

智能制造产业基础能力的微观解析 及其政策含义

◇ 韩江波

一、CPS:一个解构智能制造产业基础能力的微观视角

CPS(Cyber-Physical Systems,赛博物理系统)是构建一套网络空间与物理空间基于数据自动流动的状态感知、实时分析、科学决策、精准执行的闭环赋能体系,其依靠高效集成“通信控制技术”和“实体设备”而形成智能化体系,最终实现“网络空间”与“实体空间”的组织化、协调化。

CPS凸显“控制”“通讯”“协同”“虚拟”的特点,尤其是它能依靠“人机交互接口”实现与物理进程的交互,进而促使网络空间基于远程、可靠、实时、安全、协作、智能化的方式操控物理实体。在基于智能化为标志的新科技革命浪潮中,CPS通常被看成智能制造系统的骨干和支撑,任何智能系统均需CPS来扮演异常重要的角色。一般认为,CPS体系包含“五大节点”:一是数据感知和自动控制。二是工业软件。三是工业网络。四是工业云和智能服务。五是认知和学习。

概而言之,CPS是有效支撑信息化与工业化深度融合的综合技术体系,其依靠整合信息、通信、自控等先进技术,在“现实的物理空间”与“虚拟的信息之间”把人、机、物、环境、信息等要素塑造成为相互映射、交互、协同的网络空间复杂系统,逐步完成系统内的资源配置和运作的按需响应、快速迭代以及动态优化。更为重要的是,CPS借助于全面深度感知、实时动态传输、高级建模分析实体全球工业数据,逐步完成网络信息系统与实体空间的深层次融合、实时交互、互相更新,把物理实体、生产环境、制造过程映射于虚拟空间,且进行建模和控制,进而产生智能决策和控制,重构全过程、全产业链的生产范

式,最终极大推动制造业的智能化发展。

二、基于CPS视角的智能制造产业基础能力

“智能”凸显相对丰富的内涵和相对多样化的实现途径,而CPS便是将“人的智能”通过“数字化知识”的形式,在制造领域普及应用的一种至关重要的“实现载体”。本文认为:智能制造的产业基础能力包括连接维、转换维、网络维、认知维“四维”技术架构。一般而言,CPS的数据感知和自动控制、工业软件、工业网络、工业云和智能服务、认知和学习“五大节点”之间的互联互通,需要具有连接维、转换维、网络维、认知维“四维”技术架构。

一是连接维。连接维的功能体现为依靠带有感知功能的终端设备,如精密传感器、探测器等,将工业设备和机器组件所产生的各种数据,实时、精准、可靠的全部采集起来。

二是转换维。这是指采用精密化、智能化、差异化的计算工具和算法等,基于连接层采集的大量数据生成设备,全方位、多层次的检测和管理智能制造的一部分物理对象。

三是网络维。网络维借力于网络基础设施便利化、网络技术先进化以及网络服务智能化,可将每个单独的单元进行紧密衔接,进而融合成为复杂化、系统化的制造网络,高效聚集差异化机器、设备以及系统上的信息,并在此基础上完成数据交换与共享。

四是认知维。充分借助于人工智能技术,有效分析、综合网络层面集聚的海量“异质性数据”,陆续产生模型库、数据库、算法库等知识资源,进一步为消费者提供高质量服务。这“四维”连接“五大节点”,在智能制造所涵盖的一系列服务与环节当中处于关键地位,是智能制造发展的“关键基础领域”。

本文认为智能制造的产业基础能力,是在“四维”技术架构的基础上产生的,即基于连接维、转换维、网络维、认知维分别对应数字信息传输能力、海量数据监测能力、空间数据集成能力、数据智能解析能力。这“四种能力”梯次升级、相辅相成,构成智能制造产业基础能力的基本内容。

一是数据的传输能力。智能制造的传输能力是指具有竞争优势的信息通信技术借助于“数字化”处理一系列的工业设备、机器组件,从而将数字化资源从“空间实体”移向“网络空间”,并以此为基础提高数字信息的精确传递能力。

二是海量数据的监测能力。数量数据监测能力是指在制造业生产环节上对产生的庞大数据信息进行智能化、精准化分析,并在此基础上促使“实体对象”在很大程度上能进行“自我感知化”和“自我准确化”判断的能力,其能进一步推动工人维修机器的简便化和合理化,最终可提升企业实体运作效率和价值创造能力。

