主网;第四张大网“Grids 4.0”为以IoT为代表的物联网(Internet of things),它串联在三个世界间,核心目的是面向第三世界的世界数字化;第五张大网“Grids 5.0”为以IoM为代表的智联网(Internet of minds),它是人工世界的主网。人在互联网之中是被连(passively connected);人在物联网之上是在连(pervasively connected);人在智联网之内是主连(prescriptively connected)。由此可知,人类必须建设智联网以主导社会的发展,从而形成智能经济,以便进入智慧社会。

以交通网(Grids 1.0)为例来看人类社会的变化:最初世上本无路,路是“人走出来的”,然而当人拥有“路权”时,人类只能住在洞穴和树上,像北京山顶洞人和传说的“有巢氏”;当马拥有“路权”时,人类开始了部落和乡村的建设;当汽车拥有“路权”时,人们终于开始在北京、上海、伦敦、纽约、巴黎等大都市进行建设;只有当无人车拥有“路权”后,人们才可能进入真正的“智慧城市”,届时许多行业将发生深刻变化。在一定程度上,这是西方社会人工智能产业一半以上的投资投在各式各样的无人车初创企业的重要原因,物流出行再次成为社会发展的热点。

未来,大5G将融合三个世界,从而形成以这

三个世界为基础,虚实两个空间平行的五度空间社会物理信息系统(cyber-physical-social systems, CPSS)。目前各国关注的焦点从数字孪生(digital twin)、软件孪生到虚拟孪生,这是智能基建的核心。CPSS将“社会”置于核心,这里“社会”指人类行为与关系。“人是万物的度量”,更是智能的度量,“数据之力”“计算之力”“算法之力”“网络之力”以及新加入的“区块链之力”,“五力合一”,推动产业发展,走向“工业4.0”和“工业5.0”,完成第三次工业革命的两个主要阶段。“五个五”——新时代新基建催生新工科新文科及其新融合如图3所示。

区块链和基于区块链的技术的重要性值得人们重视。区块链以及演化中的分布式自主组织(distributed autonomous organization)技术和分布式自主运行(distributed autonomous operation)方法,集成于莱布尼茨(Leibniz)“单子(monad)”^[8]的哲学理念,经数学范畴理论重新构造后,形成“智子”的概念,催生出“知识范畴(knowledge categories)”和“智子道(monadao)”方法,使“道”这一古老的中国哲学理念演变成一种现代的智能工程和技术需求,推动智能技术在未来不断驶向“真道(true DAO)”^[9-10],即:

真(true)=可信(trustable)+可靠(reliable)+可用(usable)+效益(effective+efficient)

道(DAO)=分布式全中心(distributed+decentralized)+自主式自动化(autonomous+automated)+组织式秩序化(organized+ordered)

基于上述讨论,在复杂智能的新技术及社会组织之中,只有这样才能确保机器和人类能够以正确的方式做正确的事。在这一趋势下,从学前教育到高等教育等各个层次的教育系统势必首先受到冲击。与百年之前的私塾体系相比,当下的教育体系发展缓慢,不能匹配智能产业需要的知识结构和应用方式,因而建设智慧社会的任务任重道远。因此,需要充分考虑新时期新文科新理科以及新工科的课程体系设计、跨学科交叉融合等命题,使教育平行智能化,从而为智能产业系统化快速培养所需要的新型交叉复合型人才^[11]。

