

实施千台数控机床增效工程 提升军工企业生产制造能力

To Implement Project for Improving Efficiency of Thousands of NC Machine Tools, To Advance Productivity of Military Industry Enterprises

国家国防科技工业局 田玉龙 彭艳萍



田玉龙

博士,原国防科工委科技与质量司副司长。主要负责制定国防科技发展规划、计划和相关政策,负责重大国防科研项目管理与组织实施。曾获航天科技进步二等奖、三等奖,荣获2007年度国防科技进步一等奖。

大力提倡工艺创新,全力推进中高档数控机床增效,大幅提高现有生产设备的利用效率,是减少资源消耗、促进产业结构优化升级、转变经济发展方式的有效途径,实施千台数控机床增效工程则是其中一个重要举措。

26 航空制造技术·2008年第10期

当前,国防科技工业正处于快速发展的关键时期,大力提倡工艺创新,全力推进中高档数控机床增效,大幅提高现有生产设备的加工效率,是减少资源消耗、促进产业结构优化升级、转变经济发展方式的有效途径。

“十五”期间,不少军工企业引进了大量高档数控机床。如何提高其加工效率和利用率成为日显突出的问题。为此,国防科工委在国防基础科研计划中安排了高效切削工艺技术专项,开展技术攻关和示范应用,并在全行业开展“国防科技工业千台数控机床增效工程”,全面推广应用先进数控仿真和数字化集成制造技术,取得明显成效,受到国务院领导的重视,并成为国家节能减排工作的重要内容。

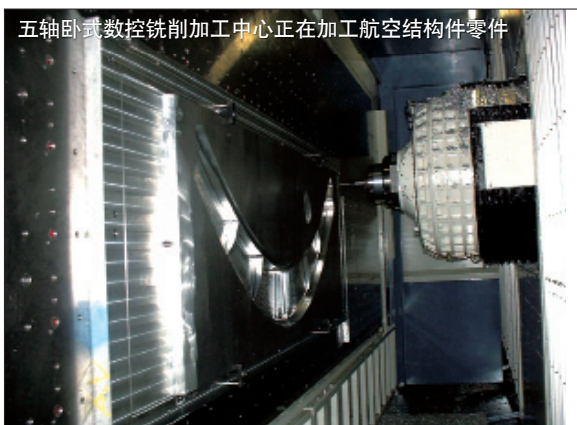
数控加工效率低成为提升 军品研制生产能力的瓶颈

由于军工产品高品质和高精度等特殊要求,数控机床成为军工企业生产制造关键零部件的必备工具和手段,在产品研制生产中起着不可替代的作用。

由于工艺技术落后,基础技术、

配套软件和管理没有相应跟上,部分单位的数控设备使用效率不高,据初步调查统计,仅为发达国家的1/4左右,严重制约了高新技术武器装备的研制及批量生产。有的企业领导深有感触地说,“军工产品批量生产,成在机加,败亦机加。”数控加工效率低已成为提升军工产品研制和批生产力的主要瓶颈之一。

产生以上问题的主要原因有两个:一是集成制造技术应用比较落后。数控加工车间台帐电子化已基本实现,但大多数数控车间计算机辅助生产计划管理(订单处理、生产计划编制、作业调度、任务分配、工序质量控制、现场生产信息反馈、统计报告等)和制造资源管理系统(人员、设备、刀具、夹具、量具、毛料、成品等)缺乏有机集成,CAD/CAM/CAPP集成应用整体水平还不高,生产准备时间过长;二是缺乏统一的



五轴卧式数控铣削加工中心正在加工航空结构件零件

置,使设备尽可能处于工作状态,既保证了设备“多出工”,提高了设备的利用率,同时实现了数控设备群的协同加工,提高了整个机械加工系统的生产效率和应变能力。

(2) 开发了仿真优化代替传统试切的新方法。

工艺数据库支持,数控加工优化和仿真能力比较薄弱。企业数控编程一般是利用商品化的CAD/CAM软件系统自动生成NC系统,但工艺需要自己编制,因为缺乏统一的标准规范和优化数据库(如切削参数库、工程数据库等)的支撑,致使数控编程一个工艺员一个样,相似零件多个样,许多工艺不合理,人为因素影响大,NC程序运行效率低,极大地制约了数控技术的发展。

