

架起数字化与工业自动化之间的桥梁

Bridge the Gap Between Digitization and Industrial Automation

中航工业信息技术中心 鲁康



鲁康

中航工业信息技术中心副主任, 中航数码副总经理, 中航工业信息化专业组专家。从事航空制造企业生产管理领域信息化管理技术研究 20 多年, 主持研发了中航工业自主知识产权的企业资源计划系统和制造执行系统, 在中航工业企业中得到广泛的应用。

近年来, 工业界处于一场重大而根本性的变革之中, 如中国大力推进的工业化与信息化(两化)深度融合、美国的再工业化以及德国国家推出的工业 4.0 等, 这一变革被

数字化技术的应用加上高端制造设备不等于工业 4.0。不可否认, 数字化技术已经给航空制造带来革命性的变化, 但制造业的目的是要生产出实物产品, 传统的产品生产组织方式与基于模型的系统工程形成了巨大的反差, 因此需要在数字化和自动化之间架起一座桥梁, 将虚拟世界里高效集成的数字化设计造物化到现实世界的产品制造中, 同时将实物产品的真实功能、性能反馈到数字化模型中, 这才是两化深度融合的宗旨, 也是赛博 - 物理系统的真实含义。

普遍称为新一轮工业革命或第四次工业革命。虽然现在还没有一个针对第四次工业革命的公认的标准定义, 然而德国工业 4.0 依托西门子公司在这方面推进的成果显然要更清晰一些, 西门子公司建立的示范工厂已经给出了一个下一代工厂的框架模型。

工业 4.0 虽然还没有一个统一的定义, 但对其思路和所包含内容的认识是大致相同的。德国工业 4.0 是定位于以蒸汽机、大规模流水线生产和电气自动化为标志的前 3 次工业革

命之后的第四次工业革命。

工业 4.0 是以信息技术为基础, 整合软硬件系统的嵌入式生产系统, 实现创新交互式生产技术的联网和相互通信, 即赛博 - 物理融合系统 (Cyber-Physical System, 也译为“信息物理系统”)。它将制造业向智能化转型, 是数字世界与物理世界的无缝融合, 其内涵是信息化、自动化和智能化的完全融合。

中航工业在信息化建设和数字化设计制造方面一直走在前列, 在中国装备制造业领域处于领先地位。

面对新一轮工业革命的冲击,中航工业提出航空 4.0 的概念。如何跟踪先进的装备制造体系、吸收新的技术、掌握最先进的工业制造理念,是保持和提升中航工业集团市场竞争能力的基础和前提。

数字化航空的发展

近 10 年来,中航工业按照军工制造业数字化工程的总体思路,将信息化技术、先进制造技术与现代管理技术相结合,综合应用于武器装备设计、制造、管理、试验、保障的各个阶段和方面,通过信息资源共享、研制过程协同、软件功能集成和基础环境建设,建立了以设计制造协同、制造单元集成、企业资源管理、虚拟仿真试验等为标志的数字化工程能力平台,形成了数字化、集成化、网络化的科研、生产和管理体系,促进了航空制造业能力的提升和技术水平的提高。

1 数字化协同设计

在国家飞机数字化工程引领下,结合飞机型号的研制工作,中航工业以主机厂所为牵首,全面推行数字化协同设计、数字化设计制造协同、数字化仿真试验,形成了信息化环境下的全新飞机数字化设计制造模式,基于模型的设计、工艺、仿真已成为主流模式,基于模型的并行工程极大地提高了型号研制速度,提升了产品质量。

2 数字化制造

随着大规模数控设备投入使用,中航工业企业的数字化制造(Computer Aided Manufacturing, CAM)已形成规模,在国家千台数控工程的推动下,数控设备的分布式管理(Distributed Numerical Control, DNC)得到广泛的应用,提高了设备利用率,保证了产品生产质量,制造现场管理水平得到了大幅提升。

3 数字化综合保障

基于模型的设计制造推动了综

合保障的数字化工程,手册电子化、培训信息化、备件保障平台化、维修数字化已全面启动,型号产品的全生命周期数字化管理已形成雏形。

4 信息化管理

在集团公司统一架构的推动下,中航工业信息化管理发展迅速:集团、直属单位、成员单位 3 级部署的多项目管理平台使集团型号管理水平得到了极大的提升;各成员单位 ERP、MES 系统的上线将企业生产组织管理提升到一个较高的层次;集团电子商务平台从集团层面优化了物流供应链,协同办公、综合管控、战略管理等信息系统的上线,使航空企业信息化水平达到国内先进水平。

5 自动化水平提升

与数字化技术应用方面取得的成果相比,中航工业在自动化和智能化方面的成绩显得不足。通过多年的技术改造和国际合作,各企事业单位在单台设备或某些制造单元方面的能力得到一定提升,但与数字化协同设计、数字化试验、信息化管理相比,自动化还没有形成体系,个别的柔性制造单元和脉动生产线尚未得到推广,效益未得到显现。

进入“十二五”以来,中航工业在集团公司的“统一领导、统一规划、统一标准、统一考评”的“四统一”战略指引下,逐步建立了中航工业集团公司、直属单位、成员单位的 3 级统一 IT 架构,形成了集团统一的 IT 工具和平台谱系,大力推行基于模型的系统工程(Model-Based Systems Engineering, MBSE),极大地增强了航空制造业的核心竞争力和可持续发展能力,中航工业初步实现了向以集成化、信息化、网络化为特征的“信息化航空”转变。