4 智能产业与智慧经济的对偶方程与测试基础

利用CPSS基础平台,通过虚实平行互动开辟新空间、新资源是智能产业的本质。智能产业

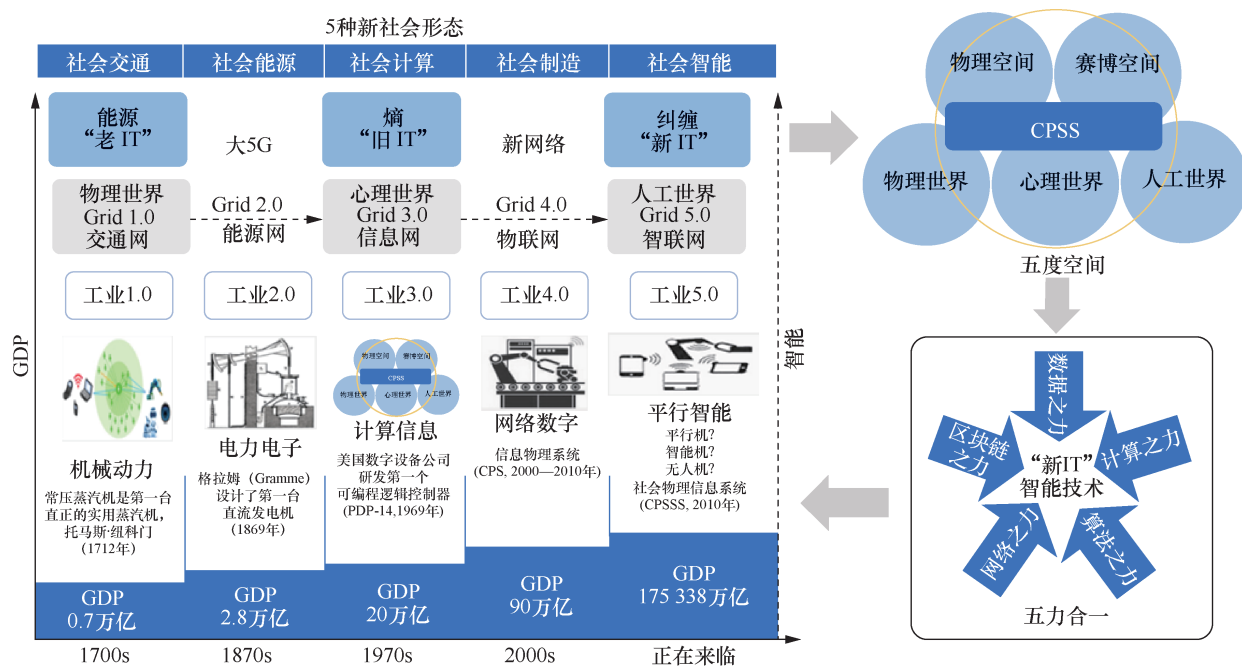


图3 “五个五”——新时代新基建催生新工科新文科及其新融合

还将扩大共享共有的范围程度，提高效率，降低成本。未来的智能“平行机”框架如图4所示，它打通了物理空间、社会空间和赛博空间，使物理形态的“牛顿机”与软件定义的“默顿机”合二为一。智能“平行机”集成边缘端的现象涌现与云平台的融合收敛，将人类员工和“知识机器人员工”深度融合，构建“人机结合，知行合一，虚实一体”的“合一体”新型“平行员工”，形成“小数据-大数据-深智能”的新工作流程和工作范式。“平行机”不仅不会使人类失业，还能够为社会、为人类创造大量更好、更安全的新工种和新岗位，让人们从“码农”升级为“智工”。知识自动化是平行企业、平行员工和平行机器所构成体系的核心，而“智能的自动化”，即从人工智能到智能自动化（automation of intelligence），是不断落实 AI 的另一形式。

更加安全可靠是虚实平行互动的智能产业的一个重要特征，通过在人工世界“吃堑”，实现在真实世界“长智”。这一方法的重要应用之一就是在极大程度上避免“黑天鹅”事件，使“长尾效应”常态化与正常化，即“ δ - ε 长尾常态化”理论，简述如下：

$$X_{LT} = \{x | \text{Prob}^R(x) < \delta\} \quad (1)$$

其中， X_{LT} 代表长尾事件“黑天鹅”的集合， $\text{Prob}^R()$

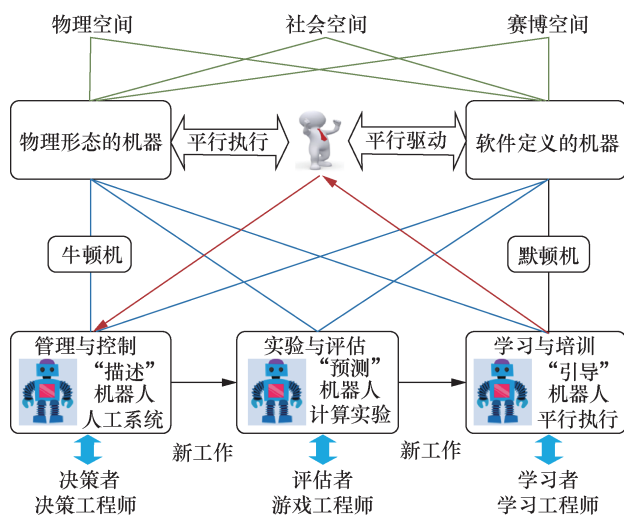


图4 未来的智能“平行机”框架

是真实世界的事件概率。设计虚拟世界的事件分布为 $\text{Prob}^V()$ ，以满足 ε 常规化要求：

$$\{\forall x \in X_{LT}, \text{Prob}^R(x) + \text{Prob}^V(x) \geq 1 - \varepsilon\} \quad (2)$$

