

# 邵清安

发动机模锻技术专家

■ 邵清安 Tai Qing'an

中航工业首席技术专家  
Chief Expert of AVIC

中航工业沈阳黎明发动机（集团）有限责任公司首席技术专家、研究员  
Chief Expert/Professor of AVIC Shenyang黎明 Aero-Engine (Group) Corporation Ltd.

☞：航空发动机是飞机的核心部件，也是飞机唯一的动力来源。在先进航空发动机的研制中，锻造技术发挥着怎样的作用？

**邵清安：**锻造技术作为一种传统的制造技术在航空工业领域发挥着重要的作用，至今仍是一种不可替代的加工方法。锻造成形技术不但可以节材、节能，缩短产品制造周期，降低生产成本，而且可以使金属流线沿零件轮廓合理分布，获得更好的材料组织结构与性能，从而可以减轻制件的质量，提高产品的安全性、可靠性和使用寿命。

目前，通用的涡轮风扇发动机，主要由风扇、压气机、燃烧室和涡轮等几大部件构成，其中绝大部分重要零件的毛坯都是锻件。这些锻件毛坯材料的组织和力学性能在后续的加工和装配等制造环节基本不发生改变，因此从某种意义上说，这些锻件的技术水平就决定了这些重要零部件，特别是寿命控制零件的性能水平、寿命和成本等基本指标，进而对整个发动机的可靠性和经济效益产生重大影响。

☞：您投身中航工业 20 多年，刻苦钻研发动机锻造技术，为中国的航空事业做出了突出的贡献。请与我们分享一下您的主要研究成果。

**邵清安：**自 1988 年参加工作以来，我先后参与了涡喷七系列，昆仑系列，太行系列，重型燃机，大修机易损件必换件用国产化 A、B、C 类材料以及其他科研型号发动机多种材料的盘、轴、叶片、机匣以及整体叶盘等锻件毛坯的研制。其间有很多难忘的记忆，如太行系列的 GH4169、GH907、Tc17 锻件研制，重型燃机的超大型压气机盘、涡轮盘和数十级叶片研制，大修机易损件必换件用国产化 A、B 类材料研制，都凝聚了国内该领域最先进的装备和人才，当然也包括像我一样的爱好者的努力付出。这些材料和锻件的研制成功，为构成

强大的中国心增添了很多血肉，我个人也获得过一些科技成果和荣誉，但这都是集体的成绩。我觉得，只要我所参与研制的这些材料或锻件能够满足型号设计和批产要求，技术上不断缩小与国外同类产品的差距，且在某些方面小有优势或突破，我就无愧于国家和航空事业。

☞：小余量精锻制坯与无余量精密冷辊轧技术的研制成功，使叶片制造发生了重大变革。作为这项技术的研发者，请您介绍一下它相对传统技术的优势。

**邵清安：**小余量精锻制坯与无余量精密冷辊轧技术相对于叶片传统的模锻与数控铣制造技术有许多显著的优点：(1) 小余量精锻制坯(挤压预锻坯+精密模锻)较传统的模锻毛坯(挤杆+墩头+预锻+模锻)工艺流程相对简单，工装模具少，材料利用率高，因而成本显著降低，生产效率显著提高；(2) 叶身精密辊轧与传统的数控铣相比，冷辊轧变形到最终型面尺寸的叶片尺寸靠模具保证，一致性更好；叶片显微组织更细、更均匀，力学性能更优，表面完整性更好，因此振动疲劳性能更好，寿命和可靠性更高；(3) 辊轧过程属无切屑加工，无污染、无材料浪费，更符合国家的环保政策；(4) 叶片型面辊轧过程每片不到 1min，较数控铣效率高几十倍，更适合大批量生产。

☞：“航空发动机”科技重大专项的确立，对中国航空发动机产业的发展将起到巨大的推动作用。在今后国产航空发动机制造中，哪些技术难题需要重点关注？

**邵清安：**今后航空发动机研制

中需要重点关注的精密锻造技术有：压气机叶片精密冷辊轧技术；风扇/压气机叶片精密成形技术；机匣类环形锻件精密轧制技术；粉末高温合金盘热等静压+挤压+等温模锻成形技术；难变形材料超塑成形技术；精密成形过程数值模拟技术等。

先进制造技术是高性能航空发动机技术发展的基础，发动机技术的

**邵清安：**研究员级高级工程师，现任中航工业发动机模锻专业首席专家，中航工业黎明首席技术专家，中航工业高温合金专业一级专家。1988年毕业于南昌航空工业学院锻压专业，2002年获中国人民大学 MBA 学位，2005年获得哈尔滨工业大学材料专业工学硕士学位，现西安交通大学材料学院工学博士在读。历任中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司技术中心材料技术科外购锻件主管、冶金科副科长，材料研究室、锻压研究室主任，精密锻造厂总工程师，冶金技术研究所锻造专业首席技术专家。曾获得国防工业、冶金部、航空工业总公司、中航工业科技进步奖数十项，发明和适用新型专利数十项，立功受奖 3 次，在国内期刊发表科技论文数十篇。



发展越来越依赖于材料和工艺的进步。同时，高性能航空发动机的需求和发展又促使制造技术迈向更高的水平。下大力气开展高性能航空发动机制造技术研究，特别是塑性成形技术的研究，在消化吸收国际先进经验的基础上，结合我国航空发动机行业发展的实际需要，开展自主工艺创新，以科学的工艺管理理念为指导，以先进的工艺装备为支撑，不断提高我国航空发动机塑性成形工艺技术水平，逐步形成独具特色，既满足行业需求，又能带动国民经济发展的工艺体系，必将成为我们新一代塑性成形技术研究相关领域技术工作者的共同追求。

(采访 亦非 责编 深蓝)