

doi: 10.7690/bgzd.2021.11.013

新一代信息技术与智能制造先进生产模式融合

程虹霞¹, 向俊², 张博¹

(1. 中国兵器装备集团自动化研究所有限公司, 四川 绵阳 621000;

2. 中国人民解放军 77228 部队, 云南 大理 671000)

摘要: 为促进科技工业制造转型升级, 探讨新一代信息技术与智能制造先进生产模式的融合方式。对国外新一代信息技术与先进制造融合的成功实践进行分析, 基于我国智能制造业信息化基础, 提出我国智能制造业生产模式应用实施新一代信息技术的建议。结果表明, 该分析可为推进我国制造业工业化信息化建设提供参考。

关键词: 新一代信息技术; 智能制造; 先进生产模式

中图分类号: **文献标志码:** A

Discussion on Fusion of New Generation Information Technology and Advanced Production Mode of Intelligent Manufacturing

Cheng Hongxia¹, Xiang Jun², Zhang Bo¹

(1. Automation Research Institute Co., Ltd. of China South Industries Group Corporation, Mianyang 621000, China;

2. No. 77228 Unit of PLA, Dali 671000, China)

Abstract: In order to promote the transformation and upgrading of science and technology industrial manufacturing, the integration of the new generation information technology and intelligent manufacturing advanced production mode is discussed. The successful practice of the integration of the new generation information technology and advanced manufacturing in foreign countries is analyzed. Based on the information foundation of the intelligent manufacturing industry in China, the suggestion of the application and implementation of the new generation information technology in the production mode of the intelligent manufacturing industry in China is put forward. The results show that the analysis can provide reference for the industrialization and informatization construction of manufacturing industry in China.

Keywords: new generation information technology; intelligent manufacturing; advanced production mode

0 引言

新一代信息技术的重大创新为制造业带来了新的变革, 在现代工业全方位融合的趋势下广泛向工业领域渗透。当前, 美、欧、日等军事强国已经围绕赛博物理信息系统、物联网、工业互联网、工业大数据、云计算等制定了一系列规划, 进行战略部署, 推动技术发展, 以应对新一轮科技革命和产业革命所带来的挑战。

我国“信息化带动工业化、以工业化促进信息化”促进工业技术和信息技术相融合的两化融合发展战略, 进一步加强了信息化建设顶层设计与统筹规划, 开展了数字化生产线、管理信息化等方面的建设, 推动了工业化核心能力提升, 有效保障了制造化任务的完成; 但整体来看, 当前我国制造业大部分单位信息化建设还存在整体规划缺乏、核心业务覆盖程度不全等现象, 且生产管理固有的复杂程度高、难度大等特点, 也给制造业的信息化建设工

作造成了极大的困难和挑战, 传统工业生产管理方式已不能适应新的创新发展模式^[1], 一定程度上影响了传统制造业数字化、网络化、智能化、服务化的“四化”并进建设步伐。

新一代互联网信息技术作为一种新兴的战略性资源, 其发展和应用是中国传统制造业转型升级的内在推动力量。在工业 4.0 阶段, 互联网将成为制造业的基础设施, 云计算将成为公共服务, 大数据将成为生产资料^[2], 而在此过程中, 互联网、云计算、大数据等新一代信息技术与先进制造技术的深度融合, 将促进产品设计研发、生产制造、数字化管理、生产模式等诸多方面的发展变化, 促进科技工业制造转型升级^[3]。

1 与智能制造先进生产模式深度融合

随着新一代信息技术的快速发展及其与先进制造技术的相互融合, 基于模型的设计与制造、专家系统、智能传感器等技术不断取得突破, 柔性制造、

收稿日期: 2021-08-30; 修回日期: 2021-09-25

作者简介: 程虹霞(1975—), 女, 安徽人, 高级工程师, 从事武器装备项目总体论证、方案设计和基础研究。

E-mail: chenghongxia1536@163.com.