在平行测试和平行视觉技术的支持下，已有12年历史的“中国智能车未来挑战赛”已经成功验证了这一理念^[12-13]。

就智能产业的科学问题而言，核心就是克服虚实分离引发的“莱特希尔（Lighthill）认知鸿沟”或复杂性建模鸿沟问题。1973年，莱特希尔关于人工智能的报告曾使全球人工智能研究陷入十多年

的“严冬”，原因是他用“ABC”总结了当时研究了25年的人工智能：“A”代表先进自动化(advanced automation)，“C”代表中枢神经系统(central nervous system, CNS)的计算机仿真，但这两个领域中间差着整整一个世界。因此出现另一批研究者做“B”，就是通过“建桥(bridging)”来联通“A”和“C”两个世界，手段主要是研发机器人。虽然经过25年的发展(当时许多英国学者坚持人工智能自1947年开始，源于图灵的一份“智能机器”的手稿)，人工智能成果还是太少、水平太低。“桥”依然在水下，几乎看不到，更无法使用，因此“ABC”依然是3个分离的世界，莱特希尔认为除了4个与认知相关的方向，其他都不值得进一步支持，导致人工智能研究遭遇最长的“冬天”^[14]。几年后，霍金(Hawking)接替莱特希尔担任剑桥大学“卢卡斯数学教授”，霍金生前认为人工智能的兴起将“导致人类文明的毁灭”，这个看法竟然与其前任有天壤之别。

实际上，莱特希尔指出了人工智能的核心科学问题是朗古特-希金斯(Longuet-Higgins)将莱特希尔点明的4个方向以单数形式命名为“认知科学(cognitive science)”的根本原因^[13]。基于ACP和大数据的平行智能与认知鸿沟如图5所示，人的认知与问题本质之间的差别随着问题复杂性的增大而增大，从而出现“莱特希尔认知鸿沟”或复杂性建模鸿沟。在简单“牛顿系统”中，模型与实际的距离、认知与现实的距离很小，几乎完全一致，而在复杂“默顿系统”中，二者的距离非常大，形同两个世界^[15-16]。目前非常有希望跨越认知鸿沟的方法之一就是大数据与平行智能的结合，从“数据填沟”到“平行架桥”，实现虚与实之间端到端的联结。大数据的本质是“数据说话”以及“预测未来的最好方式就是创造未来”，因而在虚拟世界中首先进行实验和创造，自然引申出平行智能的ACP方法。在ACP方法中，A表示人工系统(artificial systems)，C表示计算实验(computational experiments)，P表示平行执行(parallel execution)。根据复杂程度的变化，人工系统可以被细分为数字孪生、软件孪生、虚拟孪生3种类型；而计算实验也可以被细分为仿真(emulation)、模拟(simulation)、仿效(imitation)3种形式；平行执行主要包括决策生成、决策推荐、决策支持。将上述不同类型的功能进行组合，可以构建27种形态的体系。ACP方

法能够产生描述性(descriptive)、预测性(predictive)、引导性(prescriptive)知识和智能，最终形成虚实双反馈和虚实大闭环的平行控制方法和平行管理系统。利用平行方法，虚拟世界“以万变应不变”，把小数据变成大数据，把大数据凝练成深智能，形成“小数据-大数据-深智能”的智能循环流程。把不定(uncertainty)、复杂(complexity)、多样(diversity)的“UDC”自然社会转为敏捷(agile)、聚焦(focus)、收敛(convergence)的“AFC”工程系统。当出现问题时，可以在真实世界中“以不变应万变”，按区块链的“智能合约”方式提供解决方案，从而在面临“UDC”的现实任务时也具备“AFC”的工作能力^[17-20]。

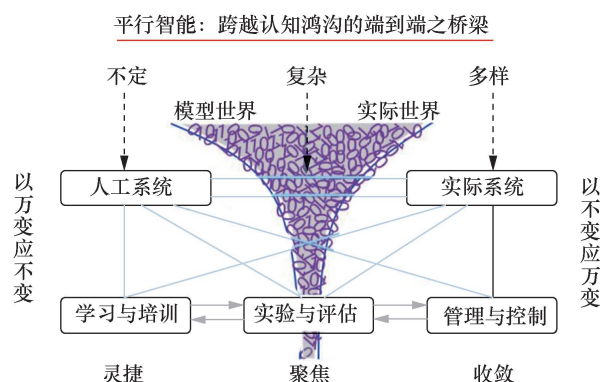


图5 基于ACP和大数据的平行智能与认知鸿沟

在理论层面上，基于实际系统建立牛顿方程，基于虚拟系统建立默顿方程，形成平行对偶方程，使之相互纠缠、平行相交。

实的牛顿方程：

$$\dot{N} = S(N, M, R) \quad (3)$$

虚的默顿方程：

$$\dot{M} = T(M, N, V) \quad (4)$$

其中， S 和 T 、 N 和 M 、 R 和 V 分别为实与虚的状态函数、状态变量和输入变量。在云边计算框架下，一般情况下实在边缘，虚在云端。例如平行控制，将传统的控制方程：

