

航空发动机的噪声削减技术

Technology of Aeroengine Noise Reduction

罗尔斯·罗伊斯公司

今天的航空运输业为全球经济提供着动力,促进了经济增长,为全球贸易注入了活力。通过合作,飞机和发动机制造商可以满足监管机构和旅客提出的削减飞机噪声的要求。

当你置身于繁忙的北京首都机场,听一听飞机起飞的声音,你就会很容易明白,降低飞机噪声为何是航空航天工业在环境保护方面所优先考虑的因素。

设计低噪声发动机

据罗尔斯·罗伊斯副研究员 Joe Walsh 所讲,噪声控制是公司极为重视的一大课题:“在发动机设计的初期我们就开始关注噪声问题,并和废气排放及燃油效率一起将它们列为环境方面的‘三大’当务之急。噪声控制是我们设计理念的基本组成部分,确保我们的产品对环境的影响降到最低。”

任何降低噪声的解决方案,都可能会导致飞机的整体性能出现下降,这是每家制造商都会面临的一种窘境。为追求引擎的静音效果,你可能要么在推动力方面,要么在燃油效率方面做出妥协。

更强劲、更高效、更静音

难点在于在寻找噪声削减方式的同时,又不能以增加油耗和二氧化

碳排放为代价。为此我们首先要了解飞机和发动机生成噪声的多种复杂原因。

航空发动机通过吸入空气、加速空气运动,然后从后部喷出来为飞机提供推力。在为飞机提供前向推力的同时,空气以接近 1288km/h 的速度从发动机后部喷出,从而生成了噪声。

最近几十年,大涵道比发动机的开发成为影响飞机发动机噪声降低的一个主要因素。Walsh 解释道:“这些发动机的风扇更大,通过吸入更多空气来更加缓慢地推动空气,使其更为平缓地通过发动机,从而在产生推力的

同时生成更少的噪声。这使发动机在更加安静的同时,又不会损失动力。”

通过采用非常先进的材料和制造方法,制造商们已经解决了生产大风扇发动机的难题。例如,罗尔斯·罗伊斯发动机前端的中空钛合金风扇叶片,是由 6 所大学使用 60 多项专利以及一种独特的制造流程开发而成。这些风扇叶片,不仅有令人难以置信的强度,而且重量很轻。

突破常规: 风扇叶片的工作原理

在起飞时,空客 A350 两台遑达



Trent 1000发动机

XWB 发动机的风扇旋转速度可以达到 2700r/min, 叶尖转速更是超过每 900r/min (超过音速)。它们每秒可以推动 1t 空气, 生成 85% 的发动机推力。起飞时一个风扇叶片上的力相当于近 100t 的负荷。

在发动机前端超强风扇的周围是吸音板。声音振动通过吸音板的多孔面板, 进入下面的小蜂窝中, 部分能量转换为少量无害的热量。这些吸音板都经过专门设计, 运用了详尽的噪声测绘技术, 来吸收风扇发出的大部分噪声。为了达成静音效果, 之前曾通过反复试验, 采用数百个麦克风对噪声测绘的效果加以验证。

罗尔斯·罗伊斯采用的另一项噪声削减技术, 是通过改变组件设计来影响声音传播方向, 将某些频段的声音囚禁在发动机内部, 而不是让它们扩散出去。

“采用功能极为强大的计算机建模技术, 我们能够找到内部组件的最佳排列方式, 为我们提供有效的推动力, 同时还可以更加有效地抑制噪声。”

罗尔斯·罗伊斯的工程师对每个风扇叶片的尖端都要进行研究, 以确保它们完美无缺地排列对齐。对细节的这种关注有助于降低叶片尖端以超音速旋转时振动波产生的噪声。

“为了获得最佳的产品设计效果, 我们力争控制好发动机的宏观和微观特征。通过考虑人耳感知噪声的方式, 我们甚至要对每个发动机组件的声学设计进行‘微调’, 以获得最为平缓的总体噪声特征, 并使烦扰度降到最低。”

