



聚合优势 打造高端

推动航空专用装备产业化发展

——中航工业北京航空制造工程研究所“高档数控机床与航空专用装备”发展回顾与展望

Gather Superiority to Promote Industrial Development of Aviation Special Equipment

中航工业北京航空制造工程研究所 张 军



张 军
中航工业北京航空制造工程研究所
所长。

先进工艺装备是航空工业发展的重要技术基础和航空武器装备制造的支柱,也是国家核心竞争能力和

国防实力的体现。党中央、国务院高度重视航空专用装备产业化发展,国家对振兴国产装备制造业的意志非常坚定。“高档数控机床与基础制造装备”被列入到《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020)》确定的16个科技重大专项中,2008年国务院批准并启动《高档数控机床与基础制造装备科技重大专项实施方案》,方案明确要求研制开发并完成十余种国民经济建设急需的重点

装备,到2020年,使得我国高档数控机床与基础制造装备的总体技术水平有显著提高,其中10种以上重点装备技术水平接近或达到国际先进水平,满足航空航天、船舶、汽车制造和发电设备制造等领域的部分需求。

集团公司高度关注航空专用装备产业的发展。以中航工业航空制造工程研究所为依托单位,联合集团公司的其他装备研制力量,成立了“中航工业专用装备研发工程中心”,

装备,到2020年,使得我国高档数控机床与基础制造装备的总体技术水平有显著提高,其中10种以上重点装备技术水平接近或达到国际先进水平,满足航空航天、船舶、汽车制造和发电设备制造等领域的部分需求。

并于2011年11月在制造所正式挂牌运行。“中航工业专用装备研发工程中心”的成立是航空专用装备发展的一个重要里程碑,为航空专用装备研发提供了很好的发展平台和空间。

中航工业北京航空制造工程研究所成立55年,始终致力于对航空制造技术研究和专用装备开发应用工作,并已获得相关国防专利、发明专利和实用新型专利100余项;多次荣获国防科技进步奖、机械工业科技进步奖、航空工业集团公司科技进步奖,作为全国唯一的航空工艺研究所在航空专用装备研制上有着与生俱来的优势。

55载不懈追求 数控设备批量进入航空及相关行业

中航工业北京航空制造工程研究所是国内最早开发研制数控机床的单位之一,也是国内唯一生产适用于航空工厂飞机零件加工的大型多坐标数控机床的厂家,在大中型多坐标数控机床设计、制造及数控加工技术研究方面一直处于国内领先地位。55年来,中航工业北京航空制造工程研究所通过引进、吸收和消化的方式,形成了两大系列、数十品种的高档数控机床产品谱系,提供的百余套高档数控机床在航空航天多个型号研制和批量生产中发挥着重要作用,为航空工业和国防工业做出了重要贡献。

1958年,制造所开发研制出第一台用于发动机叶片加工数控机床。20世纪70年代,制造所又先后研制成功数控立铣、四坐标数控铣、三坐标数控龙门铣等。

20世纪80年代,制造所开发研制成功国内第一套具有五坐标加工能力的准生产型武器装备柔性制造系统,标志着我国具备了制造系统集成能力。同时,制造所还与法国FOREST-LINE公司合作生产,向工

厂提供了航空工业专用的系列三、五坐标大型数控龙门铣床10余多台,并自主设计开发了大型四坐标、五坐标数控龙门铣床、五坐标整体叶轮加工机床和六轴数控龙门钻床等大中型数控机床。

20世纪90年代,制造所继续与法国FOREST-LINE公司合作生产了加工汽车覆盖件模具的双摆角型数控龙门铣床21台,先后提供给成飞公司、一汽集团、昌河汽车和哈飞公司等单位;合作生产的FLEXIAX 410、FLEXIAX 510加工中心和VL205六轴刀具磨床,成功应用于北京FMS实验中心的FMS系统中。

