



“序曲”设计方案效果图

X-59验证机激波模拟图像



超音速客机 真要“返航”了吗

近日,美国航空公司宣布将从音爆公司(Boom)订购20架超音速飞机Overture,这一名称翻译成中文是“序曲”的含义。音爆公司这样命名自己的超音速商用飞机,显然蕴含了重启超音速商业航空运输时代的厚重期望。

早在上世纪40年代,人类就实现了军机的超音速飞行,可以说从那时候起,人们就一直期望把超音速飞机应用于民用航空。然而几十年的探索和挫折,证明其中的困难比预想要大得多。

超音速客机是指其速度比音速快的民航客机,历史至今仅有两种超音速客机曾经投入商业营运,分别为英国、法国联合研制的“协和”飞机,以及苏联的图-144,均在上世纪60年代末出现,但超音速客机自问世以来一直备受成本效益、环境破坏等因素困扰,并未有大规模推广使用。

商用因暴烈噪音折戟

自从100多年前人类开始将飞机用于商业运输,对于速度的追求从未停止过。从最初的每小时一百多公里,到如今的每小时近千公里,地球终于从一个硕大的物理球体被商用喷气飞机缩小成了地球村。在军用飞机早已突破音速甚至可以达到接近3倍音速的当下,让商用客机突破音障以更高的速度飞行在技术上早已不是难题,问题在于超音速客机必须同时具有良好的静音性和经济性,这才是真正的挑战。

2003年,英法合作研制的“协和”超音速客机结束了最后一次商业飞行,从此淡出航空舞台。这标志着人类商业航空向超音速发起的首次尝试黯然中止。

而在20世纪60年代,超音速商用客机曾是全球航空运输界寄予厚望的新星。这一时期,英法两国斥巨资研制的“协和”飞机成为最为耀眼的代表;苏联不甘落后,图波列夫设计局迅速开发成功图-144超音速客机;美国政府也认为超音速客机可能成为全球航空竞争的新焦点,投入大笔资金,制定波音和洛克希德等著名航空公司参与竞标计划,最终选中了波音公司的2707项目。虽然该项目因为技术问题过多和预算严重超支最终下马,但这并不妨碍当时美国对这一领域

的乐观期盼。

苏联图-144由于技术问题和可靠性原因,只在苏联境内进行了极短的运营就宣告退出历史舞台。唯一投入跨大西洋商业运营的“协和”也没有风光多久,很快就暴露出噪音大、经济性差、运营成本高等问题。

超音速飞机使用的超音速发动机原本耗油量就较大,如果飞行全程都保持超音速,经济性还勉强可以接受,但是传统超音速飞机飞过头顶的感觉的确很糟糕:不仅会产生巨大噪音,还会导致剧烈振动。飞机在空气中飞行会产生向四周扩散的声波,在亚音速飞行状态下,声波的传播不构成麻烦,但当飞机超越音速的时候,问题就来了。飞机引起的声波(其实就是振动的空气层)由于跑不过飞机,会快速在飞机前方相遇并叠加,振动能量剧增并呈锥面分布,这种振动波就是音爆激波。如果是低空飞行,它甚至能震碎建筑物的玻璃。

当欧美各国政府都意识到这种等级的噪音会引起居民强烈反对后,便纷纷要求“协和”不得在陆地上空飞行时超越音速,只能在飞出海岸线,到达大洋上空时才可以火力全开。这样一来就意味着“协和”有相当一段航程只能做亚音速飞行,而“协和”使用的发动机在亚音速飞行时燃油经济性更加糟糕,这等于进一步恶化了“协和”的经济性。由此带来的一个直接后果,是当年所有乘坐“协和”的乘客在享受2倍音速飞越大西洋疾驰之旅的同时,不得不对高达数千美元令人咋舌的票价。

在“协和”投入运营的时代,以翼吊式涡轮风扇发动机为主要特征的高亚音速商用客机,凭借在速度、航程和经济性三者间极佳的平衡性设计成为

主流,占据了商业运输市场的主要份额,进一步压缩了“协和”的生存空间。这一切,最终导致了“协和”的谢幕。

“序曲”能卷土重来吗

从航空动力技术上说,通过使用涡扇技术和更高效的发动机内外流场设计,燃油经济性有望得到显著提高;而激波噪音问题则必须通过优化机体外形设计才可能实现,其中涉及激波产生机理和汇集扩散规律等深层次问题,试错所需的成本和时间都相当可观。

