

# 发动机成为超声速客机回归的关键

## Powerplant is the Key for the Return of Supersonic Airlines

■ 付玉 卢娟/中国航发研究院

历史上只有英法联合研制的“协和”号和苏联的图-144超声速客机投入过商业运营。但因为安全性能、运营成本和环境保护等问题，均没有继续发展使用。时至今日，超声速商业飞行已消失了15年。近年来，伴随着航空技术的突破和需求的增加，除了洛马、波音等老牌制造商，博姆（Boom）科技、Aerion航空等初创公司也瞄准了超声速客机技术，使人们再次看到了超声速飞行的希望。

### 博姆科技公司XB-1超声速验证机

XB-1是博姆科技公司为其未来三发超声速客机开发的一款1/3尺寸的验证机。XB-1长为20.7m，翼展为5.2m，设计有双人驾驶舱，具有尖锐的前机身和后掠机翼，最大起飞质量为6.1t。

博姆科技公司本希望在2017年年底开始XB-1的飞行测试，但由于飞机空气动力学设计的修改和发动机的采购影响，其超声速和亚声速的飞行测试都将推迟到2019年进行。目前，该项目已经完成空气动力学设计和水平尾翼的集成，发动机的选择为J85，并将加装一个专门设计的几何可调进气道和排气系统。

然而，发动机的选择仍是博姆科技公司超声速客机长期发展所面临的重大问题。出于成本的考虑，博姆科技公司并不打算从零开始开发一款全新的发动机，而更倾向于利用现有的发动机进行衍生发展。对超声速飞机制造商来说，缺乏具有合适低压比压气机的发动机始终是一个大问题。比较合适的是涵道



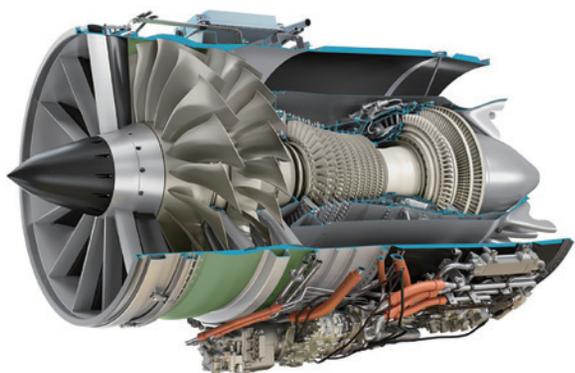
博姆科技超声速客机概念图

比为3~4的中等涵道比涡扇发动机，在这个工作点上飞机起飞的噪声比较低，足够低的涵道比不会引起太多波阻，并且能保证足够的燃油效率。臭鼬工厂的飞行器设计与技术主任戴夫·理查森表示“尽管材料方面的技术进步使核心机的工作温度更高，但对于长时间的超声速飞行来说，这种循环参数并不是最佳的。普惠公司旧有的JT8D或GE

公司的J79比今天的发动机更适合在特定的温度下进行超声速飞行。”

### Aerion公司AS2超声速客机

作为AS2超声速客机项目的发起者，Aerion公司是这一领域的新手，首先联合波音公司就飞机机翼和机身结构、系统布局、电传飞行控制系统等方面进行了初步设计。AS2计



GE公司Affinity发动机



AS2超声速客机概念图

划载客12人，最大巡航速度为马赫数 ( $Ma$ ) 1.4，计划于2023年首飞，2025年完成适航取证。

2017年，Aerion公司确定由GE公司为AS2超声速客机提供动力。2018年，GE公司正式发布第一款专门为公务机设计的超声速发动机“亲和力”(Affinity)。Affinity是一款双轴的中等涵道比发动机，集成了一个类似于战斗机的两级风扇和CFM56/F101的核心机，有9级高压压气机，单级高压涡轮和2级低压涡轮。它在设计上的独特之处在于有一个低阻力的进气锥，带有可调后缘的固定进口导流叶片和两级宽弦整体叶盘风扇。AS2的最大速度为 $Ma$ 1.4 ~ 1.6，采用几何固定式进气道来减轻质量。Affinity使用环状燃烧室，高压涡轮和导向器被热障涂层所覆盖。发动机尾部有一个复杂的陶瓷基复合材料排气混合组件，类似的设计在GE公司的“通行证”(Passport)发动机中曾使用过。有消息表明，Affinity发动机采用了外部膨胀式(或塞式)可调喷管，由一个中心轴对称的、能够前后移动的圆

锥体构成，能够根据飞行状态改变锥体头部和尾喷管的相对位置，取代了收敛发散喷管等常规设计。发动机整体装在一个细长的碳纤维短舱中，以减小截面积，从而减小阻力。另外，Affinity使用了全权限数字式电子控制(FADEC)系统，被设计为既能在水面上以 $Ma$ 1.4进行超声速巡航，又能在陆地上高效地亚声速飞行，而不用修改现有的适航章程。在合适的气候环境和复杂算法的控制下，AS2能以 $Ma$ 1.2在陆地上空飞行而不产生声爆现象，并符合第五阶段关于飞机起飞和降落的噪声要求。“它不是一台涡喷发动机，不是一台战斗机发动机，也不像曾经安装在‘协和’号上的发动机。它介于民用发动机和战斗机发动机两者之间。”GE航空集团副总裁兼公务及通用航空业务总经理布莱德·莫提耶表示。

作为一家初创公司，Aerion联合美国国家航空航天局(NASA)、波音、洛马、霍尼韦尔、宾夕法尼亚州立大学等多家公司和研究机构共同推进AS2超声速客机的开发。霍

尼韦尔将为AS2提供航电系统，并开发一个整块触屏式座舱，使用为公务机开发的全联通性解决方案和能实现跨洋飞行的下一代飞机控制系统。“我们能够带来远航程的飞行计划，直观的驾驶舱演示和触摸屏控制。目前我们正在围绕超声速飞机的创新显示方法与NASA开展技术合作。”霍尼韦尔公司电子解决方案主要负责人卡尔·埃斯波西托表示。

未来的民用超声速市场将以喷气式公务机为基础，提供多种商用高速飞行服务。Aerion公司将AS2客机看作其整个超声速喷气式公务机家族的起点。“从AS2得到的收益将帮助我们继续开发AS3、AS4和AS5，”Aerion公司首席执行官(CEO)汤姆·维斯表示，“未来的AS3和AS4会有些改进，如设置头等舱等。尽管我们现在还没有这样做，但我们已经有一个长期的项目计划了。”

**航空动力**

(付玉，中国航发研究院，工程师，主要从事航空发动机科技情报研究)