精益生产、敏捷制造等生产模式呈现出智能化发展变化；云制造、智慧工厂等一些全新生产模式也获得高度重视，在一些先进科研机构或企业开始研究实施应用；此外，生产模式也逐渐外延，从制造产品向制造服务转变，为客户提供了产品全生命周期制造服务。笔者对新一代信息技术与智能制造先进生产模式的几种融合方式进行探讨。

1.1 客户个性化定制的柔性制造模式

随着生产方式从大批量生产到多品种小批量(或变批量)的发展变化，生产模式也在不断发展变化，从流水线生产到精益生产、敏捷制造，降低了产品制造成本，提升了响应能力。当前，随着信息技术的快速发展以及与制造业的不断融合，互联网结合计算智能、柔性制造，针对消费者个性化需求，实现定制产品的批量生产将成为新的生产方式，而以客户个性化定制为特征的柔性制造模式将成为新的发展方向^[4]。

以客户个性定制为特征的柔性制造模式，其柔性主要体现在 2 方面：一是制造技术、设备的柔性化智能化；二是快速响应客户的定制化需求。在设备技术柔性化智能化方面，通过传感器对生产现场的实时感知和设备的自适应控制来大幅提升制造柔性；通过 AGV 小车及物流调度系统来提高物流柔性；通过工艺知识库及均衡化混线生产系统来提高生产计划柔性；通过生产线及柔性制造系统的模块化配置，来提升车间的扩展柔性。在快速响应客户定制化需求方面，新一代信息技术实现客户需求的预测并尝试让客户参与产品研发，以及提供个性化的产品、服务及体验等^[5]；另外，通过互联网采集大量的消费数据进行动态生产方式调整，以快速适应客户需求变化。

英国谢菲尔德大学-波音先进制造技术研究中心打造出英国首个能够实现任意零部件生产和装配全面可重构的研究型工厂“Factory 2050”，旨在成为世界上最先进的智能工厂，通过探索高新技术来满足企业和消费者规模化定制的需求。“Factory 2050”综合运用前沿的制造和组装技术、智能机器人技术、柔性自动化技术、无人值守工作区、即插即用机器人与虚拟环境下离线编程技术、3D 打印技术、UI 技术等，通过提供不断变化的产品，来帮助制造企业应对来自不同行业客户不断增加的需求。

MTU 航空发动机公司通过建立柔性整体叶盘制造系统，充分采用智能控制理念，开发出复杂构

件适应性加工技术与系统，具备全加工过程中的状态感知、实时分析、自主决策、反馈控制等功能，能够将其整体叶盘的年产量由 600 个提升至 3 500 个，每个整体叶盘的加工周期不到一周。

1.2 网络化敏捷制造模式-云制造

“云制造”是现有云计算以及制造业信息化中的网络化制造、ASP 平台、制造网格等概念和技术的延伸和拓展，是一种面向服务、高效低耗和基于知识的网络化敏捷制造新模式。其是在拓展了云计算的资源共享内容、服务模式和技术基础上，在基础设施即服务、平台即服务、软件即服务基础上的延伸和发展。当用户在终端上提出需求，云制造平台将自动从虚拟制造云池中为用户构造“虚拟制造环境”^[5]，使用户能像使用水、电、煤、气一样地使用所需的制造资源和制造能力。它可以把所有制造业的硬件资源、软件资源、企业资源、专家资源和知识资源，通过云数据模式提出未来在云体系下制造业的新发展模式。

2010 年 8 月欧盟第 7 框架启动了云制造项目(ManuCloud)，总投资 500 万欧元，目的是在一套软件即服务(software-as-a-service)应用的支持下，实现柔性化的生产网络层和流程层，并为用户提供定制的制造能力服务。该项目由德国弗劳恩霍夫研究所制造技术和自动化分部(IPA)牵头，德国、英国、奥地利、匈牙利 4 个国家的大学、研究所和企业工程承担，已在光伏、OLED 和汽车行业示范。

