

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2019.03.005

“中国制造 2025”下的民用航空智能工厂建设研究

何 欢*

(上海飞机制造有限公司, 上海 201324)

摘 要:

以“工业 4.0”为代表的新一轮工业革命的浪潮席卷全球,航空工业作为“工业之花”正积极实践智能制造理念,航空智能工厂建设如火如荼。在对智能制造及智能工厂相关理论进行解读的基础上,总结提炼出民用航空智能工厂建设趋势,并对中国商飞公司智能工厂的建设进行展望,以期有所启发。

关键词: 智能制造;航空;“中国制造 2025”;智能工厂

中图分类号: F426

文献标识码: A

OSID:



0 引言

随着新一代信息通信技术与制造业的深度融合,智能制造已成为全球制造业发展的客观趋势。作为我国“大飞机”专项的实施主体以及实现我国民机产业化的主要载体,中国商飞公司正积极探索和应用一系列智能制造技术。但是,航空制造企业在快速推进并实现数字化、自动化之后,正面临难以跨越的智能化应用障碍。因此,有必要对智能制造、智能工厂以及航空智能工厂的基础理论进行研究,对民用航空智能工厂建设趋势进行分析总结,为我国民机产业智能制造的发展提供参考。

1 “中国制造 2025”下的智能制造与智能工厂概述

1.1 智能制造

“中国制造 2025”是中国针对先进制造业推出的制造强国行动计划,为期十年。两化融合则是实施“中国制造 2025”的基础要素之一,是推进实施制造强国战略的灵魂和主线。智能制造是在信息化与工业化深度融合的基础上形成的全新制造系统。

纵观智能制造几十年的发展历程,各种各样的

智能制造范式不断涌现,譬如数字化制造、智能化制造、敏捷制造、柔性制造、精益生产、集成化制造、智慧工厂、云制造等。智能制造的范式相互影响,相互融合,迭代升级。在分析和总结智能制造发展的基础上,可归纳总结出三个基本范式:数字化制造,“互联网+制造”,新一代智能制造,如图 1 所示^[1]。

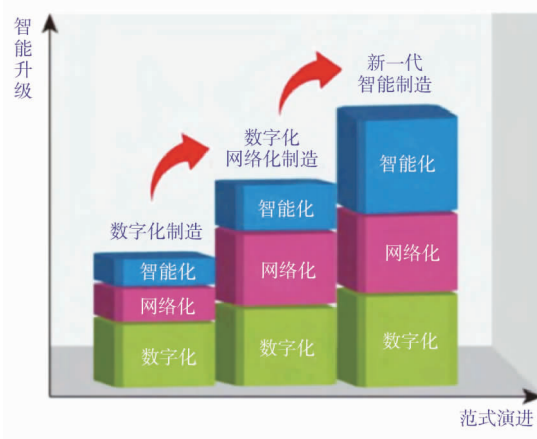


图 1 智能制造的基本范式

对智能制造相关关键技术的应用,将彻底变革制造企业的生产模式、运营模式,甚至是商业模式和决策模式,为企业的创新和智能化发展提供强有力

* 通信作者. E-mail: hehuan@comac.cc

引用格式: 何欢.“中国制造 2025”下的民用航空智能工厂建设研究[J].民用飞机设计与研究,2019(3):32-36. HE H. The Construction of Intelligent Plants in Civil Aviation Industry Under “Made in China 2025” Plan[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2019(3):32-36(in Chinese).

的支撑^[2-3]。如图 2 所示。

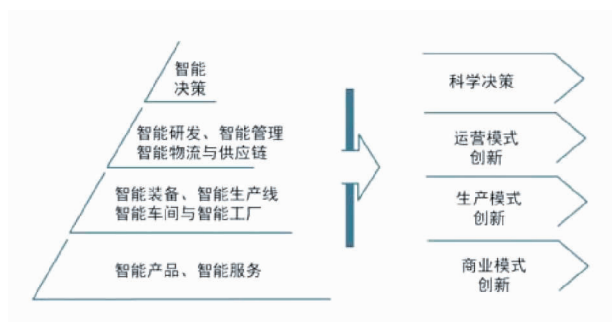


图 2 智能制造的关键技术

1.2 智能工厂

智能工厂是实现智能制造的载体与依托,是制造业实现高质量发展、转型升级的根本路径。智能工厂强调生产数据,测量数据,质量数据采集的自动化,无需手动输入信息即可实现 PDCA 循环,