进入2000年以后,制造所在高档数控机床研制上实现了跨越式发展。2004年,为成飞公司自主研制的26m双龙门四主轴三坐标数控龙门铣床,被用于国家重点项目——电子防撞机改造项目中多项复杂零件的加工,取得极好的效果,受到了温家宝总理等党和国家领导人的高度赞扬。此后,制造所自行研制的高架桥式三、五坐标数控龙门铣床(图1)顺利交付成飞,标志着轻型高速铝合金加工数控设备制造进入批量生产;研制的大型五坐标联动数控龙门铣床和五坐标立式加工中心,精度完全达到国际先进水平,填补了我国在五坐标摆角核心部件、五坐标立式加工中心和大型龙门式五坐标数控铣床设备的空白,实现了多年自行研制五坐标设备的梦想。

依托先进工艺技术 开发航空专用装备

装备制造业,工艺是先导,设备是保障。作为航空工艺研究机构和“中航工业制造技术研究应用中心”的依托单位,中航工业北京航空制造工程研究所拥有“高能束流加工技术国防科技重点实验室”、“国防工业特种焊接技术研究应用中心”、“数控制造技术航空科技重点实验室”、“航空连接技术航空科技重点实验室”。其五轴加工的高档数控机床、复材构件制造装备、先进焊接设备、数字化柔性装配设备、精密金属成形设备和特种加工设备(电解加工设备、电液束加工设备)等都是在相关专业进行工艺研究的同时开发研制的,是相关工艺技术研究结晶。

一代材料、一代制造技术、一代工艺装备造就一代航空武器装备。随着航空制造技术的不断发展,对航空专用装备的依赖程度越来越高,需要工艺研究与装备技术高度结合。航空专用装备的发展水平直接影响到制造技术的应用效果和航空武器装备的制造质量和效率。然而,此类航空专用装备大部分属于国外对我国技术封锁和禁运的范围,自主创新是我们唯一的选择。“十一五”期间,中航工业北京航空制造工程研究所积极参与总装备部先进制造技术、科工局基础科研和国家“高档数控机床与基础制造装备”重大科技专项

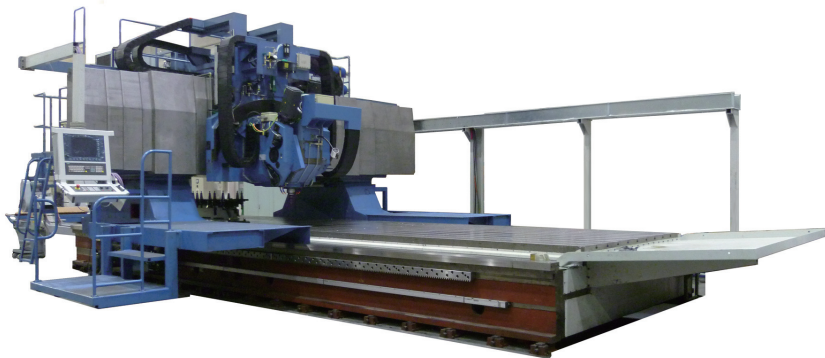


图1 五坐标数控龙门铣床

的论证,承担了某项国家级装备类项目。经过5年的努力,中航工业北京航空制造工程研究所不仅出色完成了各项目的技术目标,形成了一系列高水平的科研成果,培养了一支高水平的装备科研队伍,而且形成了较为完整的航空专用装备谱系,范围涉及机械加工、复合材料、焊接、金属成型和装配等领域,目前已具备六大系列百余个型号的提供能力。自主创新为中航工业北京航空制造工程研究所航空专用装备的发展创造了新的支点,并提供了充沛的动力。

