

# 加快制定适合我国国情的智能制造技术战略

延建林, 董景辰, 古依莎娜, 杨晓迎

(中国工程院战略咨询中心, 北京 100088)

**摘要:** 当前, 新一轮科技革命和产业变革不断加速, 全球制造业进入新的发展阶段。美国、德国、日本等发达国家都制定了本国智能制造技术发展战略。中国智能制造正处于加速发展的关键期, 发展不平衡不充分的矛盾非常突出, 必须要按照前瞻性、阶段性、实用性、开放性相结合的原则, 抓紧制定适合我国国情的智能制造技术发展战略, 以指导和推动我国制造业科学地实现智能升级。

**关键词:** 中国国情; 智能制造; 技术战略

**中图分类号:** F424      **文献标识码:** A

## Accelerate Formulating the Technology Strategy of Intelligent Manufacturing Suited to the National Conditions

Yan Jianlin, Dong Jingchen, Gu Yishana, Yang Xiaoying

(The CAE Center for Strategic Studies, Beijing 100088, China)

**Abstract:** At present, a new round of scientific and technological revolution as well as industrial transformation is accelerating, and global manufacturing has entered a new stage of development. Developed countries such as the United States, Germany, and Japan have formulated their own development strategies for intelligent manufacturing technology. Intelligent manufacturing in China is in a critical period of accelerated development. However, the problem of insufficient and imbalanced development is very prominent. In this context, a development strategy for the intelligent manufacturing technology suitable for China's national conditions must be developed according to the principle of combining perspectiveness, stages, practicability and openness, thus to guide and promote the scientific intelligent upgrading of manufacturing in China.

**Keywords:** China's national conditions; intelligent manufacturing; technological strategy

《中国制造 2025》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, 实现制造业由大变强的历史跨越。当前和今后一个时期, 是我国制造业实现智能化

转型升级的关键时期, 必须要加快制定和实施适合国情的智能制造技术战略, 为推动制造业加速向数字化网络化智能化发展, 提供科学指导和前瞻引领。

收稿日期: 2018-07-15; 修回日期: 2018-07-31

通讯作者: 古依莎娜, 中国工程院战略咨询中心, 高级工程师, 主要研究方向为制造业发展战略研究; E-mail: gysn@cae.cn

资助项目: 中国工程院咨询项目“新一代人工智能引领下的智能制造研究”(2017-ZD-08-03)

本刊网址: www.enginsci.cn

## 一、智能制造是新一轮全球制造业竞争的战略制高点

21世纪以来，随着互联网、大数据、云计算、物联网、人工智能等技术的群体性突破并加速向制造业领域渗透融合，全球智能制造进入了全新的发展阶段[1]。主要体现在：第一，制造业发展的外部信息环境发生深刻巨变，信息的生成、存储、获取、传递以及利用呈现出前所未有的效率；第二，先进信息技术与先进制造技术的集成创新呈现加速发展趋势；第三，新一代人工智能的突破和广泛应用，为实现机器的自动学习以及制造知识生产自动化提供了广阔前景；第四，制造业产业生态进入不断解构和加速重构的新阶段，制造业发展理念、制造模式加速变革，制造技术体系、生产模式、生产要素及价值链都在不断重塑。智能制造正在引领和推动全球新一轮工业革命与产业变革[2]。

与此同时，特别是国际金融危机以来，全球制造业整体格局进入了深度调整阶段。主要制造强国基于振兴本国实体经济的需要，加快制定和推进本国制造业数字化网络化智能化技术战略。2012年，美国工业界最早提出“工业互联网”，强调通过软件控制应用和软件定义机器的紧密联动，促进机器间、机器与控制平台间、企业上下游间的实时连接和智能交互，最终形成以信息数据链为驱动、以模型和高级分析为核心、以开放和智能为特征的工业系统[3]。2013年，德国科技界与工业界联合推出“工业4.0”，强调以虚拟实体融合系统（CPS）为核心，重视嵌入式的机器及装备智能，实现高度自动化、数字化和网络化的智能制造模式，以适应个性化大规模定制、缩短新产品投放市场的时间等新的市场需求[4]。2016年，日本产业界提出“工业价值链计划”，强调基于智能制造单元的架构和企业间的互联互通，通过顶层让不同的企业通过宽松标准接口，在一种“松耦合”的情况下相互连接，实现工业价值链的互联互通，进而提高制造生产效率和整体竞争力[5]。

纵观美国、德国和日本提出的智能制造技术战略，可以看到，美国智能制造技术战略，突出了美国强大的信息技术支撑和创新服务能力，重视利用“软”的先进信息技术整合和提升“硬”的制造过程的效能和效率。德国智能制造技术战略，突出德