制造过程的自动化,制造系统的集成化,决策过程的智能化,服务过程的主动化是其最基本的特征。智能工厂的框架体系主要包括三个部分^[4]:智能决策与管理系统,数字化制造平台,智能车间及生产线。其核心架构及模型布局分别如图 3、图 4 所示^[5]:

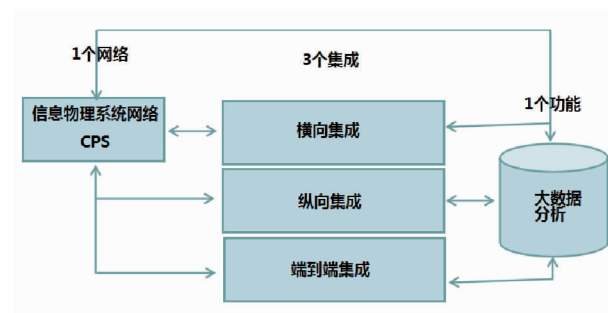


图 3 智能工厂的核心架构图

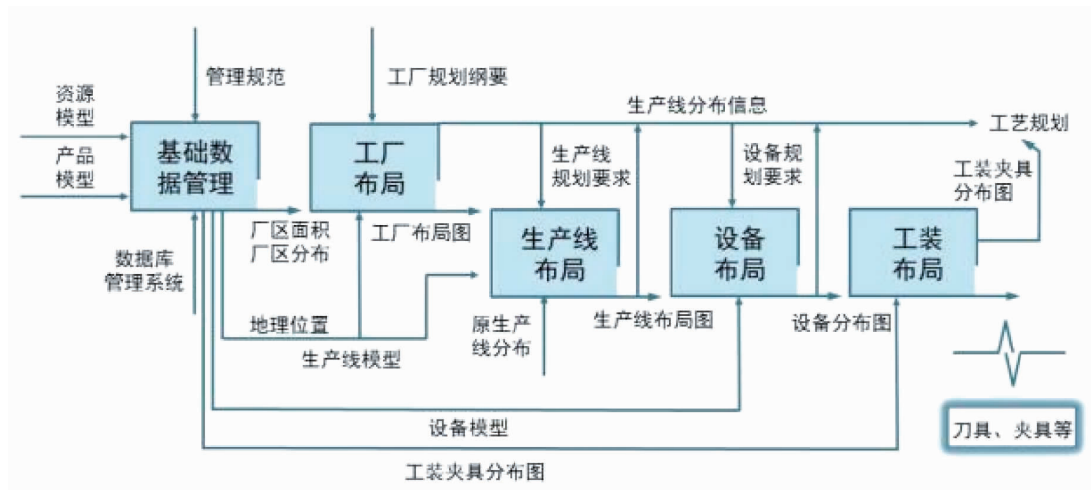


图 4 智能工厂布局模型图

2 民用航空智能工厂的应用迁移

未来,高端装备制造业的发展趋势是全球化、数字化、网络化、虚拟化和智能化。制造业全球化意味着相关企业可以充分利用全球资源,积极参与国际分工,展开国际合作与竞争,形成具有共享机制和动态反应能力的虚拟动态联盟。数字化与信息化是实现高端制造技术的核心,也是促进技术持续发展的基础。网络化在数字化的基础上实现先进制造各单元的连接,是整体化、有序化的必由之路。虚拟化能够将人工智能集成到制造过程的各个方面,并可通过模拟专家的思维活动来取代或扩展制造系统中的一些脑力劳动。在制造过程中,系统具备自组织能

力,可以自动监控其运行状态,并充分利用制造物联网技术,实现产品和制造过程智能化。

2.1 民机智能制造的特征和要素^[6]