2015 年 7 月，美国国家数字化制造与设计创新机构启动了开源软件项目—“数字化制造公共资源(digital manufacturing commons, DMC)”，旨在发展一个可用来共享、使用制造数据和分析工具的在线平台。DMC 以通用电气公司(GE)为 DARPA AVM 计划创建的 VehicleFORGE 众包平台以及麻省理工学院的基于分布式对象的建模环境(distributed object modeling environment, DOME)技术为基础，支持一个用户可共享数据、分析模型、仿真等的在线社区，所有基于平台的源代码均可根据开源许可协议(主要是 MIT/X11 协议)使用。DMC 为 DMDII 与 GE 公司全球研发中心联合项目，由全球研发中心创建开放式平台，DMDII 以开源软件项目的方式实现系统开发。这种以开源包的形式提供数字化市场公共资源，可促进标准化、互操作性及安全性，鼓励制造创新和创造力发展。以该项目为基础，该创新机构启动“弹性云制造”“弹性云制造：供应

链配置使用案例”等项目,通过 DARPA “自适应车辆制造 (adaptive vehicle manufacturing, AVM) 工具集成”项目,使中小型企业可以便捷地通过 DMC 使用自适应车辆制造建模、仿真与分析工具,并在整个供应链集成 AVM 工具,进一步验证在整个供应链(从中小型企业供应商到新型制造商)中 AVM 工具商业化的新路径,以应对新一代信息技术对制造技术的挑战。

1.3 全新智能制造模式并用于智能工厂建设

智能工厂作为智能制造技术的重要实现载体,其目标是通过网络实物系统、大数据、云计算、增材制造、智能制造装备等智能制造关键技术工厂中的实际应用,使物理信息系统、制造设备、人达到高度同步融合,优化配置生产要素,使供应链、工厂和加工单元的效率达到最高、对环境的不良影响最小,实现优质、高效、柔性、绿色的生产制造^[6-7]。美国 GE、日本山崎马扎克等大型企业生产的产品种类多、市场规模大,拥有良好的数字化智能化基础,积极探索适于产品发展需求的智能制造新模式,推出智能工厂建设整体解决方案,应用于新工厂建设,并开始向客户推广,向制造服务化迈进。

GE2012 年首次提出“工业互联网”战略,引领新一轮工业革命浪潮。2014 年,GE 将“工业互联网”和先进制造融合,提出了如图 1 所示的“卓越工厂”制造模式^[8]。其核心思想是实现智能制造全价值链的数字化和智能化,大幅优化制造资源配置,提升制造系统效率。按照该模式,2015 年 2 月,在印度建成其全球首家智能工厂,12 月在波兰建成第 2 家;2016 年 4 月,在美国建成第 3 家,8 月开始在加拿大启动建设第 4 家,未来还将建设十余家。这些智能工厂可实现高度柔性生产,根据不同地区需求,在同一厂房内,用相同生产线制造航空发动机、燃气轮机、风力发电机等不同类型产品。2015

年底,GE 根据智能工厂建设经验,推出名为“卓越制造”的智能工厂软件整体解决方案,以 Predix 云平台为基础,将设计、制造、供应链、销售、服务等环节集成到一个可扩展的智能系统中,实时采集、分析、优化数据,实现工厂智能化生产。该方案实施后,可使突发停工期缩短 10%~20%,库存降低 20%,不同产品转产效率提升 20%。