1 先进焊接设备

制造所运用电子束焊接技术研制了低、中、高压电子束焊机,应用于航空、航天多种型号重要零部件的加工制造。新成功研制的应用于飞机大型重要承力钛合金框和高推比发动机钛合金鼓筒的焊接件生产的大型电子束焊接设备,技术水平接近国外先进水平,为重点型号做出了突出贡献。制造所还自主设计开发了60多台套专业化搅拌摩擦焊接设备,填补了国内搅拌摩擦焊接技术及设备的空白,满足了航天、船舶、电力电子和兵器等工业需求。特别是2010年,适用于高速动车主承力部件、城轨列车侧墙制造的搅拌摩擦焊设备和用于高速动车大部件制造的焊接能力达28m的搅拌摩擦焊设备(图2)的

成功研制和应用标志着搅拌摩擦焊接技术成功应用于高铁领域,为新型高速动车车体制造提供了先进的解决方案,将成为下一代铝合金高速动车主导连接技术。

2 数字化装配设备

制造所已开展了数控设备数字化装配技术研究和数字化工艺仿真和优化工作,形成了较好的数字化制造基础。基于此基础,制造所研制了机翼大部件数字化对接系统、柔性导轨制孔系统和五坐标翼面类制孔设备等10余种航空工业急需的具有自主知识产权的先进设备,促进了飞机装配生产技术从模拟量到数字量传递方式的变革。此外,制造所在“航空飞机数字化制造工程和千台数控设备增效计划”中承担了“高效数控加工”基础技术研究,包括复杂结构件加工变形控制技术、航空发动机高效数控加工技术等若干单项关键技术的研究。现在制造所现已具备研制大中型多坐标高速高性能数控铣床与加工中心的能力及常规数控加工工艺技术。

3 复合材料构件制造设备

制造所基于飞机零部件复合材料铺叠工艺技术,成功研制大型复合材料构件铺带机(图3)并投入使用,机床精度超过国际先进水平,实现了某型号大型复合材料构件的自动铺

带。目前,制造所正在进行大型复合材料丝束铺放设备的研制工作。大型复合材料铺放设备不仅在航空领域具有不可或缺的地位和广阔的发展前景,在汽车行业、风力发电领域也将有很大的发展空间。

4 精密金属成形设备

基于国内领先的旋压工艺及成熟的数控设备研制基础,中航工业北京航空制造工程研究所成功研制了VL-16CNC大型数控立式强力旋压设备,承担的国家科技重大专项所研制的亚洲最大的SY-100L大型立式三旋轮强力数控旋压设备正在航天某厂进行装配。大型强力旋压设备的研制已实现了多品种系列化,研制水平属国内领先,打破了国外的技术封锁。

制造所已成功研制大型飞机壁板类零件的数控喷丸成型与喷丸强化设备,并装备航空工厂,达到了提高结构效率和减轻重量的目的;自主研发的RX-400热蠕变成型设备,突破了高温金属平台、耐压保温砖、温度控制系统等关键技术,为国产设备的研制奠定了良好的技术基础;自主研发的100-500t不同吨位SPF/DB设备,在超塑成形工艺装备开发与应用方面具有深厚的技术基础,据此开发的钛合金、铝合金、铝锂合金、金属间化合物、金属基复合材料、铝锂合金超塑成形、超塑成形/扩散连接结构,已在航空、航天、兵器领域广泛应用。

5 电解加工工艺与设备

制造所作为全国最大的电解加工设备供应商,研制的大型数控电解加工设备已形成一定的规模,涵盖了航空发动机叶片和机匣、航天发动机整体叶轮、兵器枪炮身管膛线以及民用石油、模具等多个军民行业和领域,行业覆盖率达90%以上。2010年,制造所研制的电解加工装备首次走出国门出口缅甸,先进的工艺和设备获得了用户的高度认可。



图2 大型铝合金型材拼接搅拌摩擦焊设备



图3 大型复合材料自动铺带机

国家重大专项发力的新支点

制造所积极参与“高档数控机床与基础制造装备”国家科技重大专项(04专项)课题申报,04专项启动至今,制造所主持和参与的课题共有11项,课题总经费约3.5亿元(包括中央财政预算经费约1亿元),相关课题参研的产学研单位19家,参与企业均为航空航天及机床行业重要骨干企业,立项课题数量和课题总经费额度在全国属前列。

