

# 新工业革命背景下的智能制造发展研究

李 晟

(东方国信, 河南 郑州 450066)

**摘 要** 近年来, 新一代信息技术与制造业的深度融合, 促进制造模式、生产组织方式和产业形态的深刻变革, 智能制造成为引领第三次工业革命浪潮的核心。从外部动力看, 智能制造的发展是产业分工深化发展的必然结果。我国在过去几年里大力发展工业网络, 智能制造装备产业规模也迅速发展起来, 产业发展的基础更为扎实, 这无疑提高了我国的智能化制造能力。本文对新工业变革和新一代智能制造之间的联系进行了研究, 并对其发展方向进行了展望; 着重探讨了智能技术在长尾生产中的作用; 从“计算机+”走向制造业“互联网+”“智能+”是未来发展的必然潮流。

**关键词** 智能制造; 新工业革命; 工业互联网

中图分类号: F420

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)02-0019-03

## 1 概述

如今, 信息通信技术、新能源、新材料、生物技术等重要领域和前沿方向不断出现革命性突破和交叉融合, 人工智能、数字制造、3D 打印等技术不断成熟, 加之 2008 年全球金融危机后以美国为首的主要发达国家推出“重返制造业”的战略政策, 正引发全球工业发展模式发生巨大变革。一种普遍的观点认为, “第三次工业革命”已经到来。然而当前各国对智能生产的界定存在一定的分歧。因每个国家发展条件不同, 所以还是要创造适合自身的技术体系。中国工业和信息化部对“智能化”概念的界定为: 智能化生产是以新一代信息通讯技术和先进制造技术为基础, 贯穿于设计、生产和管理之中; 它是具有自感知、自学习和自主决策能力的生产过程。这一概念体现了中国对智能化生产的认识。

“智能制造”是日本工业界于一九八九年推出的第一个智慧生产体系; 美国于一九九二年推行新技术方针, 目的在于推动传统工业的更新与发展, 包括信息技术、新制造工艺、智能制造技术等。智能制造表现出制造业和服务业相融合的趋势, 这使得传统的产业结构理论需要加以创新。

就制造业的发展历程看, 智能制造代表目前制造业发展的最高阶段。它是建立在以信息化和自动化为代表的工业 3.0 成熟发展的基础之上的。从现有的资料来看, 美日是世界上最早开始智能制造进程的国家。美国学者杰里米·里夫金在其《第三次工业革命》一书中提出, “第三次工业革命”是由互联网技术与可

再生能源革命相结合所产生的“能源互联网”为标志的工业革命。

德国 2013 举办汉诺威工业展览会, 并提出“工业 4.0”将提升德国的工业竞争能力。根据德国的工业 4.0 理论, 其战略的重点是以“物联网”与“业务联网”为基础, 把产品、机器和资源整合起来; 将人有机地结合起来, 建立一个面向对象的信息-物理融合系统(CPS), 实现产品生命周期和整个制造过程的数字化, 并在 ICT 技术的基础上实现端对端的一体化, 从而形成一种高度灵活、可重构、个性化、数字化、网络化的产品和服务的生产模式。

从世界范围来看, 目前无论是理论构架还是现实技术条件都还处于较初级阶段, 要真正进入工业 4.0 时代还需要较长的时间。即使在工业自动化发达的德国, 要建立真正的全生命周期智能化制造系统, 并投入大规模应用也还有很长的路要走。根据工信部关于“智能化”的概念, 可以看到, “智能化”是“4.0”的关键所在。智能化生产和常规生产有着显著的不同, 这种差异在四个层面上表现出来。一是生产设计更加注重顾客的需要, 技术上实现了与现实的融合, 实现了对需求和设计的实时互动, 缩短了产品的开发时间; 二是柔性化、智能化、生产管理模式的个人化、检验流程的在线化、实时化、人机互动和多种生产形式的形成; 三是生产经营越来越依靠资讯系统, 比如越来越多地利用电脑资讯技术、更多的人机互动、控制, 涉及上下游乃至全链条。四是智能化的产品可以覆盖所有的生产过程, 使其从生产到销售全闭环, 从而使

其更好地适应市场,更好地满足顾客的个性化要求。

## 2 新工业背景下的工业互联网分析

工业网络的首要目的是要使企业运作更加智能化,并产生工业效益,其实质为利用工业互联网的智能化生产设备,环境检测设备,生产线;工厂,物流平台,产品供应商;生产操作员、消费者等各环节要素资源的联系和整合,突破沟通的障碍,有效地共享和协调各种制造资源、服务资源和人力资源,从而促进制造业和服务业的大整合,并在生产制造链的全流程中实现资源的有效分享。<sup>[1]</sup>