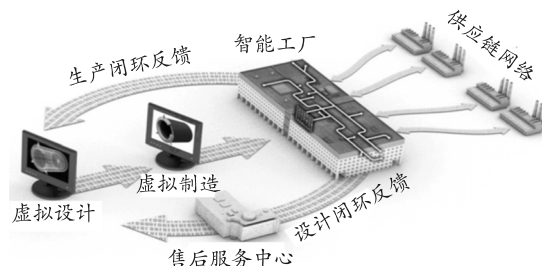


图 1 卓越工厂制造模式

日本山崎马扎克公司的“iSMART”工厂概念如图 2 所示。2016 年 3 月,日本山崎马扎克公司宣布将在日本新建一家“基于物联网”的智能制造工厂。该工厂的建设实施全面采用山崎马扎克公司于 2015 年初提出的“iSMART”工厂概念,也是采用“iSMART”工厂概念建立的第 3 家智能工厂。“iSMART 工厂”是一个动态发展的概念,旨在不断将先进制造装备、自动化技术和先进生产实践进行集成,最终实现全部数字化集成。“iSMART 工厂”将采用全数字化集成的先进制造单元和系统,实现过程控制和操作监控数据信息的共享;通过 MTConnect 开放通信协议与各类工艺软件协作,收集来自不同生产车间、单元、设备以及过程的数据;通过个人计算机和智能电话等便携式电子设备,工厂的管理和制造部门均能便捷访问同一实时制造数据信息,以提高总体生产效率,并对客户需求的变化做出快速响应;工厂内所有制造系统都被设计成“可快速转换”,以适应小批量、多组件产品的生产需求。其目标是生产周期缩短 30%,半成品和成品库存量削减 30%,管理工时降低一半。

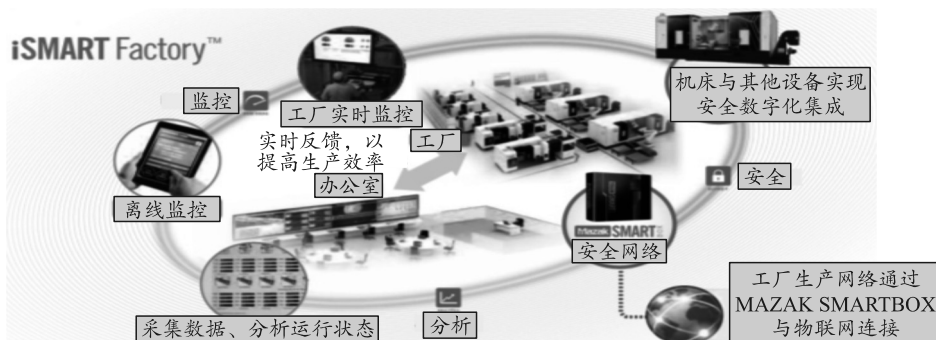


图 2 日本山崎马扎克 iSMART 工厂概念

1.4 从制造产品向制造服务转变

云计算、数据融合处理与分析、远程监控与诊断等技术发展,有助于军工企业从产品研发设计制造向使用维修等方面拓展,基于与设计、制造相同的网络信息平台对武器装备进行使用过程监控、数据采集、健康管理、视情维修等,提供制造服务^[9]。

罗罗公司实施的全方位关怀计划(Total Care)涵盖了航空发动机制造和使用的全过程。它利用全球网络技术实时监测航空发动机在飞行中的状态,实时接收发动机数据,进行健康诊断,实现状态维修。罗罗公司与微软公司在 2016 年德国汉诺威工业博览会上宣布合作,将微软 azure 物联网套件和 cotana 智能套件整合到整体服务解决方案中,以拓展数字功能,实现智能航空发动机;微软提供的套件可以采集航空发动机的安全运行数据、空中交通管制信息、航线和燃油使用数据,从而监控异常运行并提供智能反馈。Airthm 是空中客车公司最新推出的实时健康监测系统,可以实时监测系统的健康状况,排除故障,指导备件供应,并利用 ACARS 实时采集和分析远程数据,实现运行数据对设计和制造过程的反馈。普惠公司致力于与 IBM 公司合作,使其商用发动机所生成的数据流具有更好的可视化功能,并有助于普惠公司扩展其目前的性能检测能力;该公司正努力使发动机的维修具有高度可预测性,目前已开发了一种能够实现早期预警,提前监测的工具。

2 启示与建议

现今,我国正处于制造业工业化信息化建设中后期阶段,积极推进工业从大到强是现代化进程中的历史使命。要以中国特色新型工业化道路为主线,以促进产业转型升级为核心^[10]。