$$\dot{X} = f(X, U, R), U = h(X) \quad (5)$$

转为：

$$\dot{X} = F(X, U, R), \dot{U} = H(U, X, V) \quad (6)$$

对输出 U 求导，使控制器与被控系统在数学形式上等价。上述过程皆由微分方程描述，使拟人的智能控制和博弈更加自然可行。这种平行控制，更

与目前的数据驱动、云边计算一致。沿此思路，已经取得一批引人注目的研究成果^[21-25]。

从 2004 年起，笔者就进行关于平行经济的研究^[26]。通过牛顿默顿对偶得到改变供需哲学的基本方程^[27]，实现传统的萨伊市场定律（Say's law of market）和凯恩斯（Keynes）市场定律的对立统一，简述如下。

萨伊市场定律及其供给方程如下：

$$\dot{X}_S = f_S(X_S, S), \dot{S} = h_S(S, X_S), D = g_S(X_S, S) \quad (7)$$

凯恩斯定律及其需求方程如下：

$$\dot{X}_K = f_K(X_K, D), \dot{D} = h_K(S, X_K), S = g_K(X_K, D) \quad (8)$$

其中， X_S 和 X_K 分别是萨伊和凯恩斯的市場状态向量， S 和 D 分别是供给和需求向量。平行化之后，构成广义的供给-需求对偶方程，具体如下。

广义萨伊供给方程：

$$\dot{X}_S = F_S(X, Y), \dot{S} = H_S(Y, X), \dot{D} = G_S(X, Y) \quad (9)$$

广义凯恩斯需求方程：

$$\dot{X}_K = F_K(X, Y), \dot{D} = H_K(Y, X), \dot{S} = G_K(X, Y) \quad (10)$$

其中，

$$X = \begin{bmatrix} X_S \\ X_K \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} S \\ D \end{bmatrix}, Z = \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} \quad (11)$$

构造出平行供给-需求关系，平行供需方程如下：

$$\dot{X} = F(X, Z), \dot{Y} = Q(Y, Z), \text{或} \dot{Z} = P(Z) \quad (12)$$

基于此，通过平行将萨伊的“供给创造自己的需求”和凯恩斯的“需求创造自己的供给”两个截然相反的论断统一为一体。在实际市场中，通过市场的数字孪生、软件孪生或虚拟孪生让供给创造实际需求；在人工市场中，让需求创造人工供给，从而使“供给侧改革”和“需求侧改革”形成对立统一，达到平行供需方程展示的自洽平衡。此外，平行供需方程还表明，大部分的供需系统将演化为数学上混沌式的混乱，仅靠技术手段无法长期维持稳定的供需平衡。

5 平行哲学与平行思维

考虑到智能经济的供需问题，人们需要深刻地意识到：仅靠智能技术是无法开创智能时代的。智能时代需要与之相辅相成的新思维和新哲学，由此才能建立起新的社会范式。但随之而来的问题是，智能时代的新哲学如何定义？新又体现在

哪里？

在西方哲学史上，泰勒斯（Thales）首次提出并探究了世界的本原这一哲学问题，并主张水本原说，即“万物源于水”。赫拉克利特（Heraclitus）则认为“万物源于火”，同时他主张“万物皆动”，说明了客观事物在进行永恒的运动。赫拉克利特的核心思想是 becoming。巴门尼德（Parmenides of Elea）认为 being 是永恒的、连续不可分的，同时也是不动的、真实的、可被思考的。他认为感性世界的具体事物及其变化是不真实的存在，是假象，不可思考。作为第一个提出“思想与存在同一”命题的哲学家，巴门尼德认为没有 being 之外的思想。时至今日，being 和 becoming 仍然是哲学的核心研究范畴^[28]。