三是空间数据集成能力。空间数据集成能力是指推动存储于企业价值网络之中的大量信息,在网络空间层面不断进行优化整合,进一步突破物理对象之间的发展困境,且在此基础上逐步消除企业内外部信息“封闭现象”和有效集成资源的能力。

四是数据智能解析能力。数据智能解析能力是大幅度促进经济主体控制生产、管理流程,进而做出精准、及时、高效分析的能力。

三、政策含义

大力夯实产业基础能力是构建智能制造更强创新力、更高附加值产业链的根本。智能制造产业基础能力的整体提高需要一个系统化的过程,并非可自然完成,对产业基础能力进行细分,有利于找到我国智能制造产业基础能力存在的问题,进而可增强政策的针对性和现实操作性。

(一)加快关键核心技术发展,有效弥补数字化制造的发展“短板”

数字化制造是智能制造的初级阶段,而智能制造发展的首要条件是促进剂制造业机械化与数字化的高效融合,唯有如此,才能实现制造业的数字化研发设计和生产流程控制,从而方可促进工业的软件化、网络化大范围应用,进而在此基础上推进制造业

的智能化转型升级。工业传感器、数字伺服电机等一系列的“关键核心技术”扮演着非常重要的角色。当前需面临的一个突出问题是,我国无论是在“国产传感器”方面,还是在“伺服电机”等领域,均遭遇发展的“四不”桎梏,这体现为应用种类不多、运行可靠性不强、测量精度不高、环境适应性不好,进而严重制约了智能装备性能的优化升级。不仅如此,我国在一些高端制造业重要领域的工业传感器、伺服电机无法自主生产,需从国外进口,从而造成我国智能装备的发展“受制于人”。鉴此,我国应快速推进视觉、压力、光电等各种各样的工业传感器、伺服电机的研发设计,并以此为基础逐步增强产品的“感应精准性”“运作可靠性”以及“使用安全性”,特别是应有效推动产品“软件化定义”与“数字化、网络化、智能化”实现高效、精准连接。至于数字化伺服电机的“关键核心技术”,应通过各种方式投入大量的人力、物力、财力等资源进行高效率、高强度、精准化的研发攻关,进而不断提高数字化、软件化、网络化的控制力,最终大幅度提升直流伺服系统、三相永磁交流伺服系统等核心系统的抗干扰、可靠性以及精确度。

(二)加大工业软件产业发展扶持力度,推动工业软件的高质量发展

集成电路和工业软件对于工业的发展至为重要,两者分别被看成是“现代工业粮食”和“现代工业灵魂”。其中,工业软件能大幅度促进工业技术和工艺的“数据化加密”“程序化定义”“软件化封装”。这往往被视为推动“两化深度融合”及其以此为基础的制造业先进生产力培育和发展的方向。同时,工业软件的蓬勃发展也是制造业智能化模式不断创新的“必要前提”和智能制造高质量发展的重要基石。当前,国外企业几乎垄断了我国工业软件重点领域的关键核心技术和重点零部件设计,至于在关键工业辅助设计、工业流程控制、模拟测试等方面的软件,绝大多数被发达国家的跨国公司控制。国产工业软件全产业链严重缺失,而关键工艺流程、工业技术数据更是严重缺乏持续性的研发积累。长期以来,我国飞机、生物医药、电子信息制造等重点制造领域耗费了巨大的财力引进国外工业软件,但却并未对其进行充分的消化吸收再创新,对于工业软件的设计原理并未融会贯通,特别是严重缺乏基础工艺“研发

数据”的长期储备,这进一步拉大了我国与国外在“基础技术原理数据”积累方面的差距。如果一味地依赖于国外工业软件,显然会极大加重我国制造业核心技术空心化程度。鉴此,我国应积极发展、推广国产工业软件,大幅度推进制造技术、工艺软件化封装和定义。可尝试成立“工业软件产业投资基金”,有效推进工业软件服务企业认定等一系列工作,也要积极实施相对优惠的工业软件产业财税、投融资政策,有条件的地方要大力制定和实施知识产权的扶持政策,逐步增加国家各类专项资金对工业软件基础研发、产业化、推广应用的扶持力度。加速制定工业软件的相关行业标准,紧紧围绕“行业龙头企业”来成立现代化、协同性较强的“工业软件联盟”,并在此基础上全方位、多层次地精心打造“工业软件产业生态圈”,大幅度推进制造业工业软件的综合集成应用。

