

智能制造背景下装备制造业产业升级研究^{*}

万志远¹ 戈鹏^{*,1} 张晓林² 殷国富³

(1. 四川大学商学院, 成都 610065; 2. 中航成飞民用飞机有限责任公司, 成都 610065;
3. 四川大学制造科学与工程学院, 成都 610065)

摘要: 21世纪智能制造已成为制造业发展的必然方向。本文通过分析全球智能制造主要领域发展概况, 欧美日等制造业强国发展战略, 我国工业机器人、智能数控机床等智能制造发展状况以及装备制造业智能化进展, 针对我国装备制造业智能化过程中存在的问题, 如缺乏核心竞争力、标准化普及不够、工业大数据应用价值未充分挖掘、以及智能制造相关现代服务业发展滞后等, 提出四条建议——结合产学研提升创新力、普及智能制造技术与管理标准、建设数字服务中心、大力发展智能装备制造服务业, 以促进装备制造业智能化产业升级。

关键词: 智能制造; 装备制造业; 中国制造 2025; 智能化; 产业升级

中图分类号: T-012 文献标识码: A doi:10.16507/j.issn.1006-6055.2018.05.001

Research on Equipment Manufacturing Industry Upgrading under Intelligent Manufacturing^{*}

WAN Zhiyuan¹ GE Peng^{*,1} ZHANG Xiaolin² YIN Guofu³

(1. Business School, Sichuan University, Chengdu 610065, China;
2. AVIC Chengfei Commercial Aircraft Company Co. Ltd., Chengdu 610065, China;
3. School of Manufacturing Science and Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: In the 21st Century, intelligent manufacturing has become the inevitable direction of manufacturing industry. The development of the main fields of global intelligent manufacturing is introduced, and the development strategies of Intelligent Manufacturing in manufacturing powerhouses, such as Europe, USA and Japan, are analyzed. At the same time, the development of intelligent manufacturing, such as industrial robot, CNC and the intelligence of equipment manufacturing industry is analyzed. According to the existing equipment manufacturing industry in the intellectualization process in China, and the problems such as the lack of core competitiveness, the shortage of standardization popularization, the limited application of industrial big data, and the slow development of modern service industry related to intelligent manufacturing, four suggestions are put forward: the combining production, education and research to enhance innovation; popularizing intelligent manufacturing technology and management standards; building Digital Service Center; and vigorously developing intelligent equipment service industries, in order to promote the upgrade of intelligent equipment manufacturing industry.

2017-12-14 收稿, 2018-04-19 接受, 2018-05-10 网络发表

^{*} 四川省科技厅智能制造重大专项计划(2016GZ0014, 2016GZ0011, 2016GZ0174)资助

^{**} 通讯作者, E-mail: gepeng@scu.edu.cn; Tel: 15680732771

Key words: intelligent manufacturing; equipment manufacturing industry; Made in China 2025; intelligent; industrial upgrading

1 引言

智能制造 (Intelligent Manufacturing, IM) 以新的数字信息技术为基础, 结合新的制造工艺和材料, 贯穿产品的设计、生产、管理、服务各个环节^[1], 是先进制造过程、系统与模式的总称, 具有信息深度自感知、优化自决策和精准控制自执行等功能。在智能制造过程中, 利用多功能传感器和智能控制系统, 设备可以进行自感知、自分析、自决策等智能活动, 减少设备响应问题的时间, 实时反馈并优化生产物流信息, 提升企业生产效率^[2]。智能制造可分为三个层次: 一是智能制造装备, 智能制造离不开智能装备的支撑, 包括高级数控机床、配备新型传感器的智能机器人、智能化成套生产线等, 以实现生产过程的自动化、智能化、高效化^[3]; 二是智能制造系统, 是一种由智能设备和人类专家结合物理信息技术共同构建的智能生产系统^[4], 可以不断进行自我学习和优化, 并随着技术进步和产业实践动态发展; 三是智能制造服务, 与物联网相结合的智能制造过程涵盖产品设计、生产、管理、服务的全生命周期, 可以根据用户需求对产品进行定制化生产, 最终形成全生产服务生态链。智能制造企业对产品生产到经营的全生命周期进行管控^[5], 通过融合生产工艺流程、供应链物流和企业经营模式, 有效串联业务与制造过程, 最终使工厂在一个柔性、敏捷、智能的制造环境中运行, 大幅度优化了生产效率和稳定性^[6]。

随着互联网技术、信息数字技术的迅速进步, 智能制造大范围推广成为可能^[7]。经过十多年的技术积累, 在 21 世纪的第二个十年, 智能制造

在全球范围内快速发展, 制造业强国不断推出新举措, 通过政府、行业组织、企业等协同推进智能制造发展, 以提升工业制造实力, 培育行业竞争优势^[8]。2011 年美国实施“先进制造伙伴计划”战略, 2013 德国提出“工业 4.0”计划, 2014 年英国开展“高价值制造”战略, 2015 年日本颁布“机器人新战略”, 2016 年欧盟颁布“数字化欧洲工业计划”。智能制造产业升级在世界范围内逐渐扩大兴起, 我国的智能制造也应运而生。2015 年 5 月, 我国发布《中国制造 2025》文件, 同样指出要以推进智能制造为制造业发展主攻方向, 构建以智能制造为重点的新型制造体系^[9]。这些战略说明智能制造已成为制造业重要发展趋势, 促进新的生产管理方式、商业运营模式、产业发展形态的形成, 将对全球工业的产业格局带来重大的影响, 进而引发第四次工业革命^[10]。

