



新一代人工智能技术 引领中国智能制造加速发展

中国工程院院士、中国航天科工集团公司科技委顾问 李伯虎

如何推进中国的智能制造？我认为，在新一代人工智能技术的引领下，基于新互联网，借助新一代智能科学技术、新制造科学技术、新信息通信科学技术与制造业的深度融合，加快我国制造业模式、手段和生态系统的重大变革，将是发展中国制造业实现跨越发展的难得良机，是打造新国际竞争优势的必然选择。

新一代人工智能 内涵及发展

人工智能技术是研究开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术。

中国工程院《人工智能2.0咨询报告》把新一代人工智能定义为“基于新的信息环境、新技术和新的发展目标的人工智能”。其中，新的信息环境包括新互联网、移动设备、网络社区、传感器网络等；新技术涵盖大数据、高性能计算技术、新的模型与算法等；新的发展目标包括从宏观到微观的智能化新领域，智能城市、数字经济、智能制造、智能医疗等。

中国科学院潘云鹤院士认为，新一代人工智能的技术特征（趋势）表现为数据驱动下深度强化学习智能、基于网络的群体智能、人机和脑机交互的技术导向混合智能、跨媒体推理智能、自主智能无人系统等。

宏观地讲，人工智能的具体研究内容包括模拟、延伸和扩展人的学习能力（如机器学习）、语言能力（如自然语言处理）、感知能力（如图像识别）、推理能力（如自动推理）、记忆能力（如知识表示）、规划能力（如自动规划）和执行能力（如机器人）等。

目前，新一代人工智能技术还在不断向强人工智能、通用人工智能、超人工智能发展。

在新一代人工智能技术引领下 加快发展我国智能制造

在新一代人工智能技术引领下，智能制造有着新的内涵。从技术手段来看，它是基于新互联网，借助新一代智能科学技术、新制造科学技术、新信息通信科学技术及新制造应用领域专业技术等四类技术深度融合的数字化、网络化、云化、智能化技术新手段，从而构成以用户为中心的统一经营的智能制造资源、产品与能力的服务云（网），使用户通过智能终端及智能制造服务平台便能随时随地按需获取智能制造资源、产品与能力服务。从模式来看，它以用户为中心，人/机/物/环境/信息融合，是互联化（协同化）、服务化、个性化（定制化）、柔性化、社会化、智能化的智能制造新模式。从业态来看，它呈现出“泛在互联、数据驱动、共享服务、跨界融合、自主智慧、万众创新”的新业态。从特征来看，它可对制造全系统、全生命周期活动（产业链）中的人、机、物、环境、信息进行自主智能地感知、互联、协同、学习、分析、认知、决策、控制与执行。从实施内容来看，它能使制造全系统及全生命周期活动中的人、技术/设备、管理、数据、材料、资金（六要素）及人流、技术流、管理流、数据流、物流、资金流（六流）集成优化。从目标来看，它能够实现高效、优质、节省、绿色、柔性地制造产品和服务用户，提高企业（或集团）的市场竞争能力。

围绕上述新一代人工智能技术引领下的智能制造内涵，我们构建了新的智能制造系统的体系架构，主要包括新智能资源/能力/产品层、新智能感知/接入/通信层、新智能制造云服务平台层、新智能制造云服务应用层、新人/组织层以及各层的新标准和新安全管理；它的技术体系主要包括智能制造总体技术、智能产品专业技术、智能感知/接入层技术、智能制造云支撑平台技术、智能

产品设计技术、智能生产装备技术、智能经营管理技术、智能仿真与试验技术及智能服务技术；它的支撑技术体系主要包括新制造技术、新信息通信技术、新智能科学技术及新制造应用领域专业技术等。

当然，随着制造技术和信息通信技术及智能科学技术的发展融合，新一代人工智能技术引领下的智能制造系统的模式、手段与业态等也会随之不断迭代、优化，其核心应用在飞速发展过程中，也将形成推动经济社会发展的巨大引擎。

在新一代人工智能技术引领下 智能制造系统初步实践

基于对新一代人工智能技术引领下智能制造概念的深入理解，我们对智能制造系统雏形进行了初步探索：由航天云网公司打造的中国云制造服务平台——航天云网平台，通过融合部分新一代人工智能技术（特别是基于大数据的人工智能技术）与部分新制造科学技术、新信息通信科学技术及新制造应用领域专业技术，构成了对新一代人工智能技术引领下的智能制造系统的初步实践。目前，该平台可基于门户网站面向用户提供智能云制造底层软件开发与服务，工业大数据应用技术开发与服务 and 云端资源共享等20个业务模块的产品服务体系。企业应用航天云网平台由浅入深可分为登云、数字化转型和智慧化提升三个阶段。