把工艺技术创新作为提高数控机床加工效率的抓手

为了尽快解决数控机床加工效率低的问题,通过工艺技术创新促进装备效率提高,“十五”期间,以航空制造业为试点,以昌河飞机工业(集团)公司、北京航空航天大学、成都飞机工业(集团)公司等为研究和应用单位,从用量最大的铝合金零件数控切削着手,组织产学研结合,在国防基础科研计划中开展了“基于切削过程仿真的数控加工工艺优化”和“高效数控集成制造”技术攻关,取得了显著成效。

(1) 突破了数控集成制造关键技术。

开发出计算机辅助生产管理和制造资源管理系统。实现了生产计划和资源计划自动生成,以及基于生产计划的工装管理、刀具集中配送和原材料领用发放管理。通过生产管理的合理安排和制造资源的合理配

自主研发了一整套工艺参数优化模拟仿真、预测和计算数字化软硬件系统,建立了优化工艺参数数据库,形成了第一部优化型高速切削工艺参数手册,把经验变成了有理论依据并经试验验证的科学方法,从根本上实现了工艺参数确定由试切摸索到虚拟仿真计算的跨越,同时解决了铝合金高速切削过程中的颤振现象,提高了设备的加工效率和加工质量,实现了“出全力,干好活”。

高效数控加工优化技术在几个企业率先使用,有效提高了加工效率和集成制造水平。企业的成功实践表明:工艺技术创新是发挥设备潜能、充分利用现有资源,提升制造水平的重要途径。为改变过去单纯依靠增加设备规模来提高制造能力

的局面,鼓励依靠技术创新提高能力和效益具有重要启示,是一项既快又省、既符合时代发展要求又适应国防科技工业实际需求的创新举措。

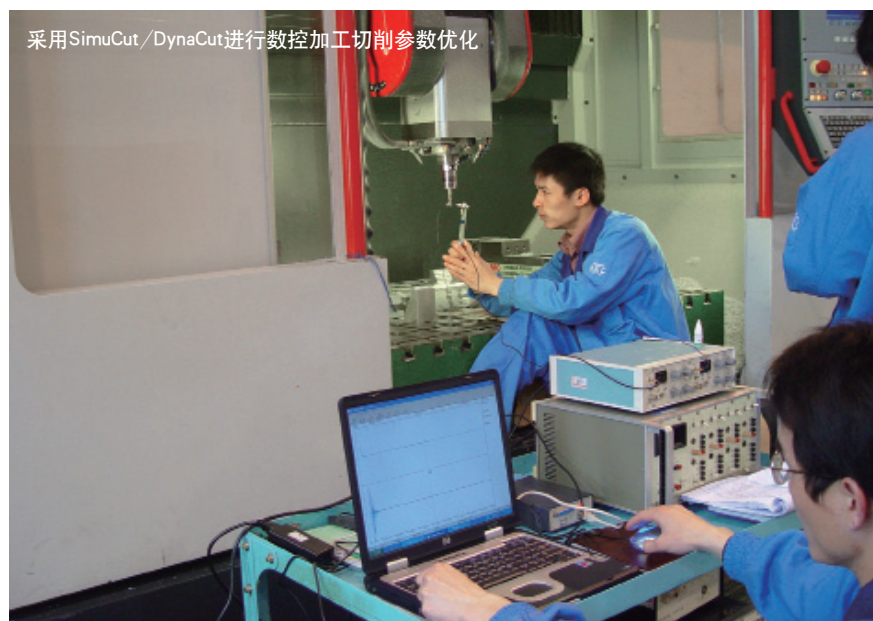
实施千台数控机床增效专项计划,提升军工制造能力

航空企业工艺技术创新为提高数控加工效率进行了有益的尝试,只有全行业提高加工效率才能从根本上提升国防科技工业整体制造水平。为此,从2006年下半年开始,在国防科技工业全行业实施“千台数控机床增效专项计划”。拟通过3年的努力,实现“1、3、5”的工程目标(即1000台数控机床加工效率提高30%~50%,培训技术骨干300名,构建5个工艺优化数据库平台),以全面提高数控机床的利用率和加工效率。

整个增效工程分以下两个阶段进行:

第一阶段为试点阶段,选择40家重点企业200台数控设备,用一年半的时间,重点推广比较成熟的技术和软件,适当开展针对不同材料的适应性技术研究,实现40家单位200台数控切削设备的增效。