音爆公司的“序曲”采用了比较保守的概念。“序曲”的飞行速度限定在1.7倍音速,但是即便如此,也足以把纽约到伦敦的飞行时间缩短到3个半小时,纽约到法兰克福只需要4小时。虽然8300公里的航程让“序曲”需要中途落地加油一次才能飞越太平洋,但这已经能够让乘客在6小时内从旧金山飞到东京。

音爆公司希望把“序曲”的价格控制在2亿美元,而“序曲”的客座运营成本更具吸引力——将比亚音速宽体客机更低。音爆公司认为“序曲”运营后,从纽约到伦敦的往返票价大约为5000美元,而早年“协和”的票价高达20000美元。音爆公司宣称全球有500条航线都需要超音速客机,市场需求总量可达1000架。

研制这样的飞机并不容易,据估计,研发制造和适航审定投资总额为60亿美元。2016年3月,音爆公司完成了三角翼概念设计和木制模型。最初方案采用两台发动机,可容纳40名乘客。同年10月,原设计被加长到47米,翼展也相应增加,客座数量增加到50个,发动机也增加到3台。之后,“序曲”投入使用的计划一

再推迟,如今的时间节点定在了2030年。

音爆公司已经完成的缩比三分之一的XB-1验证机可谓是“序曲”的序曲,它采用三台通用电气J85喷气发动机,负责来验证“序曲”的噪音技术和运营经济性。但是以XB-1的外形特征来分析,在实际飞行中它能否实现音爆公司的设计目标,目前仍存在不少疑问。

前面说到的美国航空公司的订单并不是音爆公司的首笔订单,早在2021年6月,另一家美国商业航空巨头企业——联合航空公司已经与该公司签订协议,购买15架“序曲”。另外有消息说,日本航空公司也已经预订了20架。

从商业规则上说,目前这些订单仍然只能算是意向订单,因为各航空企业预订的“序曲”至今尚未完成研制,他们只是根据音爆公司的产品研发目标和市场定位描述决定订购。

古怪外形挑战降噪难题

在解决超音速飞行噪音问题方面,美国航空航天局花了不少心思。美国航空航天局和洛马公司联合制造的X-59“安静超音速运输机”验证机目前已经总装完毕,正在进行各项测试和调试,按计划将在2022年实现首飞。

这架长30米、重10吨的外形古怪的飞机将通过飞行测试来挑战超音速客机的降噪难题。当年的“协和”产生的激波噪音水平是105分贝,大致相当于近距离的雷鸣。从2003年“协和”彻底谢幕至今,19个年头过去,如今X-59将挑战一项前所未有的超音速音爆激波噪音水平——75分贝,大致相当于在6米远距离上听到的大力关门声。“这一水平仅相当于‘协和’的1/9至1/6”,美国航空

航天局低音爆飞行验证机项目副主任戴维·里奇韦恩表示,“我们努力让飞机产生振幅更低更温和的激波,也尽力让激波能够更缓慢地叠加形成,这样就不会产生过去超音速飞机那样强烈的音爆激波噪声。”

为了实现这一目标,工程技术人员做了大量计算机空气动力学仿真试验,据此设计了X-59全机外形,那个细长如远古生物般的长鼻子就是复杂模拟建模的结果。从比例上说,X-59的鼻子比“协和”的还长。虽然长鼻子能有效抑制激波,但也带来了新问题,那就是座舱里的飞行员无法拥有良好的前方视野,为此技术人员可以通过外部视景系统结合舱内高分辨率显示器来解决这个问题。这样一来,X-59就不必像“协和”那样采用可上下偏转活动的机首,简化了结构,减轻了重量。

美国航空航天局在X-59项目上花费了2.47亿美元,如果该项目进展顺利,那将证明超音速飞行与低音爆噪音并非绝对不可调和的矛盾。这样美国航空航天局有望推动美国航空管理机构解除原有禁令,重新允许超音速飞机在内陆人口稠密地区超音速飞行。在过去,“协和”只能在海上才被允许赶超音速,这意味着它的全航程经济性根本无法保证,因为“协和”在亚音速状态下是鲸吞牛饮的烧钱机器。一旦X-59能凭借音爆抑制技术打破这一禁令,将意味着超音速商业航运的大门有望重新开启。

如果成功,X-59飞过繁忙的城市时,大部分居民甚至会难以觉察到他们头顶有飞机正以超越音速的速度疾速飞行。若挑战75分贝成功,未来就可以运用X-59的相关技术开发更大的120座级商用喷气客机。 **本报综合**



XB-1验证机