

# 高歌

## 工程热物理及流体力学专家

■ 高歌 Gao Ge

北京航空航天大学教授、博士生导师

Professor and Doctor Advisor of Beihang University

“航空发动机气动热力”国防重点实验室副主任

Vice Director of National Key Laboratory on Aero-Engines

☞: 请您介绍一下您目前所从事的研究工作及其进展。

高歌: 我们新技术研究所主要进行一些与航空相关的前沿技术及其基础原理的研究工作。主要有新概念发动机和新能源技术等方面的研究工作。

我目前所从事的研究方向之一, 是对新概念航空发动机的研究, 主要从基本原理上对航空发动机进行研究试验, 和以应用研究为主的发动机研究所相比, 我们站在更高层面上进行一些基础研究工作。

在新能源的研究方面, 研究所中的能源部主要从事新型能源的研究。我们的工作就是要突破现有能源格局, 寻找真正的新型能源。

☞: 您研究过“余热增推”技术, 请问“余热增推”技术是如何实现的, 与现有的热-机械转换技术相比, 该技术有哪些特点?

高歌: 谈到“余热增推”技术, 首先来谈一下喷气发动机的尾喷管。现代喷气发动机喷管的出口气流温度达到 500~800℃, 这个热量是很高的, 意味着发动机燃料热能的大量浪费, 喷气发动机的效率只有 20%~30%, 因此要对这部分热量的再利用进行研究。目前的热机都是利用膨胀过程做功, 而我们的研究方向是使这些热量通过非膨胀的热功转换过程来转变成可用功率。

这种非膨胀的热功转换类似龙卷风的原理。龙卷风是冷热空气剧烈交流产生的强烈旋流现象。龙卷风外面是热气流, 里面是冷气流, 其旋转的能量来自内外的温度差所形成的径向热量交换。

航空发动机如果想利用这个原理来获得机械能, 可以从压气机中抽取一部分冷空气, 然后利用燃烧室或喷管产生的热量, 利用前面所说的对流来形成旋转动能, 最后把旋转动能转变成发动机的轴向推力。我们也做过计算, 这种增推方法比传统的风扇

增推效果更明显, 而且这种方法并不妨碍传统的风扇热功转换, 因此传统的发动机改进方案可以同时进行, 这样可进一步增加发动机的推力和效率。

☞: 请问国际上先进航空发动机技术的最新研发情况如何, 存在哪些技术瓶颈?

高歌: 根据经典理论, 要提高涡轮发动机的性能主要有 3 种途径: 一是提高压气机压比。目前来看, 现役发动机压比为 30 左右, 而在实验室中可以得到 50~60 的压比。但再提高压比就会大大增加压气机的重量和复杂程度, 这是得不偿失的。二是提高涡轮前温度, 目前发动机燃烧室温度达 1700℃ 以上, 但进一步提高温度会对涡轮材料和冷却技术提出重大挑战。三是增大涵道比, 提高发动机空气流量, 但这一措施现在所取得的效果也是有局限的。

现代发动机的性能已经很先进, 而且非常复杂, 若按常规方法提高发动机的性能, 只能进一步提高复杂程度, 但与性能的提高并不成比例, 如果原理上不出现重大变化的话, 就不会有本质的改变。

脉冲爆震发动机是一个新的研究方向。脉冲爆震发动机是在一个空腔里面使一部分油气发生爆震, 利用爆震的超音速冲击波来使其他部分的油气燃烧, 这可以近似看成定容燃烧过程。但这种发动机现在还远未成熟。

☞: 航空发动机技术的发展, 必须依靠创新, 请问如何推动发动机

技术的创新?

高歌: 如果我们只是一味跟踪世界先进技术, 其后果就是总跟在别人

**高歌**教授: 现任北京航空航天大学“动力工程及工程热物理”一级学科责任教授, “航空发动机气动热力”国防重点实验室副主任, 兼任中航工业中国航空研究院新技术研究所所长。著有“燃烧室空气动力学”一书。

高歌教授在燃烧学、流体减阻、旋涡动力及升力技术等领域有诸多发明创造。1981 年发明沙丘驻涡火焰稳定器, 应用于多种型号喷气发动机中, 具有低阻、高稳的突出特性, 提高了发动机的推力。1991 年发明低噪、低阻新型流水孔网阵技术, 成功地应用于潜艇, 减阻降噪的效果明显。2000 年与美国华裔教授 Y. Yong 共同创立理性湍流方程体系, 消除了湍流方程对经验系数的依赖, 美国 B.T.Chao 院士称之为“21 世纪流体力学的里程碑”。在 21 世纪科学新领域进行的工作包括: 在国际上率先提出负能量守恒原理, 为真空能的提取和利用奠定了基础, 并据此提出了航空涡轮—真空能组合发动机的设计思想等众多新观点、新技术, 著有《宇宙天演论》等专著, 书中的观点和技术途径为国际上 21 世纪科学技术核心内容的研究提供了超前思路。



后面走, 很难追上甚至反超别人。

要想真正的超过其他航空强国, 就必须进行创新, 另辟蹊径。尽管现在我们都主张自主创新, 但创新也要注意层面, 如果仅在技术细节上进行改进而原理上没有突破的话, 是远远不够的, 必须在理论层面上有所突破, 才是最根本的创新, 一些重大的技术突破往往首先在原理上有重大进展。

要在原理上有所创新, 就要重视基础研究。但我们不能泛泛地进行研究, 而是要对其中有可能带来原理突破的内容进行研究。我们现在成立的新技术研究所, 归属中国航空研究院名下, 就是要进行这方面的工作。

(采访 侧卫 晓立 责编 小城)