装备制造业是制造业的核心和支柱, 是社会经济发展的基础性产业, 是各行业产业升级、技术进步的基础条件。高度发达的装备制造业是实现工业智能化的必要条件, 也是一个国家的技术水平和综合国力的集中体现。经过几十年的发展, 中国装备制造业已形成门类齐全、产业规模庞大的产业群, 少数产品已达到世界领先水平, 取得了不错的成绩, 但仍需意识到我国传统装备制造业还面临高端核心技术依赖国外进口、技术创新体系不健全以及产品产能过剩等问题^[11]。

如今中国智能制造快速发展, 为传统制造业的升级提供了良好契机。加快推进装备制造业智能化, 建立完备的智能制造装备产业体系, 是落实工业化和信息化深度融合战略的重要举措。以智能制造带动装备制造业智能化升级, 再以装备制

造业智能改造推动智能制造在全行业普及,可以更好地达成我国的制造强国梦^[12]。

2 智能制造发展的主要领域

分析智能制造发展现状可知,智能制造的集成创新和应用示范主要聚焦感知、控制、决策、执行等核心关键环节;通过推进产学研用联合创新,攻克关键技术,提高质量和可靠性;通过集成开发一批重大成套装备,推进工程应用和产业化。以下六大领域是智能制造的重点研究方向。

2.1 工业机器人

工业机器人 (Industrial Robot) 是一种集成计算机技术、制造技术、自动控制技术并配备传感器、人工智能系统的智能生产装备。其主体由机器人本体、控制器、伺服驱动系统和检测传感装置构成,具有拟人化、自控制、可重复编程等特性^[13]。随着人工智能技术、多功能传感技术以及信息收集、传输和分析技术的迅速突破与提升,配备了传感器、机器视觉和智能控制系统的工业机器人逐渐呈现出智能化、服务化、标准化的发展趋势^[14]。智能化使工业机器人可以根据对环境变化的感知,通过物联网,在机器设备之间、人机之间进行交互^[15],并对环境自主作出判断、决策,从而减少生产过程对人的依赖^[16];服务化要求未来的机器人结合互联网,在离线的基础上,实现在线的主动服务;标准化是指机工业机器人的各种组件和构件实现模块化、通用化,使工业机器人使用更加简便,并降低制造成本^[17]。

2.2 智能数控机床

智能数控机床是数控机床的高级形态,融合了先进制造技术、信息技术和智能技术,具有自主学习能力,可以预估自身的加工能力,利用历史数据估算设备零件的使用寿命^[18];能够感知自身的

加工状态,监视、诊断并修正偏差;对所加工工件的质量进行智能化评估;通过各种功能模块,实现多种加工工艺,提高加工效能和控制度。其发展呈智能化、多功能化、控制系统小型化趋势^[19]。

2.3 3D 打印 (增材制造)

3D 打印技术以数字模型文件为基础,应用可粘合材料,通过连续的物理层叠加,逐层增加材料来生成三维实体^[20],因而又被称为增材制造 (Additive Manufacturing, AM)^[21],是融合了数字建模技术、机电控制技术、信息技术、材料科学与化学等诸多方面的前沿性、知识综合性应用技术^[22],可对个性化、小批量产品进行很好的成本控制,预计未来将会更多地应用在生物医疗、航空航天、军工等小批量个性化需求的领域^[23]。此外,为了节省支撑材料带来的打印成本,未来 3D 打印将向着无支撑化研究发展,例如现在已经较为成熟的悬浮 3D 打印和高速激光烧结 (HSS)。

2.4 智能传感器

智能传感器 (Intelligent Sensor) 是一种将待感知、待控制的参数量化并集成应用于工业网络的新型传感器,具有高性能、高可靠性、多功能等特性^[24],带有微处理机系统,具有信息感知采集、诊断处理、交换的能力,是传感器集成化与微处理机相结合的产物^[25]。未来的智能传感器将更多地结合微处理器和新型工艺材料,如表面硅微机械加工以及用来形成三维微机械结构的微立体光刻新技术,提升传感器的精度,增加传感器环境适应性;同时,和 IoT、互联网结合,实现网络化,可实时采集和传递数据;除了工业制造,还能被广泛应用于生活服务中^[26]。

2.5 智能物流仓储

在工业 4.0 的智能工厂框架中,智能物流仓储位于后端,是连接制造端和客户端的核心环

节^[27],由硬件(智能物流仓储装备)和软件(智能物流仓储系统)两部分组成。其中,硬件主要包括自动化立体仓库、多层穿梭车、巷道堆垛机、自动分拣机、自动引导搬运车(AGV)等;软件按照实际业务需求对企业的人员、物料、信息进行协调管理,并将信息联入工业物联网,使整体生产高效运转^[28]。智能物流仓储在减少人力成本消耗和空间占用、大幅提高管理效率等方面具有优势,是降低企业仓储物流成本的终极解决方案^[29]。无人化是智能物流仓储重要的发展趋势,搬运设备根据系统给出的网络指令,准确定位并抓取货物搬运至指定位置,常见的轨道 AGV 在未来将会被无轨搬运机器人取代。

