



杜宝瑞 DU Baorui

“万人计划”科技创新领军人才

Scientific and Technological
Innovation Leader of Million

People Plan

中航工业数字化制造首席技术专家

Digital Manufacturing Chief Expert
of AVIC

中航工业沈阳飞机工业(集团)有限公司副总工程师,研究员级高级工程师,享受国务院政府津贴。长期从事数字化制造与智能制造应用技术研究,参与多个重点型号研制,承担多项国家级课题,在构建飞机数字化制造技术体系、开展智能制造与增材制造技术应用研究、推动国产高档数控机床和数控系统在航空领域应用等方面做出了贡献,对行业有重要影响。获发明专利14项,发表论文40余篇,获各级奖励19项,其中,国家技术发明二等奖1项,省部级一等奖5项。入选科技部2013年创新人才推进计划“中青年科技创新领军人才”,2016年入选国家第二批“万人计划”科技创新领军人才,是“中国制造2025”论证组专家。

明确发展方向 提升智能制造层级

——访中航工业沈阳飞机工业(集团)有限公司副总工程师杜宝瑞

Improving Intelligent Manufacturing Level by Clear Direction of Development

本刊记者 谷雨


☞: 您长期从事数字化制造技术的研究与应用工作,针对当前工程应用新需要,请谈谈该技术的发展方向。

杜宝瑞: 数字化技术使制造依据从模拟量转变为数字量,数字化技术的核心是为制造过程提供了数字化产品定义、数字化制造工艺以及数字化制造程序。得益于数字化技术,

在设计过程中,产品的几何信息通过精准的三维数字化模型进行定义,而其他非几何信息也被以数字化方式定义于同一文件中,进而形成制造过程的单一数据源。在制造过程中,通过数字量传递实现三维数字化工艺设计、数字化工装设计与制造及数字化制造指令的生成,实现产品的数控加工、数字化装配和数字化检测。

未来一段时间内,制造业将快速迈入智能制造时代,而数字化制造技术将为其提供不可或缺的技术基础,制造业的数字化程度也将会得到进一步提升。以工艺设计为例,在目前技术水平下,无论是基于模拟量(二维图纸)的工艺设计,还是基于数字量(三维模型)的三维工艺设计,工艺设计的结果(工艺规程)均是用来

指导现场工人的作业过程。随着数字化技术的发展,工艺设计结果将会精细到可计算的程度,亦即,工艺流程将由一系列的算法、可算规则和数据结构,在工艺设计过程中,智能化的计算系统将根据上述算法与规则,直接生成机器可理解、可计算、可执行的制造指令集。届时,大量的制造经验知识将被转化成显式化、逻辑化、数字化的制造知识,而决策方法等则以结构化的推理模型和决策规则等体现。制造过程中的决策将在很大程度上由专家系统通过逻辑判断或优化计算来实现,这对人类的决策将起到良好的辅助与补充作用。

: 沈飞是较早引入智能制造理念的航空企业之一,在建设数字化企业当中,您对智能制造的概念有哪些见解?


杜宝瑞: 智能制造的概念自20世纪80年代末出现后,其工程化应用长期处于停滞和沉寂的状态。近年来,数字化、网络化、信息化、自动化和人工智能技术的不断发展,促进了智能制造技术的快速发展。

智能制造是在数字化、信息化、网络化、自动化的基础上,融入人工智能技术,以赛博物理系统(Cyber-Physical System, CPS)为支撑,以人、机(智能制造装备)和资源等的深度融合为核心,高度自动化和柔性化的新型制造模式。智能制造包括智能制造技术和智能制造系统,其中智能制造技术是以系统信息自主采集、分析与决策,制造装备精准执行,组织自学习和流程自优化为特征的智能加工与装配,面向智能加工与装配的智能设计、服务与管理等专门技术;智能制造系统是指应用智能制造技术、达成全面或部分智能化的制造过程或组织,按其规模与功能可分为智能单元、智能生产线、智能车间、智能工厂等不同层级的系统。

总体而言,智能制造具有5大特征:(1)高度的自主化。在智能制造

模式下,生产过程中的制造信息能够被实时感知、获取并进行分析,使系统拥有了自学习、自决策、自主控制等能力,可实现系统的自组织、自重构及企业制造资源的最优利用,从而使自动化的程度与规模大幅提升。(2)深度的人机交叉融合。传统的人机交互中,作为决策主体的人支配“机器”的行为,而智能制造中的“机器”因部分拥有、拥有或扩展人类智能的能力,使人与“机器”共同组成决策主体,在一致的赛博物理系统中实施交互,信息量和种类以及交流的方法更加丰富,从而使人机交互与融合达到前所未有的深度。(3)赛博空间与物理系统深度融合。相较于传统的自动化生产,智能制造具有生产过程中制造信息感知、获取、分析等能力,对于物理系统中的各个实体,信息空间中均对应存在一个与其高度融合的模式。完备的信息空间成为制造系统中不可或缺的重要构成部分。信息空间与物理系统之间的深度交融可实现制造系统的自组织、自重构及资源的最优利用,从而使自动化的程度与规模大幅提升。在智能制造过程中,赛博空间与物理系统实现深入交互与融合,赛博空间对物理系统的活动进行先验预判、实时控制以及后置优化,从而使制造过程得到全面管控与优化。(4)制造系统灵活可控。通过智能技术的运用,智能制造系统的自动化、柔性化水平逐步提高,系统单元之间能够根据需求实现灵活的组织重构,与传统自动化制造相比,智能制造系统的灵活性更为显著。(5)基于工业网络的定制化、众创众包化生产。在智能制造模式下,由于制造系统的柔性化程度大幅提升,在满足产品大批量高效生产的同时,通过物联网、互联网+等理念的推进,形成全新的制造生态环境,使制造业形成定制化、众创化,有特定需求的用户甚至可以直接参与到制造过程中来,极大地满足了用户对制造业的个性

化需求。

: 在航空企业智能工厂的建设方面,您认为还有哪些问题亟待解决? 您有哪些建议?

杜宝瑞: 我国的航空制造企业,尽管在数字化、信息化等方面已经取得了长足的进步,但是普遍而言,仍存在大量的问题亟待解决。首先,企业的数字化、自动化水平仍然较低,这是导致产品质量不稳定,生产效率难以提升的重要原因。例如,波音公司早在20世纪90年代就已经提出MBD技术,并实现了全制造过程的数字化,而我国航空企业目前仅在设计阶段实现了基于三维模型的产品定义,而在工艺设计、产品制造等环节仍主要沿用传统的纸质工艺规程。其次,航空企业缺乏高效的生产流程管理手段。飞机产品的制造流程非常复杂,其中所涉及的数据管理、流程管理、资源管理等工作难度非常大。目前,对制造流程的管控仍然主要依赖于经验丰富的人员,管理理念较为传统,这种工作方式难以综合考虑制造过程中的各种因素,难以保证生产过程的流畅运转。以数控机床的使用为例,我国军工企业虽然拥有一大批当今世界上最先进的设备,也已掌握相当比例的先进制造技术,但设备综合利用率不足世界水平的一半,生产效率则更低。

对上述问题分析可见,航空制造企业无论在技术层面或是管理层面,与国外先进制造企业均存在较大差距,在未来发展中,各企业应深入理解智能制造的内涵,为解决现有问题找到突破口。在智能制造的研究与实施过程中,各企业应当深入地分析企业的制造技术基础条件,明确智能制造发展的需求,确定发展目标、方向和重点,找准发展路径。在夯实自身技术与条件的基础上重点突破,逐步提高智能制造的层级。

(责编 古系)