数字化与工业自动化之间的鸿沟

对以信息化技术和电子应用为主要特征的工业 3.0,中航工业应该

已达到世界先进水平,但距离工业 4.0 还有着不小的差距,其突出的不足就是存在于数字化和工业自动化之间的鸿沟,表现在虚拟世界里的产品设计、仿真、制造已达到了一定的水平,但物化到现实中的实体产品制造时,存在众多的信息断点,实物制造能力与虚拟制造的水平存在较大差距,主要表现在以下方面。

1 基于模型的制造未形成标准

在主机设计单位的引领下,基于模型的设计(Model-Based Definition, MBD)已成为事实标准,极大地提高了产品设计效率和设计质量,但基于模型的制造过程设计(工艺)相对较弱,基于模型的制造(Model-Based Manufacturing, MBM)和基于模型的维护(Model-Based Sustainment, MBS)存在更大的差距,并且尚没有形成可遵循的统一标准和设计完美的产品,在物化过程中存在较大的偏离和失真。

2 基于模型的检测差距巨大

实物制造过程中的检测检验是保证产品设计功能和性能的必要手段。目前,检测手段的落后是不争的事实,距离数字化检测和检测信息化管理还有很大的差距,实物制造中的数据还不能及时实时地记录到系统中,模型和实物的偏离不能得到及时的掌控,粗放的检测规划和以手工离线式为主的检测手段,形成了数字化断点。

3 模型的全生命周期管理有待研究

相对传统的实物制造模式,缺少将制造过程中产品的实际数据反馈到模型中的手段,模型还是理论模型,不能真实反映实际产品制造和装配的状态,在制造和装配过程中的偏离会带到产品的交付、维修、保障过程中。因此如何保证在全生命周期中模型与产品的一致性,还是一个有待解决的问题。

4 智能化应用

智能制造可以自动准确地生产

出基于模型定义的产品,智能制造涉及到模型识别、柔性生产线、组合工装、自动计量和校对、自动化物流等技术的应用,如果能够建立基于制造智能化的自动化生产线和成套装置,对于以多品种小批量、批研混线生产的航空工业企业而言,将极大提高生产的组织效率,但智能应用还有待时日。

5 物流和标识

物流和信息流的统一问题已提及多年,但由于技术方面和管理方面的各种原因,到目前为止并没有一个完美的解决方案,无论是在制产品还是刀具、工装,都没有实现可自动识别的实物标识,由此带来的自动化物流方案难以完善,物流的效率和准确性尚处在较低水平。

架起数字化与自动化之间的桥梁

由此可见,数字化技术的应用加上高端制造设备不等于工业 4.0。不可否认,数字化技术已经给航空制造带来革命性的变化,但制造业的目的是要生产出实物产品,传统的产品生产组织方式与基于模型的系统工程形成了巨大的反差,因此需要在数字化和自动化之间架起一座桥梁,将虚拟世界里高效集成的数字化设计制造物化到现实世界的产品制造中,同



虚拟世界的模型与实物产品的协同

时将实物产品的真实功能、性能反馈到数字化模型中,这才是两化深度融合的宗旨,也是赛博-物理系统的真实含义。

架起沟通信息化工业自动化之间的桥梁,需要从基于模型的企业、自动化生产线、智能物流等方面进行改造,以形成与数字化设计制造相匹配的效率和精度,实现虚拟的数字化世界与实际物理世界的协调统一。

1 基于模型的全生命周期管理

基于模型的企业(Model-Based Enterprise, MBE)是基于模型的定义(MBD)发展而来的概念,目前已经是国内外大型装备制造企业数字化设计和制造的主流模式。从产品生命周期不同阶段来划分,基于模型的企业包括基于模型的设计、基于模型的工艺、基于模型的工装、基于模型的仿真分析、基于模型的制造、基于模型的装配、基于模型的检测、基于模型的供应链、基于模型的服务等内容,模型是作为产品设计、仿真、制造、综保的唯一依据,其中基于模型的工艺、制造、装配、检测成为由数字化向实物转化的关键。

(1) 基于模型的工艺。

以设计模型为依据,构建企业级的基于模型的工艺平台,包括结构化产品、工艺、制造资源、工厂信息等,

建立工序模型,编制基于模型的工艺文件,生成基于模型的作业指导书,发放到制造现场。

(2) 基于模型的制造、装配。

以基于模型的作业指导书为依据进行加工和装配,加工装配过程中的质量问题、处理方式、产品检验结果、完工情况等在现场终端上自动采集或录入到系统中,保证模型与实物的一致性。

(3) 基于模型的检测。

依据设计要求编制基于模型的检测工艺规划,进行检测仿真和优化,现场采用数字化的检测技术和设备,自动生成检测程序以及检测结果的自动采集和管理。

通过模型打通数字化产品设计和数字化制造,将虚拟的数字化产品和实际生产的产品关联起来,并保持二者的统一。

2 自动化智能制造

采用识别技术、自动 NC 代码生成、在线检测等手段,实现基于模型的精确制造,通过建立精益生产单元或脉动生产线,实现生产现场的柔性化,支持基于模型的单件生产。

3 智能物流

采用信息标识和自动识别技术,由统一配送系统进行调度,通过智能的 AGV 小车、立体自动化仓储、自动化物流线等设备,实现物料、工具、工装等的自动配送,实现信息和物料同步的物流系统。

结束语

从工业 3.0 到工业 4.0 不是简单的扩展或深入应用,中航工业有很好的数字化和信息化应用基础,但实现到工业 4.0 的飞跃还有很多工作要做,也不是简单地对西门子示范工厂的照抄照搬,我们还要结合行业的组织特点、产品特点、工业基础,需要理论研究和标准制定,需要大量的技术改造,更重要的是生产模式和管理模式的变革。 (责编 叶枫)