

推行数字化制造 振兴航天制造业

——访中国航天科技集团公司第一研究院首都航天机械公司总经理张为民

Promote Aerospace Manufacturing Industry With Digital Technology

本刊记者 良辰



张为民

1991年进入首都航天机械公司参加工作,现任首都航天机械公司总经理,研究员级高级工程师,工作期间曾获国防科学技术二等奖、三等奖各1项;以及绕月探测工程突出贡献者、中国载人航天工程突出贡献者等多项荣誉称号。

中国航天制造业的重大战略机遇

1 新时期国防建设强力拉动航天制造业发展

当前,随着美国“重返亚太战略”的实施,国际形势正发生着广泛而深刻的变化,世界军事斗争形势也

[编者按]“十一五”以来,我国航天事业快速发展,中国航天发展史上两个里程碑“载人航天”和“探月工程”顺利推进实施,以高新工程等为代表的国家任务全面完成,其中航天制造企业起到了至关重要的支撑和推动作用。新时期国防建设对航天高技术装备发展提出了迫切需求,航天制造业也迎来了前所未有的良好形势,航天产品呈现出“研制与批产并重”的任务特点。抓住这个战略机遇期,实行数字化制造技术是航天制造业的必由之路。为探讨航天制造业应用数字化制造模式的思路和方案,本刊记者对中国航天科技集团公司第一研究院首都航天机械公司总经理张为民先生进行了专访。

在发生着复杂而深刻的变化。特别是2012年,中越、中菲的南海问题,中日钓鱼岛问题等争端不断深化,我国的国防形势不容乐观,外国军事威胁愈演愈烈,国防建设的需求异常紧迫,中国航天作为我国国防建设的重要组成部分,是应对复杂军事斗争形势,提升我国国防能力,完成工业强国快速转型的重要手段。新时期国防建设对航天高技术装备发展提出了迫切需求,新一代大型运载火箭、二代导航、载人航天、探月工程、高新工程等一系列国家重大科技专项相

继立项研制,极大促进了我国航天事业的快速发展,航天制造业也迎来了前所未有的良好形势,进入了快速发展的战略机遇期。

2 国家政策大力扶持航天军工能力建设

当前,我国正处于由航天大国向航天强国迈进的新时期,航天制造业的发展已成为制约我国向航天强国迈进的重要因素,国防科工局等各级领导十分关注和重视航天制造业的发展。“十二五”以来,国防科工局对航天制造能力的建设给予了更



发动机装配现场自动化监测

大支持,也提出了更高要求。针对“十二五”军工能力建设,国防科工局统筹策划,提出要“围绕建设先进军工核心能力的目标,坚持任务能力结合型建设模式,以型号保障满足当前武器装备科研生产任务需要,以能力发展支撑和推动武器装备的自主化、体系化、复合式发展,坚持走内涵式投资建设的路子,优化能力布局,增强核心能力,提升发展水平”。机械化信息化复合式发展成为航天制造业“十二五”军工能力建设的重要指导思想,为航天制造能力的全面提升带来了契机。

3 信息化和自动化技术的发展为航天制造业振兴奠定了基础

随着国民经济的高速发展,我国工业化与信息化进程不断加快,国家基础工业有了较大发展,信息化、数字化技术飞速前进,21世纪已进入信息时代,社会制造资源不断丰富,制造技术水平不断提高,这为航天制造业转变传统建设模式,实现转型升级,构建敏捷、柔性、核心能力突出的制造能力平台,打造数字化的航天制造产业奠定了技术基础。

中国航天制造面临的挑战和问题

50余年的发展历程,中国航天事业取得了辉煌成就,航天制造业也获得了长足的发展,逐步形成了特色

鲜明、分工明确的航天制造技术能力体系,在航天高技术装备的研制生产和航天产业发展中发挥了关键作用。由于过去航天装备主要是解决有无问题,以单发产品的试制为主,能够满足航天装备研制的基本需求即可,航天制造企业主要作为试制生产厂,多研制、少生产,航天制造能力逐渐形成了“大而全”“小而全”的建设模式,专业化、集群式的能力布局,技术手段以手工操作、半机械化、半自动化为主。

“十一五”以来,随着国家对航天装备的迫切需求,航天制造业的发展面临着巨大挑战。航天型号任务形势逐渐从“多研制,少生产”转变为“多品种、变批量、研制与批产并重”,不论研制型号的数量,还是批产型号的批量需求均大幅增加,近几年需求增加尤其明显。型号研制要求反应迅速,且状态、计划调整频繁;型号批产要求质量可靠,供应稳定。