以第一个 B（即 being）为核心，在中世纪和近代时期，康德（Kant）、黑格尔（Hegel）、胡塞尔（Husserl）、海德格尔（Heidegger）、梅洛-庞蒂（Merleau-Ponty）等人发展和创立起一系列哲学理念，搭建了一个描述性知识（descriptive knowledge）的庞大哲学体系。已有的绝大多数哲学成果与第一个 B 有着千丝万缕的联系，而几乎没有主体为第二个 B（即 becoming）的独立哲学体系。其中，怀特海的过程哲学^[29-30]十分值得注意，他主张“世界中的一切都处于变化过程之中”，过程是机体内各个因子间的彼此联系、持续创造活动。这一哲学理念可以算是关于 becoming 的预测性知识（predictive knowledge）的哲学体系之核心。

这里引入第三个 B（即 believing，代表相信和信念）以创建智能科技领域的新哲学范式。当今世界注意力和信用被视为商品，该理念也与这个发展趋势有直接关联。它的主要目标在于凭借适当的系统工程和技术手段，将 being 从初始状态转变为期望状态，从而说服人们 believing 这种过程是可以成为一种确定现象的（现象学的本质）。因此，笔者建立了一种新的哲学体系，其包含了引导性知识（prescriptive knowledge），并与 believing 相关。同时，该哲学体系也实现了以可描述、可预测、可引导为特点的现象变化进程。

“实体（actual entities）”和“虚体（artificial entities）”为过程哲学提出的两个重要概念，其由怀特海创立。随后，整体论（holism）和科学实在论（scientific realism）^[31]由怀特海的学生奎因（Quine）提出。平行哲学^[32-33]在结合以上理念与当下的数字

孪生基础上应运而生。其理念是以上三个世界相互交织而成的世界观。其中,通过搭建平行场景及其平行空间、“虚体”与“实体”实时交互,形成闭环反馈。如此,黑格尔提出的宏大的乌托邦式社会工程就能够被转化为卡尔·波普尔所倡导的朴素的零星式社会工程^[34]。

平行哲学——虚实的平行互动与纠缠的过程及其引导知识体系如图6所示,3种意识(即3个B)、3种哲学、3种知识,恰与三个世界对应,技术上将会从AI being、AI becoming、AI believing到I Being、I Becoming、I Believing,这里I代表智能(intelligence),其含义包括了算法智能(algorithm intelligence, AI)、语言智能(language intelligence, LI)和想象智能(imagination intelligence, II)这3类。其中,AI存在于第一物理世界,LI存在于第二心理世界;II存在于第三人工世界。通过广义哥德尔智能定理和精度原理,在智能程度上,II>>LI>>AI。在此三个世界中,其认识特征有不同特性:第一物理世界中AI测不准,第二心理世界中LI说不清以及第三人工世界中II想不明,这与库恩(Kuhn)所著的《结构之后的路》一书中倡导的不可交流、不可比较、不可公度的“3C”原理内在联系十分深刻^[33]。在某种意义上,该“3C”原理即数学上哥德尔不完全性定理的哲学表示,起源于语言的词典网络和想象的意识网络及其多维结构,故内在存在不确定性、多样性、复杂性特征。

平行思维(parallel thinking)和平行认知(parallel cognition)是平行哲学的基础,是实现感知-哲学-科学的不二法门。正如恩格斯(Engels)所说,“每一个时代的理论思维,包括我们这个时代的理论思维,都是一种历史的产物,它在不同的时代具有完全不同的形式,同时具有完全不同的内容”。

所谓“平行思维”,是在爱德华·德·波诺(Edward de Bono)的“横向思维(lateral thinking)”的基础上进一步发展而来的,并由爱德华·德·波诺本人首先提出。尽管平行思维这一思想已经在企业的组织和管理^[35]问题中得到了广泛的应用,很多人还是不认可其科学性。然而,人们必须正视爱德华·德·波诺在尝试扩展甚至取缔“对抗思维(adversarial thinking)”和“辩证方法(dialectic approach)”这两种古希腊时期流传的方法的过程中所做出的贡献。在平行思维中,参与者被要求同时在一个或者多个平行的“轨道”上给出不同甚至对抗的意见,事实上,通过平行思维,参与者可以平行地、交互地利用自身知识、经验等合作探讨,从而消除对抗思维中产生的负面效应和消极影响。践行平行思维的关键是所有参与者遵守共同的规则或者纪律,在共同的轨道上平行贡献,从而实现“细分领域(split in specific directions)”的目标,产生积极的效果。综上所述,基于爱德华·德·波诺的第一物理世界和第二心理世界的平行思维基础,融合第三人工世界和基于人工世界的计算思维、平行学习和平行智能管理决策方法,使平行思维成为在CPSS中构建知识自动化的文化和行为的坚实基础,最终实现平行认知科学。