2.6 智能检测与装配装备

随着智能传感器的不断发展,各种算法不断优化,智能检测和装配技术在航空航天、汽车零部件、半导体电子医药医疗等众多领域都得到了广泛应用。基于机器视觉的多功能智能自动检测装备可以准确分析目标物体存在的各类缺陷和瑕疵,确定目标物体的外形尺寸和准确位置,进行自动化检测、装配,实现产品质量的有效稳定控制,增加生产的柔性、可靠性,提高产品的生产效率。数字化智能装配系统可以根据产品的结构特点和加工工艺以及供货周期进行全局规划,最大限度地提高装配设备的利用率^[30]。除了在航空航天、汽车领域的应用,智能检测和装配装备在农产品分选和环保领域将有很大的潜力。

3 国内外发展现状和形势

3.1 制造业强国发展状况

20 世纪 80 年代,工业发达国家已开始对智能制造进行研究,并逐步提出智能制造系统和相关智能技术。进入 21 世纪,网络信息技术迅速发

展,实现智能制造的条件逐渐成熟。在国际金融危机之后,虚拟经济出现泡沫,传统制造业强国开始将重心转回实体制造,颁布了一系列发展智能制造的国家战略(表 1),期望以发展制造业刺激国内经济增长,巩固大国地位。

表 1 各国智能制造规划及其主要内容

Tab. 1 Plan of intelligent manufacturing and its main content in various countries

国家/地区	政策 (发布时间)	目标内容
美国	先进制造 伙伴计划 (2011)	基于移动联网的第三代机器人,实现数控机床的智能化、高速化、精密化,以及 3D 打印的金属材料应用,提升美国制造技术综合竞争力
欧盟	数字化欧洲 工业计划 (2016)	将物联网、大数据、人工智能进一步应用到工业中,同时建设大型数字创新中心(DIH)提供支持,以推进欧洲工业的智能化进程
德国	工业 4.0 (2013)	大力发展物理信息系统(CPS),在工业生产中综合应用智能物流管理、人际互动以及 3D 打印技术,将生产中的供应、制造、销售信息数据化、智慧化,使工厂达到先进数字化水平
日本	机器人 新战略 (2015)	构建“世界机器人创新基地”,研制智能应用机器人,使机器人通过互联网进行数据的交换和存储,以巩固日本机器人大国的地位

1)美国:先进制造业伙伴计划,重塑工业竞争力

美国通过先进制造业伙伴计划重新规划了本国的制造业发展战略,投入超过 20 亿美元研究先进工业材料、创新制造工艺和基于移动互联网技术的第三代工业机器人,希望通过发展先进制造业,实现制造业的智能化升级,保持美国制造业价值链上的高端位置和制造技术的全球领先地位。美国智能制造现阶段重点研究领域及内容:

- 智能机器人:结合互联网技术,增加机器人的交互能力;
- 物联网:将传感器和通信设备嵌入到机器和生产线中;

- 大数据和数据分析:开发可解读并分析大量数据的软件和系统;
- 信息物理系统和系统集成:开发大规模生产系统,实现高效灵活的实时控制和定制;
- 可持续制造:通过绿色设计,使用环保材料,优化生产工艺,开发可提高资源利用率、减少环境有害物质排放的生产体系;
- 增材制造:将 3D 打印技术应用于部件和产品制造,减少产品开发和制造的时间与成本^[8]。

2) 欧盟:数字化欧洲工业计划,推进工业数字化进程

随着智能制造的兴起,欧洲各国都提出了相应的战略计划。欧盟在整合各国战略的基础上,提出数字化欧洲工业计划,用于推进欧洲工业的数字化进程。计划主要通过物联网(Internet of Things, IoT)、大数据(Big Data)和人工智能(Artificial Intelligence, AI)^[31]三大技术来增强欧洲工业的智能化程度;将 5G、云计算、物联网、数据技术和网络安全等五个方面的标准化作为发展重点之一,以增强各国战略计划之间的协同性;同时,投资 5 亿欧元打造数字化区域网络,大力发展区域性的数字创新中心,实施大型的物联网和先进制造试点项目,期望利用云计算和大数据技术把高性能计算和量子计算有效结合起来,以提升大数据在工业智能化方面的竞争力。

3) 德国:工业 4.0,构建智能生产系统

2013 年,德国正式发布《保障德国制造业的未来:关于实施“工业 4.0”战略的建议》,并将工业 4.0 上升为国家级战略,期望做第四次工业革命的领导者,得到各界的支持。该计划是一项全新的制造业提升计划,其模式是通过工业网络、多功能传感器以及信息集成技术,将分布式、组合式的工业制造单元模块构建成多功能、智能化的高