在面对不同需求特点的多个型号任务目标时,传统制造模式难以适应。第一,基于模具、专机等专

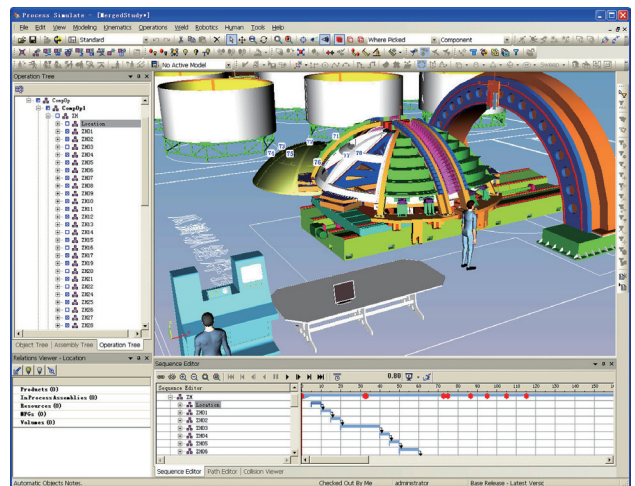
用制造装备的制造方法难以实现快速反应和制造能力的快速转换,特别是对于研制状态的变化调整不适应;第二,大量生产过程依靠人工控制,难以保障产品批产的质量一致性和质量可靠性;第三,几十个型号同时在线,产生海量的产品工艺、任务和质量数据,依靠人工手段,难以实现对生产线的精细化管理和控制,管理效率不高,资源利用率偏低。

当前,航天产品的制造已成为制约我国航天事业快速发展的瓶颈。面对难得的战略机遇期,我国航天事业要想取得更大的发展,就必须尽快提升航天制造能力,航天制造业的振兴已迫在眉睫。

推行数字化制造是振兴航天制造业的必由之路

国防科工局提出的机械化信息化复合发展的思路为振兴航天制造业指明了方向,航天制造企业只有实现数字化制造、信息化管理,才能全面提升制造能力,向振兴航天制造业的目标稳步迈进。

数字化是信息化的核心。数字化技术是指以计算机硬件及软件、接口设备、协议和网络为技术手段,以信息的离散化表述、传感、传递、处理、存储、执行和集成等信息科学理论及方法为基础的集成技术。数字



焊接现场工艺仿真

化技术具有适用领域广泛,易于与其他专业技术融合的特点,是航天制造领域技术改造、革新和发展的崭新手段,制造技术与数字化技术相结合形成的数字化制造技术具有广阔的应用和发展前景,数字化制造技术已成为振兴航天制造业的迫切需求。

1 数字化是航天制造业形成快速响应能力的重要途径

航天武器装备生产具有多品种和多批量快速转换的特点,要求航天制造企业具有快速组织生产、柔性制造和灵活应对计划、状态频繁调整的能力,即具备快速响应和研制批产快速转换能力。只有在航天制造企业内部建立基于程序驱动的数字化的集成制造系统,逐步改造基于模具、专机等专用装备的传统制造手段,才能实现研制与批产的快速转换,提升航天产品制造的快速响应能力。

2 自动化装备和制造技术是航天产品快速稳定批产的保障

航天产品生产客观上具有高质量、高可靠、高效率、零缺陷的要求,保质量、保效率是满足航天型号产品快速稳定批量生产的基本需求,是航天产品生产管理两个重要目标。传统的制造能力在既保证产品



质量,又保证生产效率这两大目标上存在很大难度,无法满足快速稳定的批生产需求,必须广泛采用高精、高效的自动化制造装备与技术,提高产品质量、降低生产成本、提高生产效率,提升航天产品快速稳定批产能力。

3 数字化信息化是实现智能化决策,提升企业管理水平的重要手段

航天产品的生产管理和航天制造企业管理是一项十分复杂的系统工程。当前,航天制造企业生产组织活动和经营管理过程均是以“人治”为主,产品的工艺设计、计划安排、生产调度、经营管理等各方面主要依赖管理人员的经验,管理的随意性较大;面对海量的计划、生产、经营、技

术、质量数据,缺乏有效的管理手段和利用手段,管理效率低。信息技术为产品知识、数据管理、经营决策提供了最有效的技术手段,应用现代企业管理模式和信息技术与系统相结合的数字化管理技术,可以提高航天制造企业科学化经营管理与智能化决策能力,可以提高企业间快速响应的协作能力,为航天产品研制全过程知识利用和质量追溯提供便利,成为提升航天制造企业现代化管理水平的重要手段。

对航天数字化制造工作的认识

为了满足中国航天事业发展的需要,完成国家赋予我们的历史责任,中国航天制造业需要按照机械化信息化复合发展思路,以全新的数字化生产方式实现新的跨越。

机械化信息化复合发展客观要求在产品制造的全过程(设计、加工制造、管理及经营)采用信息技术、自动化技术、现代管理技术、先进的制造工艺及数字化设备等,加快产品的上市时间,提高质量,降低成本,提供优良的服务及保持企业可持续发展的能力,从而提高企业的竞争力和市场应变能力。