在我国智能制造业信息化基础上,笔者提出我国智能制造业生产模式应用实施新一代信息技术的具体建议如下:

1) 以推进智慧院所和智能车间建设为契机,合理布局新一代信息技术应用。

目前,我国智能制造业正开始推进智能研究院和智能车间的建设。要以此为契机,合理安排新一代信息技术应用,推进实体基础设施与信息基础设施融合,建设智能基础设施。要充分利用物联网、云计算等新一代信息技术在科研管理的各个领域,以最大限度地开发、整合和利用各类信息资源为核心,通过智能解决方案,实现智能感知,建模、分

析、集成、处理,以更加精细化、动态化的方式全面提升学院的创新、服务和管理能力及效率。

从工业产品的全生命周期出发,分析产品开发的阶段、开发、生产制造、成熟使用、废品处理等阶段,从需求分析、概念设计、详细设计等关键活动中提炼出各阶段的适用技术,设计定型、生产制造、试验等工程设计、后勤保障运行和培训,建立信息技术体系。

创新高度灵活的个性化和数字化产品以及服务的生产模式。现代传感器技术、网络技术、大数据技术等信息技术广泛应用于产品设计、生产、交付等生产经营全过程。它收集、传递、存储、计算和分析产品全生命周期的相关信息,对整个生产经营过程进行建模、仿真、控制和优化,使其具有灵敏、准确的感知能力和正确的判断能力,灵活的自组织能力和有效的协同执行能力,从数据挖掘中发现生产经营全过程的知识,为管理者提供决策支持。

2) 构建覆盖从政府到企事业单位多层次的大数据应用服务体系。

政府部门数据中心掌握工业制造项目、关键设备、科技成果、专家人才、经济运行等各类信息,形成全球管理视野,从而为宏观战略视角和微观变革感知提供支持。面向工业集团的数据中心,不仅可以通过信息交换及时了解政府信息,而且可以通过对集团内部信息的掌握和调度,提高管理效率。通过信息共享,促进产业集群间的相互匹配、共同攻关,促进智能制造产业间的产业链整合。企事业单位数据中心可以及时提供政策、科技产业信息设备、人才等信息共享,增强创新能力。

重点抓好信息管控体系建设。信息化建设是一项长期的工作。为了保证信息化对企业可持续发展的有效支撑,有必要建立一套适合企业特点的信息化管理体系,包括 IT 组织、人员结构和相关的工作流系统。在建设和运行维护过程中,对系统的实施和应用情况进行跟踪和改进,对发现的问题及时收集,并定期进行专项调整,确保信息系统能够满足企业业务发展的要求,为信息化建设继续按规划方向推进提供能力保障。

建立一个可靠的安全防护体系。作为信息化建设的重要内容和前提,要制定高水平的工控系统安全策略和实践规范,创建通用测试平台,消除后补丁,建立健全基础信息安全体系,在保证信息安全保密的同时,提高信息的保密程度。

3 结束语

新一代信息技术与制造业的深度融合，将推动我国制造业的制造技术体系、制造模式、产业形态和价值链发生巨大变化。在新的国际环境和历史条件下，我们要抓住科技革命的机遇，发挥后发优势，走新型工业化道路，优化产业结构，推动产业发展，促进产业转型升级和经济发展。

参考文献：

- [1] DAY C P. Robotics in industry—Their role in intelligent manufacturing [J]. Engineering, 2018, 4(4): 440-445.
- [2] JUNG H, JEONG B, KIM D W. Foreword: Special issue on flexible automation and intelligent manufacturing[J]. Ind Eng Manag Syst, 2018, 17: 165.
- [3] 陈明, 梁乃明. 智能制造之路: 数字化工厂[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016: 20-72.
- [4] 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: 2273-2275.