柔性工业制造系统;将在生产设备、零部件、原材料上装载可交互智能终端,借助物联网实现信息交互,实时互动,使机器能够自决策,并对生产进行个性化控制^[32];同时,新型智能工厂可利用智能物流管理系统和社交网络,整合物流资源信息,实现物料信息快速匹配,改变传统生产制造中人机料之间的被动控制关系,提高生产效率。

4) 日本:创新工业计划,巩固自动化生产强国位置

日本提出创新工业计划,大力发展网络信息技术,以信息技术推动制造业发展。通过加快发展协同机器人、多功能电子设备、嵌入式系统、智能机床和物联网等技术,打造先进的无人化智能工厂,提升国际竞争力。制造业工厂十分注重自动化、信息化与传统制造业的融合发展,已经广泛普及了工业机器人,通过信息技术与智能设备的结合、机器设备之间的信息高效交互,形成新型智能控制系统,大大提高生产效率和稳定性。2016 年,日本发布工业价值链计划,提出“互联工厂”的概念,联合 100 多家企业共同建设日本智能制造联合体。同时,以中小型工业企业为突破口,探索企业相互合作的方式,并将物联网引入实验室,加大工业与其他各领域的融合创新^[33]。

3.2 国内发展状况

我国对智能制造的研究开始于 20 世纪 80 年代,已取得了一些成果,但研究规模一直较小,没有形成完整的研究体系。新世纪金融危机爆发后,各国经济衰退,引发了各国政府对制造业的重新关注,我国政府及企业也逐渐加大了对智能制造的关注和投入。从最开始的《智能制造装备产业“十二五”发展规划》到 2015 年《中国制造 2025》的正式发布,国家发展智能制造产业的政策逐步完善。这些政策都以发展先进制造业为核

心目标,旨在提升制造业的核心技术,逐步达成我国的制造强国梦。快速发展的网络信息技术和先进制造技术为推进我国智能制造发展提供了良好的条件,提高了我国的制造业智能化水平。我国自主研发的多功能传感器、智能控制系统已逐步达到世界先进水平。工业机器人、智能数控机床和自动化成套生产线等智能装备制造技术也取得了较大进步,并逐步形成了完整的智能装备产业体系^[34]。智能制造装备和先进工艺技术在重点行业不断普及,离散型制造行业的智能装备应用、流程型制造行业的工艺流程控制和制造执行系统使制造企业生产效率大幅提高。通过在代表性制造企业推行智能制造技术和设备,逐渐形成了一些可复制推广的智能制造应用模式,为今后深入推进智能制造奠定了一定的基础^[35]。

我国装备制造业是新中国成立后才开始起步的,经过改革开放四十年来的扶持与发展,其工业体系和相关产业链逐渐完善,取得了许多优秀成绩,从之前的低端制造业慢慢向中高端拓展,在规模和水平上都有了长足的进步,目前已发展成为结构体系完整、具有较高水平、具备国际竞争力的国民支柱性产业,为我国工业、经济和国防建设做出了十分重要的贡献。

到 2015 年,我国拥有 39 个工业大类、191 个中类、5 个小类,成为全世界唯一拥有联合国产业分类中全部工业类的国家。随着国家对高端装备制造业越来越重视,在国家政策的大力扶持下,智能制造装备行业发展迅速,已逐渐形成规模。整体上来说,我国对装备制造业的投资呈逐年增长趋势,这在很大程度上得利于政府为吸引投资付出的努力和其提供的有利政策环境。从 2010 年到 2016 年,中国智能制造装备产业值由不足 4000 亿元到超过 1.2 万亿元,体现了我国智能制造装

备产业巨大的发展潜力。与此同时,国内大规模的基础设施建设以及市场规模的扩大,也使得相关装备制造业企业迎来较好的发展前景,为国家推动传统行业智能化转型升级提供了良好的基础条件和环境优势。根据国家工信部数据,2017 年全国规模以上工业企业利润增长 21%,增加值同比上升 12.5%,装备制造业增加值 11.3%,高技术增加值同比上升 13.4%,工业机器人产量增加 68.1%,集成电路产量增加 23.8%^[36]。

从总体上讲,我国装备制造业发展明显加快,形成了具备较好物质技术基础的独立工业体系,重大技术装备自主化水平显著提高,国际竞争力进一步提升^[37]。虽然取得了一些研究成果,但是根据国内装备制造业智能化的实际应用情况来看,智能化只是解决了制造效率低和精度低的问题,没有达到智能制造应用的设计水平。产品在市场上的竞争力偏弱,市场供求关系仍存在较大偏差^[38]。与装备制造业强国相比,我国装备制造业综合竞争力依旧较弱。在智能化过程中,存在缺乏核心技术自主创新能力、标准体系不够完善、软件与信息技术发展较弱、缺少行业优秀企业领导和相关先进制造服务业支持^[39]等问题。因此,我国的装备制造业智能化发展要从实际国情出发,借鉴国外发展的优秀经验,规划发展的长期路线,抓住全球制造业重新布局的战略机遇,总结出适合中国的发展道路^[40]。