与目前的因特网不同,它强调的是物理设备、感测设备等多个方面的全面联系(互联),数据高速传输,多类型集成,分析和建模,其实质是工业互联网。美国的工业互联网联合会在2017年将其替换为“行业物联网基准体系结构”。

在制造业方面,“生产+物联网”被称为以“互联网+”为基础的生产(IoT)。

通用电器的“工业网络”概念与德国“工业4.0”的概念如出一辙,并被誉为“工业4.0”的美国版本。不管是2012年由通用电器推出的“工业网络”,或是在2013年由德国发起的“工业4.0”,或是在2015年推出“中国制造2025”,都旨在实现流程、设备等数字化、信息化的关键在于实现实体与资讯的虚拟与现实的结合,向智能化的生产方向发展,从而使生产力最大化,最大限度地迎合使用者的个性化需要,并为企业带来更多的利益。

在亚洲,AKARI是由日本信息与通讯研究所(NICT)于2006年发起的一项关于未来因特网的调查,旨在2015年以前建立一套崭新的网络系统结构,以应付目前网络所面临的问题以及将来网络的发展需求。<sup>[2]</sup>

互联网已经发展到了一个将信息采集、传输、存储和计算的时代,它的“四网”即Internet、IbIP、IoCK、业务联网(IoS)和物联网(IoT)已经是支撑未来网络的四大主要技术。因特网的发展历程,既说明了信息化的时代潮流,又为制造业的数字化、信息化及智能化提供了一个新的思路。

物联网是一个由计算设备、智能感测设备和全球定位系统组成的系统,其拥有统一的、独特的标识代码,能够在互联网上传送信息,并能够知晓物体与人之间的互联,并能够智能地感知、辨别和控制物体和程序。物联网利用无线技术和无线频率识别技术,可以让计算机在不受人为因素影响的情况下观察、识别和认知这个世界,而不会受到人为因素的影响,它的体系结

构一般包括感知层、网络层、平台工具层和应用层。SRI Consulting Business Intelligence的技术被全球各国的政府和科研单位所采用,这四大大部分包括供应链辅助、垂直市场应用、遍及全球的寻址服务,最终实现了“The Physical Web”(意思是将所有的物联网装置都标记成URL)。

利用互联网所获得的大量信息,我们需要云计算技术、大数据处理和储存技术,使之成为有用的信息、知识或智慧。在我们使用WeChat,QQ,Email;MSN、Blog、Tag、SNS和维基等社交通讯工具和因特网把服务的资源扩展到社交领域时,我们可以通过群体智力(CI)来进行知识交流、知识协同创新、知识储备沉淀;一个人的决定,一般都比不上多个人的决定,一个人的智慧,就是一个人的力量,多个人的观点被集合起来,并转换为决策的一种过程是通过多主体的合作与竞争涌现出来的一种集体共识一致的决策模式。Web3.0使使用者和因特网的互动变得更为灵活,它的使用者不但可以在网上获得信息,而且还可以作为信息的发布者和传播者,根据网络的规则,可以在网上随意地发表自己的内容、信息、知识等;通过这种特点,群体智力可以迅速且有效地促进社会的内容和知识共享。在网络的快速发展和广泛的应用下,基于社群的论坛、朋友圈、创新兴趣小组等在群体智力进化的进程中发挥了越来越大的作用。“众扶、众筹、众创”的“共享服务、跨界融合”,着重发挥“政、产、学、科、研、金”,用六方合一的整体合力实现优质、高效、快速的响应;节能环保,智能制造,为客户提供优质的服务,增强企业在市场上的竞争力。<sup>[3]</sup>

物联网可以利用业务网络和“生产即服务”的概念,将分散的生产资源转化为虚拟的服务,并将不同的服务资源整合在一起,形成一个“服务”的集合,以满足客户的需求、及时的服务和更佳的使用体验。SOA的概念已经被普遍认可并被植入产品的整个生产过程中,包括原材料供应、生产和销售、服务等。由此,服务的内涵也被扩展,不仅限于产品自身的售后服务,还涵盖了各类生产相关的资源、能源和知识;在这种情况下,制造网格和云制造就是一种新的服务方式。单个服务通常只能处理一个特定的服务,而不可能同时处理多个复杂的服务,这就要求把一个复杂的服务分成不同的单元,而不能被分割开来,通过服务组合、择优、遗传等高效的优化方法来优化服务组合。SOA的服务性系统“是一种松耦合的架构,可以让各个单独的服务或子系统在没有大的改变或者完全改变现有

的体系架构的情况下,实现对服务节点的增、删、查;由于服务系统和服务平台的稳定性的提高,随着将来的网络架构不断健全,网络与 AI 的广泛普及,可以实现大规模的群体化发展与应用,不仅能够做到“制造即服务”,而且还能实现“数据即服务”“软件即服务”“基础设施即服务”“平台即服务”“安全即服务”“管理即服务”等,并逐步迈向“一切服务”的智能服务社会。<sup>[4]</sup>