(三)积极培育智能制造新模式新业态,促进制造业模式创新

在新一代智能技术的影响下,基于新模式、新业态为核心的“新动能”被视为制造业高质量发展的主导力量。无论是在企业研发设计和生产控制流程领域,还是在组装测试、售后运维模式方面,抑或是在远程服务环节,智能制造产业基础能力的提升均依赖于工业软件的强有力支撑。当前,除相对发达的部分地区之外,国内工业软件在应用阶段总体上处于研发设计、制造流程、工业控制等诸多领域的“单项应用环节”,而在对这些差异化环节的“综合集成应用”上,仍旧比较少,极大抑制了工业软件的“综合集成效应”,最终无法高效革新制造业的商业模式。鉴此,我国应通过各种方式在工业领域支持现代化和前沿化技术的集成应用,充分利用传感器技术、工业机器人、工业云平台,工业大数据、工业互联网等来强化深度感知、事件监测、智能决策水平。至于在机械装备、消费品领域,则应尽可能地快速推进高端芯片、新型传感器以及智能仪表控制的集成化运用,还应进一步强化工业软件、工业控制系统等不同类型的“智能装置”的整合化应用,不断提升关键核心领域智能装备产品的整合能力。有条件的地区、行业以及企业应积极推广代表先进生产力发展水平的“智能制造模式”,并大力支持制造企业通过互联网这一现代化的工具,不断优化和创新研发设计、供应

链管理、营销模式等诸多关键环节,并在此基础上发展大规模个性化定制、网络制造、精益制造等新模式新业态,进一步催生立足于“互联网”的研发、制造以及产业组织方式。尤其是,可尝试在流程型智能制造、网络协同制造、个性化定制、工业云平台、众包众创等领域进行“智能制造新业态新模式的试点示范”,深入推进“服务型制造的试点示范”,进而使制造企业由“加工组装为主”转为“制造+服务”,最终增大制造业企业的价值增值空间。

(四)大力推进工业大数据采集和挖掘服务,提升智能制造的智能化水平

大数据可被看成是智能制造的“核心要素”。制造的智能化关键体现为数据的“自由流动”和“高效挖掘使用”,智能制造正是充分借助于深度挖掘分析和持续创新用户、工厂数据来不断优化制造组织流程、服务模式,并以此为基础有效促进产业链、价值链的优化升级。当前,我国在工业大数据采集、挖掘方面的服务起步不久,仍待完善,因而极大制约了智能制造能力的提高。此外,我国在制造业领域装备的数字化、网络化、智能化程度总体上处于较低水平,且制造系统的应用呈现相对“封闭化”的态势,这进一步造成工业大数据的“实时采集”“动态存储”非常容易遭受新一代人工智能技术的制约。需注意的是,与智能制造密切相关的服务业的大数据基本上是异质性的“消费数据”,这些数据较为容易建模、利用以及挖掘。而工业大数据与此不同,其面对的是机器形成的“物理运行数据”,进而需要深层次、精准化的“物理机器运行建模”,这对大数据挖掘专业信息服务提供商的“专业性”提出了相对更高的要求。鉴此,我国应大幅度推进生产装备数字化、网络化、智能化的高质量发展,千方百计地夯实工业大数据实时采集、动态化流通、精准化利用的基础。充分依靠制度支撑、政策支持等多样化的手段,大力发展特色化、专业化、优质化的“工业大数据信息服务提供商”,进一步培育较为动态、开放、高质量的“工业大数据采集和挖掘服务平台”,并在此基础上公正、公平、合理地进行工业大数据的流通和交易,最终全力打造工业大数据采集、流通、开发、利用的“生态经济圈”。还应不断培育和创新工业大数据的开发利用模式,全方位提供在线监测、远程运维、质量诊断、流