4 我国装备制造业智能化发展需要解决的问题

通过对我国装备制造业智能化关键技术装备、核心支撑软件、工业互联网等方面的分析,并和工业强国进行对比,针对我国装备制造业发展智能化可总结出以下四点问题。

4.1 自主创新能力不强,核心技术对外依存度较高

目前,我国制造业整体创新能力不强,装备制造业的产品和核心技术在国际上缺乏竞争力。在智能化过程中,需要大幅度依赖国外的先进制造设备、关键零部件和关键材料等^[41]。同时,在智能控制技术、在线分析技术、智能化嵌入式软件,高速精密轴承等先进技术方面自给率低,对外依赖度高。此外,国产智能装备的性能和稳定性难以满足装备制造业智能化发展的需求,约 90% 的工业机器人,70% 的汽车制造关键设备,40% 的大型石化装备、核电等重大工程的自动化成套控制系统、大功率变频技术严重依赖进口^[42]。这些核心技术及设备的缺失,增加了建设成本,加大了我国推行智能装备制造的难度。

4.2 智能装备制造标准化普及不够,企业建设没有统一标准

装备制造业智能化过程中所需的各种信息集成软件、设备关键部件接口、信息网络端口等,都需要统一连接标准,以实现网络间信息的顺利对接。而中国企业大多注重发展技术,忽略了设备和技术管理的标准化。由于厂商不同,国内大部分传统制造业的自动化系统技术参数缺乏统一标准,导致网络之间、设备之间存在严重的异质异构问题。尽管智能制造的发展带来了新的生产模式,企业对智能制造的生产组织方式和商业运营模式却没有统一的管理标准。2015 年,工业和信息化部、国家标准化管理委员会颁布了智能制造相关标准建设指南,但由于我国制造业的发展不均衡,标准化普及做得并不好,依然会出现标准缺失、滞后以及交叉重复等问题。

4.3 工业大数据应用价值未充分挖掘

在装备制造业智能化的过程中会产生大量数

据,企业通过对这些数据进行分析,充分挖掘工业大数据的价值,可优化企业生产、服务和商业模式,为企业智能化提供重要驱动力。工业大数据的分析应用已被各国重视,德国工业 4.0 战略信息互联技术重点研究大数据分析和工业数据交换,欧盟数字化欧洲工业计划也花巨资打造了数字创新中心,以提升工业大数据在工业智能化中的应用。但这些数据由传感器、物联网设备、生产经营业务数据、外部互联网数据组成,数量巨大、来源分散又格式多样,很难得到有效利用。而我国对工业大数据的应用才刚起步,存在核心技术体系不完善、数据整合缺乏统一标准、专业数据服务匮乏等问题。

4.4 智能装备制造相关的现代服务业发展滞后

良好的现代服务业是制造业智能化发展的重要驱动,具备完整体系的先进制造服务业对制造业的升级发展有极为重大的作用。智能装备制造实施过程中,智能流程设计、智能监控技术、智能信息集成管理软件等都需要相关现代服务业的支持。而国内在先进生产性服务业的附加值和技术水平方面,与工业发达国家相比还存在一定差距。主要表现在以下几个方面:一是智能制造服务业市场没有完全打开,相关政策体系不够完善,市场化程度低;二是相比于制造服务业,传统服务业占比过大,存在供给过剩情况,而先进生产性服务产业比例偏小,又存在严重供给不足的问题;三是智能制造专业人才培养服务体系发展滞后,相关先进制造服务业人才缺乏,无法满足智能制造技术性人才需求^[37]。

5 对我国装备制造业推行智能化的建议

5.1 深入产教研结合,搭建创新研究基地

面对当今科技革命和产业革命的挑战和机

遇,制造业的产业升级发展应该坚持基础强化、创新驱动的理念。同时,为了应对智能制造发展大趋势,必须主动调整转变相关教研体系。企业有资金和实践平台,学校有人才和研究技术,二者应发挥各自优势进行合作。学校根据产业发展的要求,科学设置课程和实践,以实际应用为导向,着力培养创新型人才。然后将技术和人才带到企业,将研究应用到实地,进一步发挥人才和技术的作用,逐步构建完善的创新研究基地,着力发展自主创新能力,更加有力地推动科技创新和产业升级^[41]。为切实发挥引领和带动作用,高等院校需面向经济社会发展需求,深入推进产教融合,大力培养智能装备制造领域急需的高层次复合型应用人才,加大研究,提升产品和技术的核心竞争力,促进智能制造的发展。

5.2 大力推行智能装备制造相关技术与管理的标准化

推行装备制造业智能化,标准要先行。智能装备制造深度融合并集成了信息技术和先进制造,具有较强综合性,是一种新的生产组织方式和商业模式。成体系地推进装备制造业智能化标准制定、提升标准,对产业生态系统升级的整体支撑和引领作用十分必要。政府在行业标准的推行过程中,应该根据实际发展情况,把握建设的总体要求、建设思路、建设内容和组织实施方式,从生命周期、系统层级、智能功能等多个维度去构建参考模型和体系框架。从产学研三方角度共同为行业发展需要的关键元器件、系统软件端口等重要技术制定标准。由政府主导,逐步强制推行,应用于产业生态链的各个阶段,以打造完善的智能化综合标准技术体系,并充分发挥标准化的基础性和引导性作用,指导当前和未来一段时间内智能装备制造标准化工作。