结合民机制造的特点,可归纳出民机制造领域的智能制造特征是:“动态感知,实时分析,自主决策,精准执行”,如图 5 所示。

民机智能制造主要涉及三个核心要素:数字化、网络化、智能化。数字化的特征表现为产品全生命周期数字量传递、系统描述模型化和制造过程模型化。网络化的特征表现为价值链协同、设计、制造、管理、服务集成和能力单元动态配置。智能化的特征则表现为延展自主化能力、提高自适应程度和形成自优化机制。所谓延展自主化能力,就是要通过

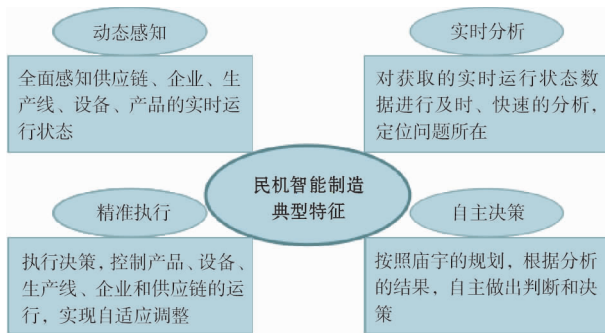


图5 民机智能制造的典型特征

提炼人的业务职能和制造智能来形成机器智能,由此拓展控制系统的自主化能力。提高自适应程度这是要面向生产线和设备的互联互通,构建具有异构、异构、异类特点的 CPS 网络,进而通过服务和总线将其连接为基于云的工业 CPS,使其具备感知、处理、决策和执行的能力。形成自优化机制是指以工业系统持续演进为目标,通过数据积累、分析与决策,形成知识驱动的自学能力,实现市场、开发、制造、管理、支持业务运行模式的优化和运行过程的智能检测与控制,如图6所示。

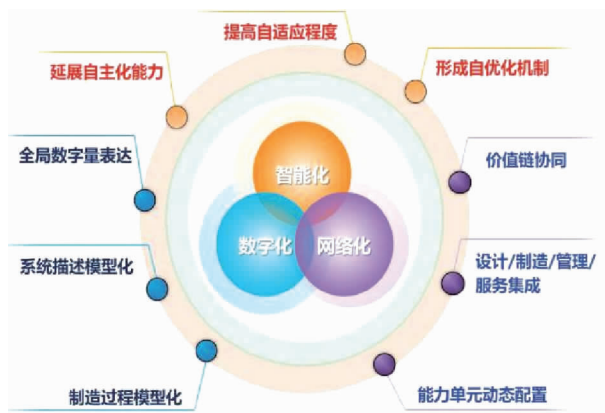


图6 民机智能制造的核心要素

2.2 民机智能制造的发展趋势^[7-16]

1) MBE 将成为民机智能制造的新起点

在美国下一代制造技术计划 (NGMTI) 提出了“基于模型的企业 (Model - Based Enterprise, 以下简称 MBE)”这一新的制造理念,并且已在美国飞机制造业中开展了探索性的应用。MBE 是一个数字化制造实体,主要包括三大部分:基于模型的工程 (Model Based Engineering, MBe), 基于模型的制造 (Model Based Manufacturing, MBm), 以及基于模型的持续保障 (Model Based Sustainability, MBs)。

MBE 是数字化工厂的发展与延续,并在其基础上更进一步,它使用全方位、多角度、科学系统的建模仿真技术和分析处理工具,进一步优化产品的全生命周期流程,及时发现问题并给出最科学的解决方案,为工厂管理决策提供直接支撑,从根本上提高产品的设计研发效率、生产制造质量、市场响应能力和客户服务水平。MBE 集成了航空制造领域的先进技术,代表着飞机数字化设计与制造的未来。

早在 20 世纪 80 年代,波音公司就开始应用三维数字化设计工具;在 777 项目上更是率先提出并应用 MBD 技术,实现了全三维数字整机设计。如今,MBE 更是在以波音、空客为代表的民机制造企业中得到广泛应用,在波音 787、空客 A350 等飞机项目的研制过程中,打通了基于模型的数字化产品设计与制造的各个环节,未来将实现 MBE 在飞机型号全生命周期的广泛应用。