6 结束语

在哲学发展历程中,莱布尼茨在针对单子的思考中提出“凡存在必唯一”。作为对这一观点的回应,奎因认为“存在是变元的值”。罗素感叹于单子的多样性,提出“凡存在必多样”。乔治布·勒斯(George Boolos)专门写文章进行回应^[36]“存在是某些变元的某些值”。然而,怀特海的想法又不一样,他认为“凡进行的,必在过程”。在笔者

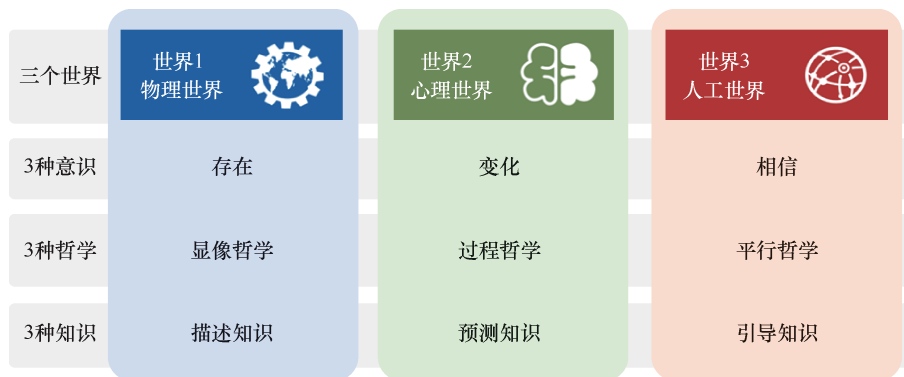


图6 平行哲学——虚实的平行互动与纠缠的过程及其引导知识体系

看来，过程的本质是虚实间永恒的平行纠缠，因此“凡进行的，必在平行”。由此出发，从海德格尔的“在世存在”开始，过渡到“变世成为”，进一步变为“为世相信”，实现从“在其之间”到“与之平行”，达成如图7所示的“在、信、思”的“3B”哲学和与之相对应的循环因果。也就是形成立足于人工世界的“我在故我信”，立足于物理世界的“我信故我思”，立足于心理世界的“我思故我在”三者之间的循环。



图7 从三个世界的循环因果到平行因果

20世纪五六十年代，学界受与图7类似的循环因果论的影响，产生了维纳的控制论和基于人工神经网络的计算智能原型^[37]，并在多年以后发展成当下的深度学习和AlphaGo。今天，期待通过这一认识在交织的三个平行世界的进一步发展，推动智能科学与技术的有序、有效进步。令人高兴的是，在人工智能正式启动之前，数学家为人们准备了循环因果智能变革的数学工具，把哲学的理念变成数学概念，形成范畴的数学理论，把哲学“单子”变成数学“智子”，并成为面向对象的程序语言的设计基础。而且，这一切也源自推动智能研究的数学家戴维·希尔伯特。在相当程度上，代数几何开启了描述知识的时代，微分积分开启了预测知识的时代，而范畴表示则开启了引导知识的时代，三者合起来形成了构建智能时代的完整数学体系。

笔者坚信，“新IT”智能技术所代表的智能科技将构建人工世界，开创新的纪元。平行哲学将融合三个世界的自然生态、社会生态和知识生态，引领人们的常规思维对象从系统和平台走向生态与体系，走进虚实互动的平行生态和联邦生态^[38-39]。人类社会也将走向“6S”新境地：物理世界安全（safety）、网络世界安全（security）、整体发展可持续（sustainability）、保障隐私和个性化个体发展的 sensitivity、全面服务的 service、智慧社会的 smartness。

致谢：

2020年9月24日，中国科学院哲学研究所在其成立仪式上举办“科学与哲学前沿问题研讨会”，笔者做了题为《哲学的智能复兴：新时代、新文科、新哲学》的报告，本文就是基于此报告整理而成的。笔者感谢办公室秘书助理李艳芬、胡小蕾、宋平、丁文文整理录入手稿，硕士生刘皓、范嗣祺、陈蕙竹，博士生沈甜雨整理改进插图和数学公式，博士生刘雅婷、李小双、王雨桐修订和完善，特别是大家为此牺牲了宝贵的假期时间。笔者有幸受邀参与中国科学院哲学研究所的创办工作，借机整理了自己过去三十多年的一些相关思索，成为本文基础。本文的部分内容已发表于参考文献[40]。