5.3 建设数字服务中心,加强工业大数据应用

加强工业大数据应用,可以从两个方面进行。

一是由国家联合高校出资建设数字服务中心:首先提升对工业大数据基础的运算能力,然后对嵌入式数据库、关系型数据库、各种工业数据应用软件、数据集成平台进行深入研究;同时,对工业生产中产品设计、制造、物流、销售、售后服务等全生命周期的大数据应用进行标准规划,从技术、安全和管理等多个维度梳理大数据应用标准,使工业大数据标准体系不断健全完善。二是将实际应用与推广结合:完成标准建立之后,融合云计算、物联网、移动互联网技术,由国家主导构建工业大数据共享平台,引导企业进行大数据应用,并针对重点领域,开展大数据标准验证,培养示范型企业,引领更多领域企业,推动发展工业大数据和传统工业协同发展的新模式,使工业大数据更高效地为装备制造业智能化发挥价值。

5.4 发展现代智能装备制造服务业

随着智能制造的进一步推广,装备制造业智能化升级对先进制造服务业的需求越来越大。智能装备制造服务业在现代服务业的比重越来越高,在发达国家占比高达 70%,我国也应该重视相关高端服务业的发展,增加服务业对智能制造的支持。针对我国智能装备制造服务业发展滞后问题,可以从下面三个方向开展工作:一是打造智能生产网络平台,促进企业之间的信息资源共享及生产配置优化。对智能装备制造服务业的发展给予适当的政策优惠,吸引更多企业加入,扩大相关现代服务业市场,为先进制造服务业提供良好的发展空间。二是建立先进制造服务业生态园,鼓励、引导各方面社会资金投入,发展一批智能制造相关服务管理企业,为装备制造业智能化技术和系统研发提供完善的支撑体系,同时做好生态园高端制造服务业科技知识成果的转化服务。三是构建相关高端创新人才的培养和培训服务体系,制定政策鼓励相关人才培养,做好先进制造服务业的专业性人才输送^[43]。

参考文献

- [1] CHOI S S, CHANMO J, WEN B Z, et al. Digital Manufacturing in Smart Manufacturing Systems: Contribution, Barriers, and Future Directions [M]// Advances in Production Management Systems: Innovative Production Management Towards Sustainable Growth. Cham: Springer International Publishing, 2015:21-29.
- [2] DAVIS J, EDGAR T, GRAYBILL R, et al. Smart Manufacturing [J]. Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering, 2015, 6:141-160.
- [3] GIRET A, GARCIA E, BOTTI V. An Engineering Framework for Service-oriented Intelligent Manufacturing Systems [J]. Computers in Industry, 2016, 81:116-127.
- [4] THRAMBOULIDIS K. A Cyber-physical System-based Approach for Industrial Automation Systems [J]. Computers in Industry, 2015, 72 (C): 92-102.
- [5] LU Y, MORRIS K C, FRECHETTE S. Current Standards Landscape for Smart Manufacturing Systems [J]. National Institute of Standards and Technology, NISTIR, 2016, 8107:22-28.
- [6] ZHENG M, MING X. Construction of Cyber-Physical System-integrated Smart Manufacturing Workshops: A Case Study in Automobile Industry [J]. Advances in Mechanical Engineering, 2017, 9 (10):168781401773324.
- [7] KUSIAK A. Smart Manufacturing [J]. International Journal of Production Research, 2017, 7:1-10.
- [8] KANG H S, LEE J Y, CHOI S S, et al. Smart Manufacturing: Past Research, Present Findings, and Future Directions [J]. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-green Technology, 2016, 3 (1):111-128.
- [9] 王喜文. 工业 4.0、互联网+、中国制造 2025 中国制造业转型升级的未来方向 [J]. 国家治理, 2015 (23):12-19.
- WANG Xiwen. Industry 4.0, Internet +, Made in China 2025, the Future Direction of China's Manufacturing Transformation and Upgrading National [J]. National Governance, 2015 (23):12-19.
- [10] DAVIS J, EDGAR T, GRAYBILL R, et al. Smart Manufacturing [J]. Encyclopedia of Sustainable Technologies, 2017, 6 (1):417-427.
- [11] 傅建中. 智能制造装备的发展现状与趋势 [J]. 机电工程, 2014, 31 (8):959-962.
- FU Jianzhong. Development Status and Trends of Intelligent Manufacturing Equipment [J]. Mechanical & Electrical Engineering. 2014, 31 (8): 959-962.
- [12] 孙柏林. 未来智能装备制造业发展趋势述评 [J]. 自动化仪表, 2013, 34 (1):1-5.
- SUN Bolin. Future Development Trend of Smart Equipment Manufacturing Industry Review [J]. Process Automation Instrumentation. 2013, 34 (1):1-5.
- [13] DAVIS J, EDGAR T, PORTER J, et al. Smart Manufacturing, Manufacturing Intelligence and Demand-dynamic Performance [J]. Computers & Chemical Engineering, 2012, 47 (12):145-156.
- [14] KUSIAK A. Smart Manufacturing Must Embrace Big Data [J]. Nature, 2017 (7648):23-25.
- [15] SHROUF F, ORDIERES J, MIRAGLIOTTA G. Smart Factories in Industry 4.0: A Review of the Concept and of Energy Management Approached in Production Based on the Internet of Things Paradigm [C]// Singapore: IEEE International

- Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. IEEE, 2015: 697-701.
- [16] ZHU K, ZHOU Z, VOGEL-HEUSER B, et al. Issues on Smart Sensing and Information Processing in Advanced Manufacturing [J]. Mechatronics, 2015, 31: 1-2.
- [17] 张铁. 工业机器人及智能制造发展现状分析 [J]. 机电工程技术, 2014, 43(4): 1-3.
- ZHANG Tie. Industrial Robots and Smart Manufacturing Development Analysis [J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2014, 43(4): 1-3.
- [18] ZHONG R Y, LAN S, XU C, et al. Visualization of RFID-enabled Shopfloor Logistics Big Data in Cloud Manufacturing [J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2016, 84(14): 5-16.
- [19] LIUKKONEN M, TSAI T N. Toward Decentralized Intelligence in Manufacturing: Recent Trends in Automatic Identification of Things [J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2016, 87(9-12): 1-23.
- [20] DIRK H, VANESSA S, ERIC W, et al. Additive Manufacturing of Metals [J]. Acta Materialia, 2016, 117: 371-392.
- [21] GU D D, MEINERS W, WISSENBACH K, et al. Laser Additive Manufacturing of Metallic Components: Materials, Processes and Mechanisms [J]. International Materials Reviews, 2013, 57(3): 133-164.
- [22] GAO W, ZHANG Y, RAMANUJAN D, et al. The Status, Challenges, and Future of Additive Manufacturing in Engineering [J]. Computer-Aided Design, 2015, 69(C): 65-89.
- [23] MELCHELS F P W, DOMINGOS M A N, KLEIN T J, et al. Additive Manufacturing of Tissues and Organs [J]. Progress in Polymer Science, 2012, 37(8): 1079-1104.
- [24] BHATTACHARJEE D, SHARMA G, BERA R. Universal Intelligent Sensor Interface [J]. International Journal on Smart Sensing & Intelligent Systems, 2015, 8(4): 2307-2327.
- [25] FILALI A, ROTH S, ROBERT M, et al. Intelligent Sensor: Object Approach [J]. Ifac Proceedings Volumes, 1994, 27(3): 97-10.
- [26] HU F. Intelligent Sensor Networks - the Integration of Sensor Networks, Signal Processing and Machine Learning [J]. Measurement Techniques, 2016, 27(6): 535-537.
- [27] NIKOLAOS T, VAGGELIS G, DUNCAN M, et al. Adaptive Storage Location Assignment for Warehouses Using Intelligent Products [J]. Nature Communications, 2015, 6(1): 271-279.
- [28] 黄志雨, 嵇启春, 陈登峰. 物联网中的智能物流仓储系统研究 [J]. 自动化仪表, 2011, 32(3): 12-15.
- HUANG Zhiyu, JI Qichun, CHEN Dengfeng. Research on Intelligent Logistics Warehousing System in Internet of Things [J]. Process Automation Instrumentation, 2011, 32(3): 12-15.
- [29] 蒋家志, 刘国. 多机器人智能仓储系统中智能调度的研究 [J]. 机电工程技术, 2017(9): 82-84, 107.
- JIANG Jiazhi, LIU Guo. Research on Intelligent Scheduling in Multi-Robot Intelligent Storage System [J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2017(9): 82-84, 107.
- [30] 郭洪杰. 新一代飞机自动化智能化装配装备技