第一阶段的重点任务是:(1)开展数控切削参数优化、分布式数控技



采用SimuCut/DynaCut进行数控加工切削参数优化

术(DNC)、数字化制造执行系统技术(MES)等成熟技术和软件的工程化应用和推广;(2)针对航空、航天、兵器、船舶和军用电子等行业产品零件数控加工的需求,开展钛合金、高温合金、结构钢等军工常用材料切削工艺参数优化工作和数据库的建设;(3)培训200名数控技术骨干;(4)制定相应工艺标准规范。最后达到200台增效机床材料去除速率、主轴功率利用率等提高一倍,重点型号关键零件数控加工时间平均缩短50%的目标,为全面推进千台数控机床增效奠定基础。

第二阶段为全面实施阶段。用一年半的时间,通过抓点带面的方式,达到千台数控机床增效的目标。同时形成跨行业的高效数控加工平台,提高全行业的整体制造水平。

在第一阶段的基础上,第二阶段的重点任务是:(1)应用和推广工程数据库、工艺参数优化、车间制造执行系统等技术,使数控切削机床达到“单台提速”、“单元联网”和“系统集成”三个层次的目标;(2)进行数控钣金、数控弯管和焊接技术研究,针对不同材料、不同结构、不同设备资源及加工过程,积累和优化数据,建立工艺参数优化库;(3)完成300名数控技术骨干的培训,使他们掌握基本的增效手段和方法,形成一支不断

创新的工艺队伍;(4)培育一批企业和行业的先进工艺技术研究应用中心,使它们成为国防科技工业工艺创新体系的重要组成部分,增强整个数控生产系统的快速响应能力和工艺创新能力。

千台数控机床增效工程实施的措施与效果

千台数控机床增效工程实施涉及面广,工作量大,任务艰巨,是一项复杂的系统工程。按照政府主导、企业主体、产学研相结合的原则,在国防科工委的统一领导下,由军工集团公司具体负责本单位数控增效工程的实施,按系统工程模式管理,采取得力措施,以确保工程目标的实现。

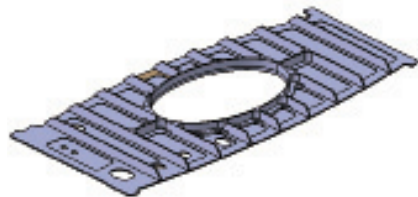
(1)创新机制与体制,确保工程实施。

通过统筹规划,顶层设计,统一组织、强化考评,市场化运作、合同约束的实施方式,进行机制和体制创新,建立国防基础科研成果工程化应用新方式。建立了由国防科工委统一领导,军工集团组织实施,企业和技术支持单位参加的工程实施体系,并进行任务分解和明确分工;引进市场化运作模式,由工程推进办公室与各军工集团公司以及各军工集团公司与工程实施试点企业分别作为工程实施的甲乙双方,签订工程实施

协议,以合约方式对工程实施的甲乙双方进行约束,对责任与任务进行层层分解、细化和量化。

(2)构建难加工材料切削数据库,实现成果共享。

围绕钛合金、高强钢、高温合金、铝合金等军工常用的难加工材料构建1个跨行业数据库、5个行业数据



典型航空结构零件的三维模型

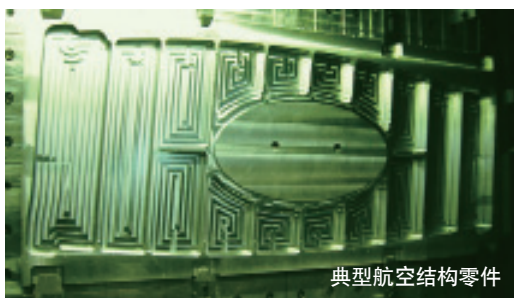
库和若干个企业3个层次的切削数据库,其中,跨行业数据库将包括全行业应用量大面广的约10种难加工材料,有效切削数据2000条以上;行业数据库将包含本行业中应用面广的难加工材料几十种,有效切削数据5000条以上;企业数据库以典型零件为主要特征,每个数据库不少于500条经验证的优化切削数据。目前正在进行数据库框架设计构建,并已完成部分数据的入库。数据库完成后,可实现数据共享,减少重复试验和试切成本,减少资源浪费,缩短数控编程周期,减少数控加工准备时间,提高加工效率。

(3)加强考评,确保工程实施的效果与质量。

为保证质量和实施效果,设立工程实施的考评程序和专家组织,建立合理公正的考评规则和体系。考评专家组织制定了考评标准,已经先后发布了《数控机床单机效率考评集信息采集》和《数控机床综合应用效率集信息采集要求》等,完成了40个试点企业200台试点机床的单机效率测评及综合效率测评的信息采集,摸清了工程实施增效前试点机床的基本情况,为将来评价增效效果奠定了基础,机床综合效率测评规范的应用为评价机床应用效率提供了数