国在机电一体化制造中积累的优势，强调在“硬”的制造过程中集成和嵌入“软”的先进信息技术，实现制造、计算、通信、控制的有机整合。日本智能制造技术战略反映了日本制造精益求精和贴近制造实际的特点，强调从基础制造单元做起，自下而上的流程优化与信息整合。世界制造强国第一、第二梯队主要国家的工业界在推动智能制造发展过程中，特别强调凸显本国技术优势与制造业发展特点，力争通过制造的数字化网络化智能化发展，一方面提升本国制造业的竞争力；另一方面抢占全球制造业智能转型升级带来的巨大市场空间，积极谋求新一轮制造业竞争的战略制高点。

## 二、中国迫切需要制定适合国情的智能制造技术战略

中华人民共和国成立近70年特别是经过改革开放40年的快速发展，中国已经成为具有全球影响力的制造大国，中国制造业也站在了从大到强发展的新的历史方位。2015年发布的《中国制造2025》明确了建设制造强国的战略目标和“三步走”的总体方略，确定将智能制造作为中国制造转型升级的主攻方向。近年来，在政策拉动和市场驱动的共同作用下，中国智能制造发展取得了积极成效，一大批基于智能制造的新应用、新业态和新模式，正在驱动新型产业的快速成长，为经济增长和持续发展注入强有力的新动能。但是，我们也必须要清醒的认识到，中国智能制造发展整体仍然处在起跑加速阶段，发展的不平衡和不充分问题仍然非常突出[6]。

当前，我国智能制造发展面临的基本国情主要体现在几个方面：首先，各地各行业智能制造诉求差异巨大。中国拥有当今世界上最完整的工业体系，拥有41个工业大类、201个中类、581个小类，是唯一拥有联合国产业分类中全部工业门类的国家。正因为工业门类齐全，不同行业、不同领域的市场环境、技术发展水平都不相同，因此各行业对智能制造的诉求也各不相同。其次，各地各行业智能制造发展基础和水平层次不齐。大企业智能制造发展程度较高，大部分中小企业则尚未实现数字化；部分行业如汽车智能制造发展程度达到国际先进水平，大部分行业如橡胶和塑料制品行业智能制造尚

处在起步阶段；目前，全国仅 16% 的企业进入智能制造应用阶段，52% 的企业智能制造收入贡献率低于 10%，60% 的企业智能制造利润贡献低于 10%，而 90% 的中小企业受成本约束智能制造实现程度保持在较低水平 [7]。最后，我国现代制造业发展的时间还不足百年，与发达国家相比，在工业知识的积累和基础技术研究方面还有较大差距，表现为许多关键零部件、高端装备还高度依赖进口，很多关键基础技术尚未掌握，产品质量、劳动生产率、能效等重要经济指标还落后于发达国家。中国制造业的智能转型既要迎接新工业革命的挑战，又要承担“短板”进行“补课”的历史任务。

当前，我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段，制造强国建设进入了全面部署、加快实施、深入推进的新阶段，企业对于新一轮工业革命热情高涨，对于实现智能转型升级愿望迫切。我国虽然确立了智能制造的主攻方向，但是无论在技术层面，还是战略层面，都还没有做好充分准备，尤其是我国工业界尚未形成清晰的智能制造发展战略，特别是发展的技术路线。广大企业在智能制造的理性认识、发展方向、工作重点、路径选择、实施策略等方面还存在许多困惑和误区。要推动我国智能制造持续健康快速发展，必须结合世界技术发展趋势，提出适合中国国情的智能制造发展战略，特别是发展的技术路线，明确智能制造发展的战略目标、方针和路径，加快推进中国制造智能转型，进而实现我国由制造大国向制造强国的转变。

### 三、制定中国智能制造技术战略的基本原则与行动建议

今后 30 年，是全球智能制造发展的关键时期，中国制造业完全可以抓住这一千载难逢的历史机遇，实现战略性的重点突破、重点跨越，实现与西方发达国家并行甚至超越，实现中国制造业的换道超车、跨越发展。当务之急便是制定适合国情的智能制造技术战略，主要应遵循以下几个基本原则。

一是“前瞻性”，指要紧跟当前技术发展趋势。技术创新是智能制造发展的基础。新一轮科技革命和产业变革是我国推进智能制造最大的战略机遇。

要瞄准工程科技创新发展最前沿，尤其是要盯紧新一代人工智能技术与制造技术的深度融合，加快布局、主动出击，探索、研究、技术攻关和试点示范，迅速掌握核心技术，把发展智能制造的技术主动权掌握在自己手里。

二是“阶段性”，指要结合中国各地区各行业智能制造的实际发展水平。中国制造企业发展水平参差不齐，实现智能转型不能搞“一刀切”“齐步走”。国家要做好智能制造的顶层设计、总体规划，明确各阶段的战略目标和重点任务。有条件的经济发达地区、重点产业、重点企业，要加快重点突破，先行先试，发挥好引领、表率作用。分步实施，重点突破的范围逐步扩大，从企业（点），到城市（线），再到区域（面），梯次展开。在此基础上，在全国范围内根据不同情况，全面推进，达到普及。