借此机会，特别感谢中国科学院哲学研究所郝刘祥、复旦大学哲学学院刘闯、中央美术学院隋建国、北京大学哲学系邢滔滔、清华大学哲学系王巍、中山大学哲学系翟振明、中国科学院大学人文学院张增一和孙小淳等教授就智能科学哲学的多次有益讨论和指教。刘闯、王巍、华中科技大学哲学学院张廷国、中央财经大学现代逻辑研究所张立英等教授对本文提出了许多宝贵建议，在此深表感谢。

参考文献：

- [1] WANG F Y, ZHANG J J, ZHENG X H, et al. Where does AlphaGo go: from Church-Turing thesis to AlphaGo thesis and beyond[J]. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 2016, 3(2): 113-120.
- [2] 王飞跃, 张俊. 智联网：概念、问题和平台[J]. 自动化学报, 2017, 43(12): 2061-2070.
WANG F Y, ZHANG J. Internet of minds: the concept, issues and platforms[J]. Acta Automatica Sinica, 2017, 43(12): 2061-2070.
- [3] 王飞跃, 张军, 张俊, 等. 工业智联网：基本概念、关键技术与核心应用[J]. 自动化学报, 2018, 44(9): 1606-1617.
WANG F Y, ZHANG J, ZHANG J, et al. Industrial Internet of minds: concept, technology and application[J]. Acta Automatica Sinica, 2018, 44(9): 1606-1617.
- [4] 王飞跃. 新IT与新轴心时代：未来的起源和目标[J]. 探索与争鸣, 2017(10): 23-27.
WANG F Y. New IT and new axial age: the origin and goal of the future[J]. Exploration and Free Views, 2017(10): 23-27.
- [5] 胡泳, 王俊秀. 后机器时代[M]. 北京：中信出版社, 2019.
HU Y, WANG J X. Post machine age[M]. Beijing: CITIC Press, 2019.
- [6] JASPERS K. The origin and goal of history[M]. New Haven: Yale University Press, 1953.
- [7] POPPER K. Three worlds, the tanner lecture on human values[R]. 1978.
- [8] 王飞跃. 智能科技与平行哲学：从莱布尼茨的Monad到区块链之DAO[R]. 2019.

