

# 群智智能制造

特邀编辑: 郭 斌<sup>1</sup> 张 莉<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 西北工业大学

<sup>2</sup> 北京航空航天大学

关键词: 群智智能制造

## 专题背景

面对新一轮工业革命, 全球主要国家都在加快战略部署的步伐。美国积极部署工业互联网, 提出“先进制造伙伴计划”, 并以其为主导组建了工业互联网联盟, 汇聚了来自全世界 38 个国家和地区的 270 家企业。德国率先提出“工业 4.0”计划, 重点部署制造业的升级与改造, 旨在利用物联信息系统将供应、制造、销售环节智慧化, 打造智能制造行业。另外, 日本也持续在制造业进行战略布局, 发布《制造业白皮书》, 鼓励制造业利用信息技术提高生产率、扩大新业务。作为传统工业大国, 我国也部署了一系列制造业发展战略。国务院于 2015 年发布《中国制造 2025》国家战略, 其中明确提出要以新一代信息技术与制造业深度融合为主线, 以推进智能制造为主攻方向。2017 年, 习近平总书记在党的十九大报告中提出“加快建设制造强国, 加快发展先进制造业, 推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合”。同年, 国务院发布《新一代人工智能发展规划》, 其目标为抢抓人工智能发展的重大战略机遇, 构筑我国人工智能发展的先发优势, 加快建设创新型国家和世界科技强国, 其中群体智能、自主智能系统等是新一代人工智能的重点发展方向。近期, 国家

《“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要》进一步提出了“要深入实施制造强国战略”的发展目标。

新一代智能制造技术的一个关键特征是人、机、物等要素的协同融合, 在人工智能发展背景下, 将制造业中的机器人、自动引导运输车 (Automated Guided Vehicle, AGV)、边缘设备、机械臂、机器人等作为智能体, 构建“人-机-物”群智能体协作增强的智能制造空间 (即“群智智能制造”), 这将成为智能制造的一个重点演进方向。

群智智能制造: 关注制造业中人 (智能手机、可穿戴设备)、机 (云、边缘设备)、物 (物联网终端)、环境、信息等多维因素之间的复杂关联关系, 探索群智能体之间的协同模式与制造效率、质量间的交互作用机理。

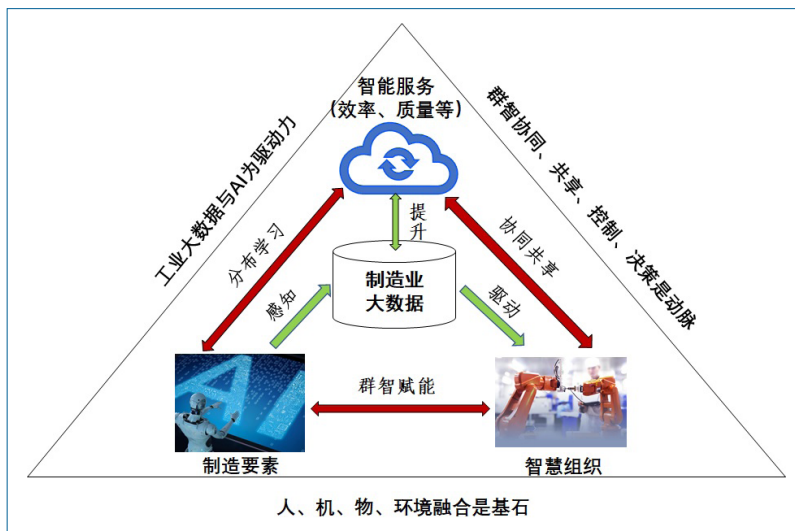


图1 群智智能制造智慧空间

通过人、机、物异构智能体的有机交互、协作、竞争与对抗,构建具有自组织、自学习、自适应、持续演化等能力的制造业智慧空间,实现智能体个体技能和群体认知能力的提升(如图1所示)。