三是“实用性”，指企业在具体实施智能制造中要脚踏实地、步步为营。政府通过试点示范企业为广大企业提供可借鉴的样板，指导企业如何开展数字化转型，并使企业看到数字化制造将为企业带来的实实在在的效益，激发它们实施转型的内生动力。企业要从市场需求和企业内生动力出发，要以追求经济效益的最大化为目标，在不同的发展阶段提出适当的发展目标，不盲目追求高水平、高自动化、高智能化，不追求无人化。可以按照“单元—产线—车间—工厂”的技术路径，由点到面逐步打好数字化制造的基础。这样渐次展开的发展方式有助于我国智能制造的健康发展。各个企业特别是广大中小微企业，要结合企业发展实情，实事求是地探索适合自己转型升级的技术路径。

四是“开放性”，指要以开放的心态进一步加强智能制造国际合作。智能制造是全球各国制造业发展面临的普遍趋势和共同挑战。作为工业化后发国家，中国推进实施智能制造，必须要坚持走对外开放之路，坚持走开放融通、互利共赢之路。善于学习和借鉴工业化发达国家智能制造先进经验，加强与世界各国制造业的对接合作，加强智能制造技术标准的国际合作，共同应对智能制造发展带来的信息安全、知识产权等挑战，共同探索分享智能制造知识信息资源，积极创造全球智能制造发展的新框架以及各国合作共赢的新空间，积极构建全球智能制造共同体，让智能制造惠及中国制造，造福全球制造。

## 四、结语

新一轮科技革命和产业变革与中国制造业从高速增长转向高质量发展形成了历史性交汇，这是中国制造实现从中低端迈向中高端的战略机遇，也是广大制造企业实现转型升级、创新发展的战略机遇。中国制造业必须要抓住和利用好这一难得的机遇，积极行动起来，抓紧制定和谋划好智能制造发展的技术路线，从国家层面明确我国制造业总体智能制造发展的技术方向和实现路径，从行业层面明确各行业实施智能制造的技术方向和实现路径，从企业层面明确企业智能制造落地实施的总体谋划和实现路径，确保中国智能制造推进行稳致远、科学发展，最终走出一条适合中国国情的制造业智能升级的发展道路。

### 参考文献

- [1] 周济. 智能制造——“中国制造 2025”的主攻方向[J]. 中国机械工程, 2015, 26(17): 2273-2284.  
Zhou J. Intelligent manufacturing—The main direction of “China manufacturing 2025” [J]. China Mechanical Engineering, 2015, 26(17): 2273-2284.
- [2] Zhou J, Li P, Zhou Y, et al. Toward new-generation intelligent manufacturing [J]. Engineering, 2018, 4(1): 11-20.
- [3] 延建林, 孔德婧. 解析“工业互联网”与“工业4.0”及其对中国制造业发展的启示 [J]. 中国工程科学, 2015, 17(7): 141-144.  
Yan J L, Kong D J. Study on “Industrial Internet” and “Industrie 4.0” and its implications for the development of China manufacturing industry [J]. Strategic Study of CAE, 2015, 17(7): 141-144.
- [4] 欧阳劲松, 刘丹, 汪烁, 等. 德国工业4.0参考架构模型与我国智能制造技术体系的思考 [J]. 自动化博览, 2016 (3): 62-65.  
Ouyang J S, Liu D, Wang S, et al. Reflections on the reference architecture model of German Industry 4.0 and technology system of intelligent manufacturing in China [J]. Automation Panorama, 2016 (3): 62-65.
- [5] 梅格. 智能制造统一参考架构模型探索 [J]. 信息技术与标准化, 2017 (8): 20-24.  
Mei K. Exploration on unified reference architecture model of intelligent manufacturing [J]. Information Technology & Standardization, 2017 (8): 20-24.
- [6] 中国工程院战略咨询中心, 中国信息通信研究院, 机械工业信息研究院, 等. 智能制造发展对策研究 [R]. 北京: 中国工程院战略咨询中心, 中国信息通信研究院, 机械工业信息研究院, 2017. The CAE Center for Strategic Studies, CAICT, Information Research Institute for Machinery Industry. Research on the development strategy of intelligent manufacturing [R]. Beijing: The CAE Center for Strategic Studies, CAICT, Information Research Institute for Machinery Industry, 2017.
- [7] 中投顾问股份有限公司. 2016—2020年中国智能制造行业深度调研及投资前景预测报告 [R]. 深圳: 中投顾问股份有限公司, 2016.  
CI Consulting Co., Ltd. Annual research and consultation report of panorama survey and development strategy on China industry (2016—2020) [R]. Shenzhen: CI Consulting Co., Ltd., 2016.