制造所参与的11项课题中,牵头主持课题有6项,包括2009年立项零批启动的“用于翼面类结构的大型复合材料铺带机”、2010年立项“大型复合材料丝束铺放机”、“大功率光纤激光双光束焊接设备”、“真空电子束焊接设备”和2011年立项的“大型数控强力旋压机床”、“自动化电磁铆接设备”等,大多数都是主机类设备产品,国内空白、行业急需,欧美发达国家对我国实行禁运的装备,其意义、影响和技术难度备受行业内关注。

参研的5项课题,包括机床行业的关键功能部件“A/B双摆角数控万能铣头”、航空航天领域所需主机产品“大型关键构件的摩擦焊设备”、共性技术“故障预警和诊断技术”和创新能力平台建设“国产高档数控机

床在飞机结构件数控加工中的示范应用”、“先进焊接技术与装备创新能力平台建设”等多类课题。制造所参研的04项的全部11项课题,已被纳入到航空专用装备研发的平台之中。为促进航空专用装备的发展,制造所作为“航空专用装备研发工程中心”的依托单位,联合集团公司内其他专用装备研制力量,在集团公司党组的领导下,立足航空,面向国防,聚合制造工艺研究、装备研发、技术服务的综合优势,积极探索“工艺+装备+服务”整体解决方案的商业模式,打造高端,提升航空高科技现代服务业,提高集团公司整体制造水平。

装备产业化 加快发展方式转变

林左鸣董事长在2010年2月5日到制造所调研时强调,“装备产业化是中航工业加快发展方式转变的一个重要标志和抓手,我们要从制造大国到创造大国,需要解决2个核心问题,一是成套设备制造;二是基础原材料的创新突破。这不仅是航空工业振兴的需要,也是整个中华民族提升核心竞争力、屹立于世界民族强者之林的需要。对于制造所来说,就是要转变过去单纯承担集团工艺生产任务,以现代服务业方式进入市场。”

2011年8月26日,林左鸣董事

长在集团公司国产化装备使用经验现场推介会上再次指出:“大力开展投资建设领域装备国产化工作,走航空科研生产先进装备的自主化发展道路是中航工业的坚定选择,一定要抓住机遇、奋发作为,以高档数控机床国产化为切入点,尽快打开集团公司航空先进工艺装备发展的新局面,为提升集团公司自主创新能力,增强核心竞争力打下坚实基础,为建设航空工业强国做出更大的贡献”。

2011年11月29日,中航工业副总经理吴献东到制造所进行调研指出:“制造所经过多年发展,储备了大量技术资源,要发挥工艺技术方面的专长,做大作强优势专业,加速科技成果向实现生产力的转化;要按照市场化改革的要求,整合各类资源,加强行业内外合作,推进中航工业专用装备产业化发展。”

中航工业北京航空制造工程研究所在航空专用装备研制方面,依托工艺研究,积累了多年的实践经验,研制开发的激光及电子束焊接设备、搅拌摩擦焊设备、电加工设备、数控旋压设备等航空专用装备在国内享有很高的地位,制造所积极响应国家和集团公司的要求,努力并逐步将有一定规模的装备实现产业化,力争到2015年,使航空专用装备的国产化率显著提升,初步形成航空专用装备产业化发展规模;到2020年,突破一批关键技术,核心功能部件基本实现自主研制,基本改变重要专用装备几乎全部依赖进口的局面,满足新一代飞机发动机等航空产品的研制生产需求。

“把航空工艺装备自主化发展这件事办好之时,可能就是航空工业全面振兴之日。”这不仅是林总对制造所的期望,更是中航工业北京航空制造工程研究所的责任和使命。制造所将竭尽全力,不辱使命,向成为世界级的航空所制造技术与装备研发中心的目标不断迈进,为我国航空工业的转型升级贡献力量。(责编 三丰)