融合群体智能的制造企业智慧空间的发展有望引发制造业的重要变革,而当前的研究仍存在较大空白。制造企业智慧空间尚未形成,缺少融合群体智慧的制造企业智慧空间的构建理论、分布学习方法、协同运行和持续演化机制。传统基于单点智能和集中智能的解决方案难以应对复杂产品制造中的各种问题,导致复杂制造企业普遍存在群体融合差、分布协作难、适应能力弱等挑战性问题,这也将成为未来智能制造的开放性研究课题。

本期专题围绕“群智智能制造”主题,结合国家重点研发计划“网络协同制造和智能工厂”重点专项的实施,邀请在该领域从事前沿研究的知名团队及学者们撰写了6篇文章,着重讨论人机物融合群智智能制造的最新发展,并对其未来进行展望。

北京航空航天大学任磊教授、张霖教授和李伯虎教授撰写的《工业互联网:新兴技术展望》一文首先阐述了工业互联网的发展背景和国家重大需求,进而探讨了工业互联网+5G、工业大数据、工业智能、云制造、数字孪生、区块链等关键技术和挑战的最新进展,最后对工业互联网的未来发展趋势进行了展望。

北京航空航天大学张莉教授团队撰写的《融合群体智能的协同制造技术》一文结合群体智能来分析协同制造的内涵,在介绍系统制造发展历程的基础上,探讨协同制造当前所面临的挑战和机遇,并提出了融合群体智能的制造企业协同运行模型和系统框架SICoModel(Swarm Intelligent Coordination Model)。

西北工业大学郭斌教授等人撰写的《群智涌现机理驱动的制造业智慧空间构建》一文针对人机物异构智能体间如何通过协作、互补、竞争、对抗等方式实现个体技能和群体智慧的提升这一核心科学问题,发掘群落生态学理论、生物集群形成演化机制、集体运动机制、自组织方式、群体决策模式等与人机物群智能体协作间的关联和映射关系,提出群智涌现机理驱动的制造业智慧空间构建理论模型,并结合实际案例

进行呈现。

清华大学王晨教授等人撰写的《智能制造中的群体智能》一文围绕智能体的基本特征,研究智能制造语境下工业要素的智能化抽象,进而从组织分布式、主体同构性、行为动态性、智能变化性等四个维度对比生物群体智能与智能制造体系的异同。最后探讨未来群体智能应用在不同工业场景下的典型模式与特点,并对可能出现的挑战进行了分析与展望。

东南大学吴巍炜教授团队撰写的《感知-协同融合计算:群智能体决策与控制》一文从协同机理-感知融合-决策控制层面介绍单体感知融合和群智能体中的智能协同技术,阐述了群智智能制造中的挑战,提出群智能体感知-协同融合计算的初步解决方案,并探讨其在智慧物流、智慧巡检等方面的应用。

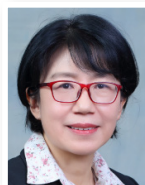
哈尔滨工业大学罗浩教授团队撰写的《群智智能制造分布式协作控制方法》一文首先分析了智能制造背景下企业的生产控制过程所呈现出的大规模分布、高动态性、高复杂性等特点,进而指出分布式控制已成为智能制造领域的重要科学研究问题,并提出了基于“即插即用”理念的群智能体分布式控制与决策方法。

综上所述,本期专题文章围绕“群智智能制造”主题,分别从宏观和微观维度阐述了“群智智能制造”所涉及的不同层面的科学问题、技术挑战、解决思路和相关机理。这6篇文章相辅相成,又各有特色,期望对从事相关领域的同行们在理论、技术和实践方面的工作上有所启发。 ■



**郭斌**

CCF 杰出会员, CCF 西安会员活动中心副主席。西北工业大学教授。主要研究方向为普适计算和人机物融合群智计算。  
guobin.keio@gmail.com



**张莉**

CCF 高级会员, CCF 教育专委会副主任。北京航空航天大学教授。主要研究方向为软件工程与群智协同制造。  
lily@buaa.edu.cn

(本期专题责任编辑:张兴军 李涛)