结合首都航天机械公司的工作实践,针对航天数字化制造工作,我想谈几点认识。



1 做好企业数字化制造工作的顶层规划是关键

对于制造企业而言,数字化制造工作往往起步于一些简单业务工作的信息化,如资源和产品电子表单的建立、工作流程的信息化、针对具体业务工作的平台建设与应用等。企业信息化工作开展到一定程度,便很容易出现“脱节”问题,一是信息化建设与科研生产主业务的脱节,二是各信息系统之间的脱节。“脱节”导致从事信息化的人员与从事科研生产的人员互相听不懂、不认可,导致信息孤岛的出现,导致系统设计混乱、甚至推倒重来,严重影响企业员工开展信息化、数字化工作的信心和热情。导致“脱节”的最重要原因就是缺乏顶层设计,或者顶层设计不合理、不完整、不适用。所以,要系统开展企业信息化和数字化制造工作,就必须要有个相对完整的、适合企业实际的顶层设计。

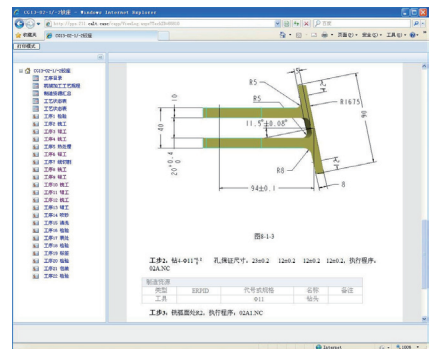
2 产品信息管理是数字化制造工作的主线

产品制造信息的管理涵盖从接收产品设计文件及产品订单,到工艺

设计、生产制造、质量检测、售后服务保障等产品制造全生命周期的信息及数据,是数字化制造工作的主线。开展数字化制造工作必须做好信息流的统筹规划,必须做好产品制造过程信息及数据的采集、存储、查询、分析、处理及重用等工作,实现产品制造全生命周期过程的整个信息流的全面贯通,保障产品制造过程信息的快速、准确传递,建立产品制造全生命周期的信息档案,为型号产品研制保驾护航。

3 生产执行设备的数控化是数字化制造工作的核心

制造装备是航天产品研制与批生产的基本条件,其先进性直接决定了航天制造能力的水平。数控化、自动化装备是实现航天产品数字化制造的基础,它既包括切削加工、钣金成形、特种加工、装配等与产品制造直接相关的数字化设备,还包括产品生产过程中担负运输、存储和装卸的自动化设备,还包括产品检测和对生产过程监测的自动化设备等。这些设备与相配套的工艺是实现数字化制造的核心,真正体现一个航天制造企业的



生产现场电子工艺文件

数字化能力与水平。在航天制造能力建设,需要坚持机械化信息化复合发展思路,加大自动化、数字化生产执行设备的引进与开发,打造基于程序驱动的数字执行手段,提升航天产品的数字化制造能力。

4 数字化制造必须与工艺创新和能力建设统筹规划有机融合

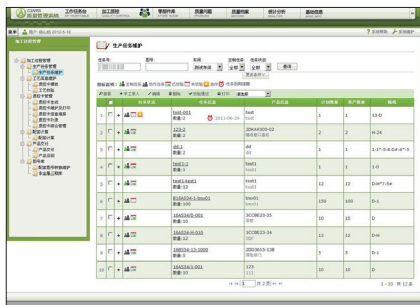
数字化制造技术具有柔性、自动化等基本特征,是先进制造技术领域的重要组成部分,是工艺技术创新的重要内容。要推动工艺技术创新,就要不断推动柔性、自动化等先进制造技术和先进制造模式的工程化应用。另一方面,数字化制造能力是企业基本能力建设的重要组成部分,开展数字化制造能力建设需要与企业军工能力建设和技术创新紧密结合,在军工能力建设和技术创新过程中,要充分融入数字化制造建设思路,通过数字化制造建设,带动工艺技术创新和企业制造能力的提升,促进企业生产方式的转变。

对航天数字化制造未来发展的思考

1 航天数字化制造工作的目标

结合对数字化制造的认识和航天制造企业的现状,未来航天数字化制造应充分做好顶层规划,注重先进信息手段的应用、信息化软硬件环境的建设、数字化生产条件的建设,实现产品数字化制造目标,即“工艺设计仿真化、加工装配数控化、检测监测自动化、业务管理信息化”,最终实现向数