### 3 新工业革命与新一代智能制造

先进的数控机床、自动化机器人技术和功能完备的工业控制体系正在促使制造业朝着大规模的、灵活的生产转型。比如物联网、AI2.0,3D 打印、电动汽车等。随着云计算、大数据、CPS 等新技术的兴起,实现了智能化供应。

在过去的几百年里,工业模式经历了几次大的变革,从 1.0 到 4.0,都会随着市场的需求而改变,但整体上,它的规模越来越大。从 1.0 的一维到 2.0 的工业 2.0 (Volume+ Variety),到 3.0 的工业 4.0 (Volume+ Variety+ DeliveryTime+ DeliveryTime),最终演变成了四维的工业 4.0 (Volume+ Variety+ DeliveryTime+ CustomerDemand)。

与之相比,工业 4.0 有了新的技术特点。一是它不限于“人在环内”,它可以操纵制造实体体系,而转向“人在环上”,或者“人在环外”。以泛在感知为基础,物联网、云计算为基础;5G 通信技术包括高可靠性、低延时等,通过推理人类的意图、心理状态、情绪、行为,将人类行为包含到系统自身,从而达到物联网中人-机-物-环境的真正互联互通,物理与信息世界的虚实交互融合、共享信息、实时智能优化决策;对实际的生产体系进行精确控制;二是伴随音频、图像、视频等在软件中的运用;随着人类社会交际的日益广泛,数据的处理也从单一的结构化数据转向了半结构化、非结构化的数据,对海量的、复杂的数据进行即时的分析,并能迅速地抽取出需要的信息、知识和智慧,是智能生产的一个难题;关键点:分析所用的资料,除了来自生产的基本资料外,还包括来自人际关系网络的各种额外资料。<sup>[5]</sup>

在工业 4.0 中,CPS 是其核心,其关键在于将实体和虚拟相结合,目前已有的虚拟现实技术有 CPS 技术、数字孪生技术、AR/VR/MR 技术。<sup>[6]</sup>

### 4 结语

从“数字制造”到“计算机+”,再到网络、深度学习、边缘计算;随着新一代的资讯科技和 AI 技术的发展,以及工业的“AI+”,无论从哪一个角度都可以看出,“AI+”是未来制造业发展的大方向,而“AI+”

则是基于“计算机+”与“互联网+”的发展。所以,要使制造业的智能化升级,必须通过“计算机+”来推动制造业的数字化,并通过“互联网+”来完成纵向、横向、端对点的集成;同时,还要推动新一代的人工智能,如大数据、深度学习、区块链等,深入制造领域。

尽管工业 4.0 注重大规模的个人化生产,但未来的生产将是一种大规模生产、大规模定制和大规模个人化生产的“长尾巴”,对目前还处在从 2.0 到 3.0 的中国制造业来说,实现“智能化”生产,即“长尾巴”生产,可以为企业生产带来更多的、更广泛的产品和服务。

国内学术界对于“第三次工业共鸣”的主流观点还是“制造业的数字化革命”。黄群慧、贺俊指出,“第三次工业革命”是以智能化、数字化、信息化技术的发展为基础,以现代基础制造技术对大规模生产流水线和柔性制造系统的改造为主要内容,以基于可重构生产系统的个性化制造和快速市场反应为特点,将从根本上解决传统制作系统下新产品开发周期、生产利用率、生产成本、产品质量、个性化需求等主要产业竞争要素之间的冲突,实现生产制造的综合优化和运营效率的大幅提升。

### 参考文献:

- [1] Cimini C,Pirola F,Pinto R,et al.A human-in-the-loop manufacturing control architecture for the next generation of production systems[J].J Manufacturing Syst,2020(54):258-271.
- [2] S Nunes david,P Zhang,S Silvajorge.A Survey on Human-in-the-Loop Applications Towards an Internet of All[J].IEEE Commun Surv Tutorals, 2015(17):944-965.
- [3] 史彦军,韩俏梅,沈卫明,等.智能制造场景的 5G 应用展望[J].中国机械工程,2020(31):227-236.
- [4] Zhang Y,He J,Pathan M S.An asymmetric transport protocol for internet of things[J].Procedia Comput Sci,2017(107):636-641.
- [5] 杨涛,柴天佑.分布式协同优化的研究现状与展望[J].中国科学:技术科学,2020(50):1414-1425.
- [6] 制造强国战略课题组.制造强国战略研究·智能制造专题卷[M].北京:中国工信出版集团、电子工业出版社,2015.