

技术、装备、研发助推 航空制造现代化

进入21世纪以来，世界航空制造技术取得了巨大进步，并呈现加速发展的趋势。航空制造领域集中了高新技术，对材料、工艺、加工手段及试验测试等都有极高的要求。为了提高航空关键结构件的质量，大量的新材料及越来越复杂的结构逐渐被采用，加工精度要求越来越高，对制造工艺提出更高的要求。为推进现代化航空制造技术的发展，国内外的机床工具制造厂家也在不断研制、开发出新型产品来满足市场需求。

那么，目前国内在航空制造技术及装备方面还存在哪些问题？为了促进国内航空制造业的发展，国内的航空用户企业及机床制造厂家该从哪些方面改进呢？本期论坛特别邀请航空用户企业的专家及技术人员一起谈谈国内航空技术的发展及装备的应用情况。

主持人：杜春玲

突破数字化制造技术 大力发展我国航空发动机制造业

西安航空动力股份有限公司工程技术一级专家、高级工程师　何金梅



航空发动机制造技术与装备的现状

数控技术经半个多世纪的深入推广，特别是CAD/CAM数字化制造核心技术的不断发展，逐渐成为航空发动机产品制造的主要技术手段之一，使得数控车、铣、磨等通用数控机床替代了普通机床成为航空发动机制造业的主要装备。同时，为了满足减少机床和夹具、免去工序间的搬运和存储、提高加工精度及缩短加工周期等现代机械制造加工的需求，新型复合加工机床如数控车铣复合加工中心、数控五坐标加工中心及高效强力磨削机床等各种高端数控设备不断涌现。 如图1所示，五轴联动的数控加工方法能



图1　五坐标卧式加工中心高速切削

完成整体叶盘的复杂型面的大量切削任务，使发动机叶盘制造技术得到巨大的改进；高速、强力数控磨床利用强力成形磨削一次磨出涡轮叶片的榫槽齿形，使叶片榫槽加工变得简单、高效。这些高端设备为现代航空制造技术的快速发展起到了助推作用。

切削加工一直是航空发动机关键重要部件的主要制造手段，目前我国正从传统的机械加工技术向数字化制造技术进行转变，但数字化制造技术的应用只是局限到现有工作和环节中，简单地达到缩短周期和提高生产效率的目的，尚未形成大规模数字化生产运作模式。

航空发动机制造技术的新工艺与新装备

为了确保发动机的可靠性和提高推力，高性能发动机研制采用大量的新材料、新结构，对制造工艺要求也进一步提高，相继研发出了一系列高性能航空发动机关键制造技术，比如：轻量化、整体化结构制造技术、宽弦风扇叶片制造技术及整体叶环制造技术等。

跟踪世界航空关键技术发展形式，围绕新结构、新材料、新工艺的应用方面以及特殊工艺的总体要求，航空发动机制造技术将大量依靠高速精密加工中心、重型数控设备、高端立卧车铣复合加工中心、特种工艺设备、航空发动机关键零件高效精密磨削设备及自动生产线等新型设备和装置。目前特种加工技术已在各个制造领域展现其优势，特别是在复杂构件的型腔、型面及微孔的加工中具有显著优越性，能轻易解决常规加工很难解决的问题，比如激光加工、电子束加工、电火花加工及高压水射流切割机等特种加工技术已在科研和生产中发挥了积极的作用。图2所示为真空电子束焊机设备，可利用电子束焊接方法完成发动机整体叶盘的制造。

我国航空发动机制造技术与装备存在的问题

美国、欧洲国家、日本等国在航空发动机新产品研制中都全面应用了以敏捷制造、精益制造和虚拟制造、复合高效加工及自适应控制为代表的先进数字化制造技术，大大缩短了产品制造周期。但是当前我国的航空发动机企业数字化技术只是在局部实施，应用较分散，在深度和广度上有待进一步的突破。

随着航空发动机制造技术的不断创新，各种加工机床或设备也随之在功能、精度、效率及刚度等方面取得重要改进，并不断推动航空制造技术发展。但我国现在还是大量依赖国外进口的高端设备来完成航空发动机关键部件的生产加工，这也说明我国的机床设备制造行业在研发和创新方面能力不够。由于国内外技术水平的差异，在实际生产中，进口设备存在关键技术封锁、先进功能得不到有效的利用和开发、设备维护成本高等问题，如果长期依赖进口设备，那么我国航空制造技术的发展就会很被动，因此我们应该努力追踪国际先进航空发动机制造技术，拉动国产装备制造水平。



图2　特种设备——真空电子束焊机

结语

当前，我国在航空发动机数字化制造技术方面具备了一些经验和基础，但是与国际先进的航空发动机制造企业相比，还是有很大的差距。我们要以适合于我国国情的自主研发为主，积极借鉴国外发达国家数字化制造技术的成功经验，大力发展我国航空发动机制造业，使我国尽快跻身于世界航空发达国家之列。