(上接第 45 页)

3.5 落实编制体制

现阶段无人机作战已上升成为一个立体作战，既有空军作战的一些特点，又需适应陆军作战甚至海上作战的一些特点，要求部队全面掌握每个领域的战术、基本情况，以具备随时应对无人战争的能力。无人机作战部队要有自己独立的编制体制，需要独立的管理方法、科学的训练计划、明确的训练内容，科学实施实装及飞行训练，做好特情处置^[11]，并需尽快形成成熟的战斗力及与其他军种相互协同作战的能力。

4 结束语

我国正处于将强未强的历史关键期，随时可能面临局部战争或全面战争，必须紧跟科技发展潮流，积极应对历史机遇。要使军事行动适应现代高新科技发展，必须加强无人战场的研究，提高军用无人机的专业建设能力，在牢牢掌握核心科技的同时，充分发挥无人机优势，建设一支能力全面的无人机作战部队，为祖国的繁荣昌盛保驾护航。

参考文献：

- [1] 王彤. 纳卡冲突中无人机运用情况及思考[EB/

- [5] CARDIN O, OUNNAR F, THOMAS A, et al. Future industrial systems: best practices of the intelligent manufacturing & services systems (IMS 2) French Research Group[J]. IEEE Trans Ind Inf, 2016, 13: 704-713.
- [6] ECK N J V, WALTMAN L, DEKKER R, et al. A comparison of two techniques for bibliometric mapping: Multidimensional scaling and VOS[J]. J Am Soc Inf Sci Technol, 2010, 12: 2405-2416.
- [7] STROZZI F, COLICCHIA C, CREAZZA A, et al. Literature review on the ‘Smart Factory’ concept using bibliometric tools[J]. International Journal of Production Research, 2017, 55(22): 6572-6591.
- [8] ZHONG R Y, XU X, KLOTZ E, et al. Intelligent manufacturing in the context of Industry 4.0: A review[J]. Engineering, 2017(3): 616-630.
- [9] ZHONG R Y, XU C, CHEN C, et al. Big data analytics for physical internet-based intelligent manufacturing shop floors[J]. Int J Prod Res, 2017, 55: 2610-2621
- [10] 周佳军, 姚锡凡. 先进制造技术与新工业革命[J]. 计算机集成制造系统, 2015, 21: 1963-1978.

OL]. [2020-10-19]. https://www.sohu.com/na/425765016_120520226.

- [2] 宋心荣. 乌克兰引进土耳其 TB-2 无人机的背后[J]. 兵工科技, 2019(9): 29-30.
- [3] 张建华, 赵晨皓, 吕诚中. 察打一体无人机发展现状及趋势[J]. 飞航导弹, 2018(2): 19-24.
- [4] 亚丁. 首次参战——纳卡冲突中的“哈洛普”巡飞攻击无人机[N]. 中国航空报, 2016-12-13(4).
- [5] “纳卡”冲突制胜关键[J]. 航天电子对抗, 2020, 36(5): 50.
- [6] 董明宝, 刘中山, 周强. 无人机在叙利亚战争中的运用及启示[J]. 空军指挥学院学报, 2020(3): 77.
- [7] 朱涛, 李淋杰, 凌海风. 无人机在叙利亚战争中的作战运用与启示[J]. 飞航导弹, 2018(11): 32-33.
- [8] 察打一体无人机将令防空防不胜防, 导弹打价廉的无人机得不偿失[EB/OL]. [2020-10-05]. http://m.sohu.com/a/422706300_100122108.
- [9] 郁一帆, 王磊. 无人机技术发展新动态[J]. 飞航导弹, 2019(2): 40-41.
- [10] 没有核心科技! 在纳卡冲突大杀四方的土耳其 TB-2 无人机面临停产 [EB/OL]. [2020-10-07]. http://3g.163.com/news/article_so/FOCFHA8053722CL.html.
- [11] 刘超, 高文举, 徐瑞东. 美军无人机使用中安全现状分析及对我军无人机训练的启示[J]. 装甲兵士官, 2019, 35(1): 92-93.