2) 工业互联网将成就民机智能制造的新突破

工业互联网由网络、平台、安全三个部分构成,涉及传感器、网络、云计算、工业大数据等信息技术要素,是一种新型业务模式以及在赛博空间下的信息交互能力的体现。随着信息技术,物联网技术的快速发展,工业互联网成为实现智能制造重要载体,也成为产业高质量发展的制高点。德国发布了“工业 4.0”,美国大力推动“工业互联网”,我国则致力于实现“互联网+先进制造业”,这都反映出了智能制造时代的到来,“互联网+制造”将成为产业新一轮的热点。工业互联网也成为民机智能制造转型升级的有力推手。

目前,空客正在努力打造一个制造系统物联网,将智能设备(如测量设备,铆接设备,紧固设备等)无线连接到飞机装配中的中央控制台和工厂数据库。通过定位信息,实现工作程序的自动化部署。同时,借助大量的传感器实时采集数据,通过数据分析和操作控制来保障产品的质量。波音公司正尝试在设计、制造等全产业链上应用基于物联网 IIoT 的区块链解决方案。通过区块链技术,波音可追溯每个零部件的生产情况和使用细节。产业链各个环节上的主体,包括供应商、客户、维修服务商、甚至监管机构,一旦获得授权,都可以访问这些信息。区块链技术在民机制造领域的发展和应用,将有助于主制造商降低仓储物流成本,提高生产效率,为飞机的维修维护提高更好的支持。同时,工业互联技术在波音公司民机客服工

程中的广泛应用,将使其能够实现对产品使用过程的主动监测、关键结构或组件的连续跟踪、产品工作状态的即时分析、基于工作状态的维护更换等,这将有助于提升产品维护与服务的实时性和运行效率。

3) 人工智能将引领智能工厂建设的新发展

尽管目前人工智能和深度学习技术目前在先进制造领域的应用还不够广泛,但其发展潜力和发展前景已在业界达成广泛共识,许多高端制造企业也对人工智能的应用开展了积极的探索。随着人工智能在智能工厂领域的介入程度逐步加深,将带来一系列明显的效果,譬如降低成本、提高效率、提升质量乃至业务模式的转变,智能工厂也将呈现新的活力。

人工智能将在智能制造模式的升级迭代过程中发挥巨大的作用:物联网是新一代智能制造的基础,生产设备的全面互联可以实现信息的流动与应用,借助传感器,可实时收集采集生产过程中的全面数据,对这些数据进行集成、分析,再利用深度学习技术进行迭代,将结果反馈于系统并进行改进,将能实现生产过程的高度自动化和自组织;基于人工智能的预测(如原材料需求预测、预测性维护等)成为发展的一大方向。

新一代的智能制造模式融合了人工智能等技术,已成为国外民机制造商发展的重点和方向。2015年空客集团就已提出了“未来工厂”的建设思路,目前正围绕虚拟现实、智能眼镜、类人机器人等技术进行深入研究。2015年,波音公司与高校合作建立了“航空数据分析实验室”,探索利用人工智能、大数据分析、机器学习等技术来优化飞机的运营,并将大数据分析的结果反馈到飞机的设计和制造中。同时,波音公司正在开展基于人工智能的民机自动驾驶研究和试验,以提高飞机运营的安全性。

3 民机制造企业智能工厂建设展望

民机智能制造的三大发展趋势与智能制造的三个基本范式之间存在深度联系。三个基本范式虽代表了不同的发展阶段,具有不同特征,但有着一脉相承的体系,但在发展演化的过程中,它们并不是彼此割裂的,而是相互融合、相互促进、迭代升级。

尽管起步较晚,但中国的民机制造企业都在智能工厂方面开展了积极的探索,中国商飞也在浦东祝桥建立了5G园区,全力打造智能制造生产线。在后续推进实施过程中,中国民机制造企业可采用