程优化等一系列服务。

(五)精心打造智能制造产业生态圈,提高智能制造的全球竞争力

当前,我国在制造业的数控装备领域仍处于“初期”发展阶段,特别是大量的制造装备需要不断的进行数字化、网络化、智能化的转型升级,且绝大多数国产的智能装备体系还有待集成化和系统化。至于重点领域的大量智能联网装备,则严重依赖国外,每年要花费巨额的费用进行引进。值得注意的是,国外企业之间无论是在智能制造的规定上,还是在智能制造的标准上,均不统一,甚至相互之间存在严重的“冲突”。在此情况下,我国如果一味地购买国外不同企业的工业智能装备,在使用过程中极有可能会出现“难以集成联网”的困境。作为世界举足轻重的制造业大国,我国若要促进国产智能装备的大力发展,则必须要健全相应的“智能制造产业生态圈”,且以此作为制造业高质量发展的强有力的支撑。唯如此,方能在制造业产业链上牢固掌控智能装备的主导权、控制权以及。但是,我国在工业自动化、工业传感器、工业操作系统、工业软件、工业互联网等核心关键领域,均凸显相对严重的“技术短板”甚至“技术空白”,产业基础并不“牢固”,甚至还相对“薄弱”,进而造成智能装备严重依赖国外企业,主导权丧失,控制权极大被削弱,话语权更是无从谈起,而智能装备的全球竞争优势有待提升。鉴此,我国应通过各种方式精心塑造系统性、复杂性、动态性的“智能制造产业生态圈”,并在此基础上大幅度增强智能制造的全球竞争优势。具体而言,应进一步创新制造业推进机制,基于“联盟模式”来逐步培育和发展“智能制造产业生态圈”,积极支持通信设备制造商、软件开放企业、工业自动化公司、系统集成企业、科研院所等各种各样的主体的“联合参与”。通过制度、政策、机制等手段,高效构建跨地区、跨行业、跨部门,且彰显技术研发、产品制造、应用推广、系统集成等功能的“智能制造产业联盟”。通过“联盟”的整合效应和系统效应,逐步促进制造业产业链上下游环节高效化、协同化甚至一体化的高质量发展,并以此为基础千方百计地完善标准制定、技术研发、产品生产、应用推广等全链条的蓬勃发展。

(六)完善智能制造标准体系,夯实智能制造的产业生态基础

智能制造的高质量发展是多种因素协同作用的结果,这需要高效实现企业、车间、机器、产品、用户之间的信息共享,并进一步促进全流程、全方位、实时的“互联互通”,且在此基础上高度协同研发设计、生产制造环节,同时对经营管理、售后服务等制造业产业链的各环节进行有效优化。这种“高度协同”和“有效优化”,不仅会对工业网络、工业设备提出较高的要求,而且会激发工业应用的标准化、精准化以及动态化创新。当前,我国各地有关智能制造的工业网络存在着大量的“异构性问题”,而大量智能装备的接口,更是表现“多种多样”的态势,至于工业操作系统平台,亦是各不相同。虽然在国家范围内,工信部和国标委联合发布了《国家智能制造标准体系建设指南》,但受制于“起步较晚”和“发展缓慢”的影响,智能制造的相关标准体系仍未统一。这既极大限制了产品、装备、服务的有效整合,又阻碍了产品、装备、服务的“互联互通”和“信息共享”。此外,西门子、通用电气等一些全球著名的跨国公司充分依靠智能装备的“技术垄断”和“市场垄断”地位,积极推行企业智能的指标标准。事实上,国外企业主导着智能制造的标准体系,这些标准体系存在严重的“不相容”问题,进而造成不同厂商产品程序的兼容、互联互通均较差。值得注意的是,由于我国在重点制造方面国产智能产品体系化程度较低,在很多时候需主动与对方产品互联,自然也只能被动遵守对方产品标准。鉴此,我国应通过各种方式逐步完善与智能制造有关的标准体系,大力夯实智能制造的“产业生态基础”。具体而言,快速推进智能制造有关的标准体系建设,可通过政策制定、税收减免等手段,大力支持通信设备、工业自动化、软件系统集成等方面的企业以及科研院所共同参与标准制定,并以此为基础推进智能制造相关标准的制定,并基于“行业标准模式”在联盟企业内快速应用,持续推动标准的开放性和兼容性。

作者简介:韩江波,南阳师范学院经济与管理学院讲师,经济学博士。

(摘自《学习与实践》2020年第3期)