与全球科学界的最优秀精英开展合作

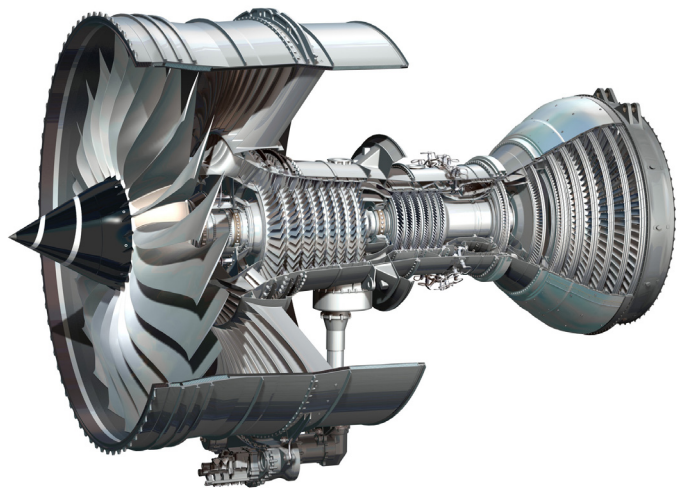
为了保持最近几十年已经实现的噪声削减率, 罗尔斯·罗伊斯广泛地运用了行业和学术界的专业知识。

一个最好的例子便是南安普顿

大学声音与振动研究所的噪声技术中心, 该中心为噪声预测和控制提供着至关重要的帮助。该研究所的科学家和研究生团队, 采用理论与试验相结合的方法来削减噪声。在一个项目中, 他们与 AneCom 公司设在柏林附近的噪声测试机构合作, 提升了有效声衬的现代技术水平。另一个项目着眼于如何从涵道管的新颖形

机场周边感受到的噪声大为改观。例如, 如果飞机能够更陡直地降落, 那么这可能会降低油耗、大气污染和噪声水平。此外, 机场运营商、空管机构和航空公司之间更加紧密的合作, 也会使飞机陡然降落这一过程以及其他一些运行过程成为可能。

“我们认为跨行业方法是实现环境效益的最佳方式。为此, 我们正在



Trent XWB发动机剖面图

状中获得优势, 以吸收更多的风扇噪声。

广泛的行业协作

欧盟已经制定目标, 将通过开发相关技术, 在 2050 年前使飞机噪声烦扰度与 2000 年同等机型的噪声水平相比降低 65%。这要求每次飞行的噪声降低 15dB, 换言之, 声能削减要超过 95%。这些雄心勃勃的噪声削减目标, 不仅要求发动机在设计上的重大改变, 还要求装备这些发动机的飞机在设计上做出重大改变。

“实现这些目标要求整个行业付出艰巨努力, 并需要在技术上创造阶跃变化, 如利用机翼或机身来屏蔽发动机的噪声等。比如, 飞行机翼的概念可能非常静音, 不过要使这一概念成为可能首先需要做许多工作。”

空中交通管制程序也可能会使

与飞机制造商、航空公司、机场运营商和空管专家密切的合作。非常重要的一点是, 我们要采取一种平衡的噪声削减方式。”

值得为之付出努力

我们共同付出的这些努力已经开始赢得回报。最近投入商业运营装配有罗尔斯·罗伊斯遑达发动机的波音 787 梦想飞机和空客 A380, 与早期的宽体客机相比, 在降低噪声方面取得了显著成效。

“最新波音 787 梦想飞机的起飞噪声, 比上一代机型降低了约 5dB。”

今天的航空运输业为全球经济提供着动力, 促进了经济增长, 为全球贸易注入了活力。通过合作, 飞机和发动机制造商可以满足监管机构和旅客提出的削减飞机噪声的要求。

(责编 亦非)