高刚性五轴数控加工中心



典型航空结构零件

数字化衡量方法。

(4) 举办多种形式技术培训, 培养工艺技术人才。

为满足增效技术工程化研究与应用的需求, 举办了各种形式和层次的技术培训活动。一是对第一批 40 家试点企业数控车间技术主任进行培训; 二是对 10 个军工集团公司技术支持单位人员进行培训, 主要进行数控加工参数优化技术和现场实际操作培训; 三是由各军工集团公司组织对试点企业一线技术人员开展培训, 主要进行高速切削参数优化软件应用培训。三个层次已举办 7 个技术培训班, 培训技术与管理人才共 220 人次。下一步还将针对数据库建设与应用、MES 工程化应用、刀具制造与管理等增效技术推广应用的需要, 继续开展各层次技术培训, 为工程实施奠定坚实的技术人才基础。

自工程正式启动以来, 国防科工委组织各军工集团公司, 采取切实有效措施扎实推进, 目前工程效果已初步显现。

(1) 单台机床数控加工效率大幅提升。通过广泛采用国防基础科研计划研究成果——由北京航空航天大学研制成功的数控加工参数仿真优化技术和 SimuCut 及 DynaCut 软件, 实现了数控切削参数获取方法由经验试切向科学计算的转变, 大幅缩短了参数获取时间, 显著提高了材料利用率、机床主轴功率利用率、主轴转速和材料去除速率。目前已在航天、航空、兵器、电子等行业的 20 家企业 74 台机床数百项典型零件加工中实现了单台增效, 加工效率平

均提高 1 倍以上。航天首都机械厂、北京卫星制造厂、红阳机械厂等企业, 针对多个典型关键件, 数控切削加工效率提高 0.5 ~ 1.2 倍; 陕飞公司应用参数优化技术完成了近 100 项典型零件的加工应用, 平均加工效率提高 2 倍以上; 电子第十四所实现铝合金零件数控加工效率提高 1.35 倍, 满足电子产品生产的紧迫需求。望江工业有限公司某火炮零件加工实现机床主轴转速由 2000r/min 提高到 13000r/min, 切削时间由 18min 缩短到 4min, 效率提高 4 倍以上。

(2) 车间数控加工综合能力显著增强。中国一航从集团公司全局部署机床增效工作, 组织沈飞、成飞、西飞和沈阳黎明等多家主机厂和发动机厂实施增效工程, 整体提高集团公司和企业的数控加工能力。成飞公司通过构建制造资源数据库、刀具与工装配送管理、推进 DNC 和 MES 技术等多种途径, 实现数控刀具品种由 3000 多种减少到 700 种, 生产计

(集团) 公司铝合金切削加工效率比原来提高了 2.8 倍, 零件首次加工合格率由 40% 提高到 90% 以上; 使原来最多年产 12 架份 S92 型直升机零件加工的能力, 提升到 32 架份。

近年来, 党中央、国务院对节能降耗、建立资源节约型社会高度重视, 党的十七大提出把提高效益、降低消耗、保护环境作为实现全面建设小康社会奋斗目标战略措施, 同时强调要以信息化带动工业化, 广泛应用高新技术和先进适用技术来改造、提升制造业。当前, 国防科技工业正处于快速发展的关键时期, 大力提倡工艺创新, 全力推进中高档数控机床增效, 大幅提高现有生产设备的加工效率, 是减少资源消耗、促进产业结构优化升级、转变经济发展方式的有效途径。因此实施千台数控机床增效工程是国防科技工业贯彻落实党中央、国务院精神的一项重要举措。我们一定要以党的“十七大”精神为指导, 充分发挥集团公司、技术支持单位和实施企业的积极性, 精心组织, 精细管理, 严格考评, 大力推广应



国内某飞机制造企业的数字化车间

划编制周期由 5 ~ 7 天缩短到 1 天, 数控车间综合加工效率由原来的不足 20% 提高到现在的 50%, 使目前一个车间的生产加工能力可以完成原来同等规模两个车间的工作, 大幅度节约了技改投资, 创造了可观的经济效益。中航二集团昌河飞机工业

用集成化、数字化制造技术, 加快工程实施步伐, 提高数控机床的综合加工效率, 降低生产成本, 节能增效, 大力推进资源节约型、环境友好型国防科技工业建设, 不断提高国防科技工业经济运行质量。

(责编 晓霖)