三种制造模式“并行推进、融合发展”这一赶超型技术路线,走“数字化+网络化+智能化”的智能工厂创建之路,推动实现中国民机制造业的智能化升级,促进产业高质量发展。一方面,须坚持“创新领先”,充分利用5G、物联网、云计算、人工智能等技术手段,推进新技术、跨界技术与民机制造技术的深度融合,加快新一代智能制造技术的研发和应用。另一方面,企业须实事求是,在数字化与智能化转型中做好规划,循序渐进地推进基于模型的企业建设,逐步完成技术改造与智能化升级。初期以应用和推广“互联网+制造”模式为主,在时机成熟的基础上,未来,可将发展的重点转向“新一代智能制造”模式。

参考文献:

- [1] 周源,臧冀原,王柏村,等. 智能制造的三个基本范式:从数字化制造、“互联网+”制造到新一代智能制造[J]. 中国工程科学, 2018, 20(4): 13-18.
- [2] Kagermann H, Helbig J, Hellinger A, et al. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0[M]. Forschungsunion, 2013: 5-78.
- [3] 马英俊. 智能制造的十大方向[J]. 中国电梯, 2018(19).
- [4] 杜宝瑞,王勃,赵璐,等. 航空智能工厂的基本特征与框架体系[J]. 航空制造技术, 2015(8): 26-31.
- [5] 宋慧欣. 打造中国版“智能工厂”,中国工业企业在行动[J]. 自动化博览, 2016(1): 31-32.
- [6] 李志强,王湘念,王焱. 航空智能制造架构及发展途径[J]. 国际航空, 2016(7): 54-57.
- [7] 向恒. 浅析智能制造在航空航天制造业的应用[J]. 智能制造, 2018(6): 40-42.
- [8] 刘亚威. 新工业革命下航空智能制造的三大典型范例[C]//探索 创新 交流(第7集)——第七届中国航空学会青年科技论坛文集(下册). 北京:中国航空学会 2016: 556-559.
- [9] 刘亚威. 新工业革命与未来航空制造[C]//2015年第二届中国航空科学技术大会论文集. 北京:中国航空学会 2015: 201-204.
- [10] 陶永,李秋实,赵昱. 大力发展航空智能制造支撑高端装备制造转型升级[J]. 制造业自动化, 2016, 38(3): 106-111.
- [11] 饶有福. 基于模型的企业(MBE)在航空业的实践与发展[J]. 航空制造技术, 2015(18): 89-91.
- [12] 高星海. CPS与航空工业智能制造实践[J]. 信息技术与标准化, 2016(1): 22-25.
- [13] 郭洪杰,杜宝瑞,赵建国,等. 飞机智能化装配关键技术[J]. 航空制造技术, 2014(21): 44-46.

- [14] 王建华, 李汝鹏. 飞机数字化设计与制造技术最新发展[J]. 航空制造技术, 2016(5): 78-82.
- [15] 姚艳彬, 邹方, 刘华东. 飞机智能装配技术[J]. 航空制造技术, 2014(23): 50-52.
- [16] 张新苗, 余自武, 杨雨琦. 人工智能在波音 787 上的应用与思考[J]. 工业工程与管理, 2017(6): 169-174.
- [17] 诸逢佳. 当“民机制造”遇上“智能制造”[EB/OL]. (2016-07-29) [2019-5-25]. <http://news.comac.com/list/357/357389.html>.
- 作者简介**
何欢女, 研究生, 高级工程师。主要研究方向: 航空情报研究。E-mail: hehuan@comac.cc

The Construction of Intelligent Plants in Civil Aviation Industry Under “Made in China 2025” Plan

HE Huan *

(Shanghai Aircraft Manufacturing Co., Ltd, Shanghai 201324, China)

Abstract: The wave of a new round of industrial revolution represented by “industry 4.0” has swept the world. As a “flower of industry”, the aviation industry is actively practicing the concept of intelligent manufacturing, and the construction of aviation intelligent plants is in full swing. Based on the interpretation of the theory of intelligent manufacturing and intelligent factory, this paper summarizes and extracts the construction trend of intelligent factories in civil aviation and looks forward to the construction of COMAC’s intelligent factory, with a view to inspiring.

Keywords: intelligent manufacturing; aviation; “made in china 2025”; intelligent plant

* Corresponding author. E-mail: hehuan@comac.cc