该平台基于智慧云制造理念，在新一代人工智能技术引领下，以提高制造企业市场竞争力为目标，以两化融合为主线，基于中国制造业信息化工作，充分体现了四大中国特色。一是突出问题（大国向强国迈进）导向的需求牵引智能制造系统建设，进而推动产品制造全生命周期活动中的资源、产品与能力服务化及制造系统中六要素与六流的集成与优化的螺旋上升的循环发展途径，进而加快中国制造业推进五个转型升级；二是突

出建立智能制造新模式、新手段、新生态为核心的系统，实现“众智、众包、众扶、众筹”的“万众创新，大众创业”；三是突出工业2.0/3.0/4.0同步发展，即处于数字化、网络化、智能化不同阶段的制造企业皆能在“云”中，实现“信息互通、资源共享、能力协同、开放合作、互利共赢、万众创新”；四是突出发挥“政、产、学、研、金、用”的团队力量，实现高效、优质、节省、绿色、柔性地制造产品和服务用户，提高企业的市场竞争能力。

在智慧云制造战略牵引下，航天云网先后建设了专有云、公有云、国际云等“三朵云”，在解决航空航天复杂大制造系统问题基础上，向社会企业、全球企业提供服务，取得了良好的应用效果，在研发设计、生产制造等多个领域实现了大规模应用，形成了在新一代人工智能技术引领下的智慧云制造系统应用新模式。

在新一代人工智能技术引领下 推动智能制造协同发展

在新一代人工智能技术引领下推动智能制造发展，需要注重以企业为中心的“政、产、学、研、金、用”结合的技术创新体系建设及各类人才培养，同时也需要实现“技术、产业、应用”的协调发展。

在技术方面，要在六个方面引起重视。一是要重视新一代人工智能技术引领下，将新制造科学技术、新信息科学技术、新智能科学技术及制造应用领域技术深度融合系统的发展；二是要重视加强智能制造云平台环境中的设计、生产、管理、试验、保障服务等智能制造的新模式、新流程、新手段（硬/软）、新业态的研究；三是要重视数据库、算法库、模型库（包括一次模型、二次模型等）、大数据平台、计算能力等基础能力研究与建设；四是要重视符合“分享经济”的商业模式技术研究；五是要重视安全技术（制造系统安全及商业安全技术）及相关标准和评估指

标体系技术研究；六是要重视智能化感知、接入、互联层的技术研究。

在产业方面，要做好四个加强。一是加强新一代人工智能技术引领下，智能制造工具集（硬件/软件）和平台的产业；二是加强面向新一代人工智能技术的智能产品及智能互联产品的产业；三是加强新一代人工智能技术引领下智能制造系统（行业、企业、车间制造云及制造产业链上各阶段智能制造服务系统）的构建与运行产业；四是加强新一代人工智能技术引领下的智能制造云运营中心的运营服务产业。

在应用方面，要有四个突出。一是要突出行业、企业特点；二是突出以问题为导向的制造模式、手段和业态的变革；三是突出系统的六要素、六流的综合集成化、优化和智慧化；四是突出系统工程实施原则，即“一把手挂帅”，“创新驱动，总体规划，突出重点，分步实施”的指导思想，制定好发展规划与阶段性实施方案等。

综上所述，提出三点认识：第一，新一代人工智能技术引领下的智能制造是“新互联网+云计算+大数据+人工智能+”时代的一种智能制造系统；是加快实施中国智能制造战略规划的一种智能制造模式、手段和业态。

第二，新一代人工智能技术引领下的智能制造还是正在发展中的制造新模式、手段和业态，它的发展需要“技术、应用、产业”的协调发展。它的发展路线应是持续坚持和发展“创新驱动”及“信息化和工业化深度融合”。其中，特别要重视将新一代人工智能技术与新制造技术、新信息通信技术和应用领域新技术深度融合来加快推进智能制造的发展。

第三，新一代人工智能技术引领下的智能制造的发展与实施还需要全国、全球的合作与交流，要重点推进的促进中德企业开展智能制造及生产过程网络化合作工作，同时又要充分重视各国的特色和各行业、各企业的特点。



信息化和工业化 深度融合发展的创新实践

中控科技集团有限公司创始人 褚健

制造业强则国家强，制造业对促进国家经济繁荣的巨大作用无可替代。建设制造强国，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，实现制造业由大变强的历史跨越。

通过自动化、数字化、网络化 智能化解解决制造企业痛点

目前，我国工业企业的自动化、数字化、智能化发展水平参差不齐。有些企业已经完成了自动化改造，正在向数字化、信息化、智能化方向转型升级，也有很多企业才刚刚开始进入自动化改造或部分改造阶段。

在我们看来，制造企业的数字化转型与智能化升级一定要以安全生产、绿色环保、节能降耗、质量提升及降本增效这五大核心制造业需求为目标来展开，这是从长远发展以及经济角度必须去考虑的几个问题，也是转型过程中制造业用户所真正关心的痛点，是企业发展永远的主题。解决这些痛点和问题，要牢牢抓住两化融合这条主线，通过自动化、数字化、网络化、智能化的过程逐步解决。工业互联网、人工智能、大数据等新一代信息技术在制造业的应用，本质上也是解决以上问题的一些新手段和途径。