生产现场电子质量控制卡

数字化制造、信息化管理新型生产方式转变,打造数字化航天制造企业。

工艺设计仿真化——就是要具备装配、连接、成形、加工等专业工艺仿真能力,基本替代实物工艺试验,为工艺设计提供指导;在工艺设计中全面应用新一代工艺设计平台,以仿真为基础,形成动画、视频等多媒体形式的可视化工艺,以更加直观有效的方式指导现场生产。

加工装配数控化——就是要加强数控装备的研制和引进,以数控加工装备代替普通加工装备,以数控自动化焊接、铆接设备替代手工焊接、铆接装备,以柔性、自动装配装备代替手工装配型架,大幅度提高数控设备比例,减少焊接、铆接、钣金成形、装配等领域的手工作业,从而全面提升产品质量可靠性和质量一致性。

检测监测自动化——就是要加强数字化检测设备的引进开发和检测设备的网络建设,实现设计、工艺等数字化指令向检测设备的传递,形成检测结果和检测记录的自动化。建立焊接、热处理等特殊过程参数的数字化采集、在线监测、装配过程的多媒体记录等手段,自动记录产品完整的制造过程和结果数据信息,进一步健全产品电子数据包。

业务管理信息化——就是要打造涵盖工艺、生产、质量、经营全要素信息的集成管理平台,逐步实现全产品、全业务数据的电子化,实现数据管理和数据应用的网络化、无纸化,全面提升产品信息化管理水平,形成信息化的企业管理模式。

2 航天数字化制造工作的实施途径和步骤

航天数字化制造工作的实施需要根据国家“十二五”军工能力建设、信息化建设等相关政策,逐步理清航天制造企业数字化制造实施途径和方案。

航天数字化制造能力建设需要重点结合型号研制生产需求,围绕航天产品研制流程,研究形成完善的数字化制造制度体系,开发与完善一批信息化管理软件平台,完善企业信息化软硬件环境,补充自动化、数字化生产条件,从“数字化基础条件”和“数字化生产条件”两方面,构建功能完备的数字化制造能力体系。

在数字化基础条件方面,需要从信息平台建设、基础软硬件环境和管理制度体系建设3方面开展重点建设。围绕设计工艺协同、数字化工艺设计、数字化生产、自动化检测、产品数据管理与传递5个产品关键制造环节,健全数字化制造制度体系,制定工作规则、程序和要求,进而建立数字化制造工作模式。通过完善产品数据管理平台PDM、资源计划管理平台ERP、制造执行管理平台MES、业务流程管理平台BPM及虚拟制造五大信息管理平台,加强信息网络、生产现场信息化条件建设,不断健全信息化基础软硬件环境建设,为数字化制造的实现奠定基本物质基础,提升数字化制造基础能力。

在数字化生产条件方面,需要按照产品制造流程,围绕产品制造过程中所需的物料输送与存储、加工制造、检测与监测等方面的数字化设备开展重点建设,补充自动化加工及自动化检测监测条件,规划各专业领域的数字化实现方式及能力建设方案,注重信息技术与技术创新、管理创新、军工能力建设的有机融合,建立柔性、高效的数字化制造能力。

在建设数字化制造能力体系的过程中,航天制造企业可以按照“三

维到工艺”、“三维到现场”、“三维到设备”的步骤,完成数字化整体方案的实施,实现“四化”的数字化制造建设目标,最终实现企业生产方式从传统制造模式向“数字化制造、信息化管理”生产方式的转变,满足型号产品未来快速研制及批产的需求。

三维到工艺——就是要重点解决三维设计文件的工艺审查、信息传递、状态控制等问题,建立三维设计文件由设计单位向制造企业有效传递的平台与规范,实现三维设计文件传递到工艺设计人员。搭建面向三维模型的工艺设计及管理平台,建设工艺仿真条件,实现针对三维设计文件的工艺设计、工艺仿真。

三维到现场——就是要重点解决现场系统终端显示条件、现场基础网络建设等问题,实现三维工艺文件到达生产现场,生产、检验等相关人员能够通过现场显示终端获取工艺、生产指令,开展产品加工、检验等工作,实现生产现场无纸化。

三维到设备——就是要重点解决航天产品的加工、装配、检测等装备的数控化问题,通过数字化加工装备的引进与研发提高航天产品制造装备的数控化比例,实现工艺指令与程序直接传递到生产装备,全面实现生产过程自动化。

结束语

航天数字化制造工作的开展既需要国家对航天制造业的投入和科工局、总装备部等各级领导的大力支持与指导。更需要借助国内外高校、科研院所的智力资源,系统谋划航天数字化制造的整体发展思路,还需要自动化、数字化装备制造企业提供强大的技术支撑。我相信通过大家的通力合作,航天数字化制造的进程将进一步加快,航天制造业的自动化、数字化水平将全面提高,必将带动航天制造业的转型升级,助力航天制造业的全面振兴。(责编 良辰)