- 术[J]. 航空制造技术, 2012(19):34-37.
- GUO Hongjie. A New Generation of Aircraft Automation and Intelligent Assembly Equipment Technology [J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2012(19):34-37.
- [31] ZHONG R Y, XU C, CHEN C, et al. Big Data Analytics for Physical Internet-based Intelligent Manufacturing Shop Floors [J]. International Journal of Production Research, 2017, 55(9): 2610-2621.
- [32] 林汉川, 汤临佳. 新一轮产业革命的全局战略分析——各国智能制造发展动向概览[J]. 人民论坛·学术前沿, 2015(11):62-75.
- LIN Hanchuan, TANG Linjia. The Analysis of the Overall Strategy of the New Round of Industrial Revolution: An Overview of the Development Trend of Smart Manufacturing in Various Countries [J]. Frontiers, 2015(11):62-75.
- [33] 吕铁, 韩娜. 智能制造:全球趋势与中国战略[J]. 人民论坛·学术前沿, 2015(11):6-17.
- LV Tie, HAN Na. Smart Manufacturing: Global Trends and China Strategy [J]. Frontiers, 2015(11):6-17.
- [34] 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 Ji. Smart Manufacturing - "Made in China 2025" Main Direction [J]. China Mechanical Engineering, 2015, 26(17):2273-2284.
- [35] 潘健生, 王婧, 顾剑锋. 我国高性能化智能制造发展战略研究[J]. 金属热处理, 2015, 40(1): 1-6.
- PAN Jiansheng, WANG Jing, GU Jianfeng. Research on the Development Strategy of High Performance Intelligent Manufacturing in China [J]. Heat Treatment of Metals, 2015, 40(1):1-6.
- [36] 全济. 2017 年全国规模以上工业企业利润增 21% [N]. 中国石化报, 2018-02-27(005).
- TONG Ji. In 2017, the Profits of Industrial Enterprises above Designated Size Increased by 21% [N]. China Petrochemical News, 2018-02-27(005).
- [37] 杨华勇. 关于智能装备的思考和探索[J]. 中国科技产业, 2017(1):35-35.
- YANG Huayong. Thinking and Exploration of Intelligent Equipment [J]. Science & Technology Industry of China, 2017(1):35-35.
- [38] 王影, 冷单. 我国智能制造装备产业的现存问题及发展思路[J]. 经济纵横, 2015(1):72-76.
- WANG Ying, LENG Dan. The Current Problems and Development Ideas of China's Intelligent Manufacturing Equipment Industry [J]. Economic Review, 2015(1):72-76.
- [39] 任宇. 中国与主要发达国家智能制造的比较研究[J]. 工业经济论坛, 2015(2):68-76.
- REN Yu. Comparative Study on Intelligent Manufacturing Between China and Main Developed Countries [J]. Industrial Economy Review, 2015(2):68-76.
- [40] 刘峰. 全球制造业变革的前景与挑战——智能制造发展形势多重解析[J]. 人民论坛·学术前沿, 2015(11):18-26.
- LIU Feng. The Prospects and Challenges of the Global Manufacturing Revolution-Multi-analysis of the Development of Intelligent Manufacturing [J]. Frontiers, 2015(11):18-26.
- [41] 王田苗, 陶永. 我国工业机器人技术现状与产业化发展战略[J]. 机械工程学报, 2014, 50

(9):1-13.

WANG Tianmiao, TAO Yong. Industrial Robot Technology Status and Industrialization Development Strategy in China [J]. Journal of Mechanical Engineering,2014,50(9):1-13.

[42]左世全. 我国智能制造发展战略与对策研究 [J]. 世界制造技术与装备市场,2014(3):36-41,59.

ZUO Shiquan. China's Smart Manufacturing Development Strategy and Countermeasures [J]. World Manufacturing Engineering & Market,2014(3):36-41,59.

[43]王媛媛,张华荣. 全球智能制造业发展现状及中国对策[J]. 东南学术,2016(6):116-123.

WANG Yuanyuan, ZHANG Huarong. Global Smart Manufacturing Development Status and China's Countermeasures [J]. Southeast Academic Research,2016(6):116-123.



美日欧中韩五局 2017 年专利申请趋势分析

2018 年 5 月 14 日,日本专利局发布 2017 年专利申请趋势调查报告,梳理了日本、美国、欧洲、中国、韩国五局的专利受理数量、技术流向特点、技术领域分布等,同时对 PCT 申请及选定的专利受理数量领先的受理局进行了调查。

专利申请数量及技术流向特点

日、韩、中的本土申请比例较高;日本籍申请人对外申请中,向美国提出的申请数量最多,其次是中国、欧洲和韩国;中国籍申请人的对外申请数量少于其他国家向中国提出的申请。

技术领域分布解析

在五局受理的专利申请总量中,“计算机技术”领域的申请最多,其次是“电气机械、电气设备、电能”、“计量”、“声音影像技术”及“数字通信”;同时,“微观结构、纳米技术”领域的非本土申请率最高,其次是“有机化学、化妆品”、“生物材料分析”、“表面加工”和“基本电子元件”。

对不同国籍申请人在不同领域提出的专利申请量进行统计发现,日本籍申请人在“电气机械、电气设备、电能”领域的申请最多;美国籍申请人在“计算机技术”领域的申请最多;欧洲籍申请人在“运输”领域、中国籍和韩国籍申请人在“电气机械、电气设备、电能”领域的申请最多。

分析不同国籍申请人在各技术领域的对外专利申请比率发现,日本籍申请人对外申请率最高的是“生物材料分析”领域,美国籍和欧洲籍申请人为“高分子化学、聚合物”领域,中国籍申请人为“光学机械”领域,韩国籍申请人为“基本电子元件”领域。

分析五局受理专利申请的技术领域发现,日本在“电气机械、电气设备、电能”领域的受理数量最多;美国在“计算机技术”领域的最多;欧洲在“运输”领域的最多;中国和韩国在“电气机械、电气设备、电能”领域的最多。

分析日中韩受理的实用新型专利申请的技术领域发现,日本和韩国在“其他消费品”及“家具、游戏”领域的申请数量最多;中国在“电气机械、电气设备、电能”以及“土木工程”领域的申请最多。

黄未(西南交通大学)编译自
<https://www.jpo.go.jp/shiryou/gidou-houkoku.htm>
原文标题:平成 29 年度 特許出願動向調査 - マクロ調査 -