过去25年来，中控等优秀的国内工业自动化和智能制造团队一直在通过自动化

装备和智能制造解决方案，帮助传统制造企业解决安全、环保、节能、质量、效益等问题。

以煤化工行业为例，中控利用信息化提升传统产业，打造先进的智能工厂，通过优化煤制油、煤制烯烃等工艺，助力神华宁煤加速煤制油示范项目建设。项目团队从两化融合贯标的理念出发，将业务咨询与信息化系统实施相结合，站在客户的角度思考，提供“带业务内容的服务”，比如指标设计、企业管理模型等。

又比如，根据煤化工行业利润率和油价波动息息相关的特点，为神华宁煤建立了生产效率模型，打通了工厂的物料、生产运营等数据流，通过综合分析计算，提升企业效益。本质上，就是通过把业务和信息化系统绑定在一起，集成起来，形成有行业Know-how的最佳实践与集成，在顶层设计上避免了分期上信息化系统的“信息孤岛”问题。

具体来讲，中控助力神华宁煤建成的百万吨级烯烃智能工厂，可概括为1条总线（ESB数据服务总线）、3个平台（智能控制平台、智能运营平台、智能决策平台）和10大应用子系统，实现过程自动化智能控制平台、生产操作智能优化平台和生产执行

智能服务平台的三层智慧平台，支撑生产、设备、质量、物流、HSE等业务的覆盖与协同，实现计划—调度—操作—分析—优化的闭环管理。智能工厂的建设已取得初步成果，装置单位双烯能耗相对于国家标准先进值提升11%，裂解装置双烯收率设计值高出5.66%。

2016年12月28日，习近平总书记视察神华宁煤时，对煤制油示范项目建成投产作出重要指示：这一重大项目建成投产，对我国增强能源自主保障能力、推动煤炭清洁高效利用、促进民族地区发展具有重大意义，是对能源安全高效、清洁低碳发展方式的有益探索，是实施创新驱动发展战略的重要成果。

再以石化行业为例，近期中控与九江石化一起，利用信息化技术实现石油炼化计划优化、调度优化、RTO（实时优化）和APC（先进控制）一体化联动，整体优化形成闭环，全面达到以数据驱动的模式，实现控制层优化的设计目标，大幅提升运营效率，从而全面提升经济效益。通过对分子炼油技术的研究与应用，从分子水平来认识石油加工过程、准确预测产品性质，优化工艺和加工流程，实现从原油调合、一次加工、二次加工到产品调合的

全过程分子水平优化，可以让石化企业每年的炼化收益提升3%~5%。

这些创新应用与突破，为我国制造企业的智能化转型与升级提供了可参考的样本与经验。但也应该看到，目前我国整个工业发展的现状还没有达到制造业强国的水平。

发展自动化装备和信息技术 形成自主核心技术体系

推动制造业发展，我认为可从以下两点考虑：

一是发展自主可控的自动化装备和信息技术，提升制造业核心竞争力，实现可持续发展。制造业的产业升级，不仅需要新装备、新工艺和新型催化剂，也迫切需要先进制造技术、信息技术和管理技术。工厂采用先进的工艺流程和设备，流程连续性强，工序间衔接更加紧密，需要更多自主可控的自动化装备、工业基础软件和信息化软件，包括DCS、SIS、PLC、APC、RTO、MES等技术，覆盖工厂从仪表、检测、控制、操作、运营、决策流程个层面的自动化、数字化、智能化建设，

通过工艺建模、过程仿真、风险识别、应急指挥、决策辅助等技术与系统，实现从原料到产品、从计划调度到操作控制的多维度、多层次预测，预防事故、优化作业，提高生产组织的预测性。制造企业特别需要这些控制、信息、管理领域的技术在企业中应用并发挥作用，促进两化融合纵深发展。这些领域的核心技术，我们等不来，也买不来，必须通过自主创新进行突破，否则我国的智能制造就会被别人“卡脖子”，也就不可能有真正的中国智能制造。

二是通过示范项目形成自主核心技术体系，培育产业化空间。我国工业企业门类众多，市场需求空间巨大。通过技术攻关、创新实践，建设示范工厂，将会形成一系列自主知识产权的成果，包括专利、知识库、系统平台、最佳实践等，形成技术探索、产品研发与应用推广的有机结合，建立技术研究、产品研发与企业应用相互支撑、相互促进、共同发展的良性互动机制，培育和开创数字化、网络化、智能化技术发展的新空间，这对于我国实现多产业间的协同发展、提高全社会资源的优化配置与高效使用、形成具有中国特色及中国力量的产业生态尤为重要。