- WANG F Y. Parallel philosophy and intelligent science: from Leibniz's Monad to blockchain's DAO[R]. 2019.
- [9] 王飞跃. 智能经济的“真”与“道”: 新商品、新空间、新边际[J]. 新经济导刊, 2019(2): 4-7.
- WANG F Y. The true and DAO in the intelligent economy: new products, new space and new margin[J]. New Economy Leader, 2019(2): 4-7.
- [10] 王飞跃. 区块链智能时代的“真”与“道”[J]. 区域经济评论, 2020(3): 6-9.
- WANG F Y. The true and DAO in the age of blockchain intelligence[J]. Regional Economic Review, 2020(3): 6-9.
- [11] 王飞跃. 如何培养人工智能人才: 从平行教学到智慧教育[J]. 科技导报, 2018, 36(11): 9-12.
- WANG F Y. How to cultivate artificial intelligence talents: from parallel teaching to smart education[J]. Science & Technology Review, 2018, 36(11): 9-12.
- [12] LI L, WANG X, WANG K F, et al. Parallel testing of vehicle intelligence via virtual-real interaction[J]. Science Robotics, 2019, 4(28): eaaw4106.
- [13] SHEN T Y, WANG F Y. Parallel vision for long-tail regularization: initial results from IVFC autonomous driving testing[R]. 2020.
- [14] LIGHTHILL J. Artificial intelligence: a general survey[C]//Proceedings of the Artificial Intelligence: a Paper Symposium. London: Science Research Council, 1973: 1-21.
- [15] 王飞跃. 认知鸿沟与 Lighthill 人工智能报告: 从人工智能 ABC 到平行智能 CBA[R]. 2018.
- WANG F Y. The cognitive gap and Lighthill artificial intelligence report: from artificial intelligence ABC to parallel intelligence CBA[R]. 2018.
- [16] 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[J]. 中国科学: 信息科学, 2013, 43(12): 1598-1611.
- WANG F Y. A framework for social signal processing and analysis: from social sensing networks to computational dialectical analytics[J]. Scientia Sinica (Informationis), 2013, 43(12): 1598-1611.
- [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] 王飞跃. 软件定义的系统与知识自动化: 从牛顿到默顿的平行升华[J]. 自动化学报, 2015, 41(1): 1-8.
- WANG F Y. Software-defined systems and knowledge automation: a parallel paradigm shift from Newton to Merton[J]. Acta Automatica Sinica, 2015, 41(1): 1-8.
- [19] 王飞跃. 指控 5.0: 平行时代的智能指挥与控制体系[J]. 指挥与控制学报, 2015, 1(1): 107-120.
- WANG F Y. CC 5.0: intelligent command and control systems in the parallel age[J]. Journal of Command and Control, 2015, 1(1): 107-120.
- [20] 王飞跃. 面向 Cyber-Physical-Social Systems 的指挥与控制: 关于平行军事体系的理论、方法及应用[C]//第一届指挥与控制网络安全大会论文集. 出版地不详: 出版者不详, 2015.
- WANG F Y. The command and control of cyber-physical-social systems: the theory, method and application of parallel military system[C]//Proceedings of the 1st Command and Control Conference on Network Security. [S.l.:s.n.], 2015.
- [21] 王飞跃. 关于复杂系统的建模、分析、控制和管理[J]. 复杂系统与复杂性科学, 2006, 3(2): 26-34.
- WANG F Y. On the modeling, analysis, control and management of complex systems[J]. Complex Systems and Complexity Science, 2006, 3(2): 26-34.
- [22] 王飞跃. 平行控制: 数据驱动的计算控制方法[J]. 自动化学报, 2013, 39(4): 293-302.
- WANG F Y. Parallel control: a method for data-driven and computational control[J]. Acta Automatica Sinica, 2013, 39(4): 293-302.
- [23] 王飞跃. 平行控制与数字孪生: 经典控制理论的回顾与重铸[J]. 智能科学与技术学报, 2020, 2(3): 293-300.
- WANG F Y. Parallel control and digital twins: control theory revisited and reshaped[J]. Chinese Journal of Intelligent Science and Technology, 2020, 2(3): 293-300.
- [24] WEI Q L, LI H Y, WANG F Y. Parallel control for continuous-time linear systems: a case study[J]. CAA Journal of Automatica Sinica, 2020, 7(4): 919-928.
- [25] LU J W, WEI Q L, WANG F Y. Parallel control for optimal tracking via adaptive dynamic programming[J]. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 2020, 7(6): 1662-1674.
- [26] 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[J]. 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[J]. Complex Systems and Complexity Science, 2004, 1(4): 25-35.
- [27] WANG F Y. Parallel economics: a new supply-demand philosophy via parallel organizations and parallel management[J]. IEEE Transactions on Computational Social Systems, 2020, 7(4): 840-848.
- [28] RUSSELL B. The history of western philosophy[M]. Beijing: The Commercial Press, 1997.
- [29] WHITEHEAD A N. Process and reality[M]. [S.l.:s.n.], 2010.
- [30] WANG F Y. A reflection of future in history: introduction to the alfred north whitehead laureate lecture[J]. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 2019, 6(3): 609.
- [31] QUINE W V O. Word and object[M]. [S.l.]: The MIT Press, 2013.
- [32] 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[J]. 模式识别与人工智能, 2020, 33(12): 1055-1065.
- WANG F Y. Parallel philosophy and intelligent science: from Leibniz's Monad to blockchain's DAO[J]. Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 2020, 33(12): 1055-1065.
- [33] 库恩, 王飞跃. 可公度性、可比较性、可交流性[J]. 世界哲学, 2004(3): 3-16.
- KUHN, WANG F Y. Commensurability, comparability, communicability[J]. World Philosophy, 2004(3): 3-16.
- [34] 卡尔·波普尔. 开放社会及其敌人[M]. 纽约: 劳特利奇出版社, 1945.
- POPPER K. The open society and its enemies[M]. New York: Routledge, 1945.
- [35] BONO E D. Parallel thinking: from Socratic thinking to de bono thinking[M]. [S.l.:s.n.], 1994.
- [36] BOOLOS G. To be is to be a value of a variable (or to be some values of some variables)[J]. The Journal of Philosophy, 1984, 81(8): 430.

- [37] FOERSTER H V. Cybernetics: circular causal, and feedback mechanisms in biological and social systems[J]. Am J Public Health Nations Health, 1952, 42(11): 1481.
- [38] WANG F Y, WANG Y F. Parallel ecology for intelligent and smart cyber-physical-social systems[J]. IEEE Transactions on Computational Social Systems, 2020, 7(6): 1318-1323.
- [39] 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.
- [40] 王飞跃. 平行哲学: 智能产业与智慧经济的本源及其目标[J]. 中国科学院院刊, 2021, 36(3): 308-318.

WANG F Y. Parallel philosophy: origin and goal of intelligent industries and smart economics[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 36(3): 308-318.

[作者简介]



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, 主要研究方向为智能系统和复杂系统的建模、分析与控制。