

空客 A320NEO 飞机的优点和节油分析

Advantages and Fuel Saving Analysis of Airbus A320NEO Aircraft

张晓敏

Xiaomin Zhang

安徽民航机场集团有限公司机务工程部 中国·安徽 合肥 231271

Maintenance Engineering Department of Anhui Civil Aviation Airport Group Co., Ltd., Hefei, Anhui, 231271, China

摘要: 随着航空技术的发展,在日常工作中,A320NEO飞机越来越常见,所以它一定有独特的优势。都说A320NEO飞机节油,论文从其和A320CEO飞机的某些参数比较来分析A320NEO飞机的优点以及其节油的原因。

Abstract: With the development of aviation technology, the A320NEO aircraft is becoming more and more common in our daily work, so it must have its unique advantages. It is said that the A320NEO aircraft saves fuel, this paper analyzes the advantages of the A320NEO aircraft and why it saves fuel by comparing some parameters with the A320CEO aircraft.

关键词: NEO; CEO; 节油; GTF; 鲨鳍小翼

Keywords: NEO; CEO; oil saving; GTF; shark fin flake

DOI: 10.12346/etr.v5i2.7712

1 引言

空客 A320 系列飞机是欧洲空中客车公司研制生产的单通道双发中短程客机,空客 A320NEO 系列飞机是空客 A320 系列飞机的改进机型,装配新型高效发动机和鲨鳍小翼。它采用最先进的技术,可以节省更多的燃油,减少碳排放,降低航空公司的运营成本,所以取得了市场的一致青睐。论文将详细分析空客 A320 飞机的优点和为什么节省燃油。

2 空客 A320 飞机的优点

要明确两个概念: A320CEO (current engine option) 和 A320NEO (new engine option)。

A320CEO (即 A320 传统引擎选项) 可以选装以下两种发动机: CFM56-5B: 这是一种由 CFM 国际公司(下称 CFM)生产的双轴涡扇发动机,是 A320 经典版的标准发动机。V2500: 这也是一种双轴涡扇发动机,由国际航空发动机公司(International Aero Engines)生产。

A320NEO 飞机(即 A320 新引擎选型)可以选择以下两种发动机: PW1100G: 这是一种由普惠公司生产的涡轮风扇发动机,使用了先进的减阻齿轮系统(Geared Turbofan,

GTF) 技术。LEAP-1A: 这也是一种涡轮风扇发动机,由 CFM 生产。LEAP 共有三款型号, LEAP-1B 和 LEAP-1C 分别为波音 737MAX 和中国商飞 C919 飞机提供动力。

四种发动机的外形对比如图 1 所示。

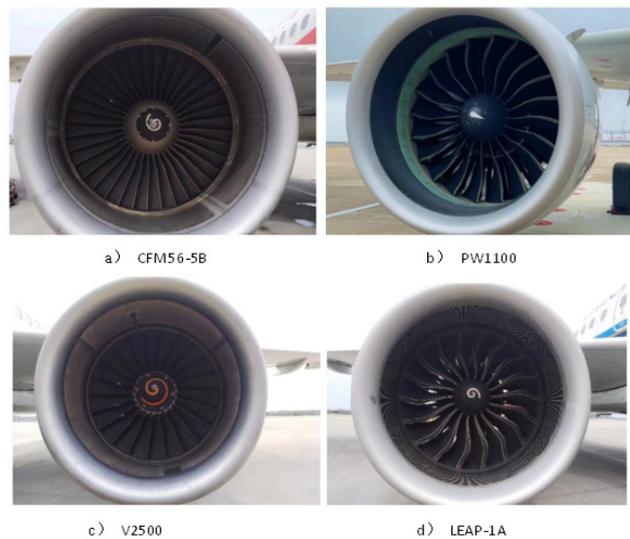


图 1 4 种发动机对比

【作者简介】张晓敏(1989-),男,中国安徽肥东人,本科,助理工程师,从事民用航空器维修研究。

下面，分别比较 A320 的 4 款发动机之间的某些参数，详见表 1。

表 1 A320 的 4 款发动机参数

参数 发动机类型	CFM56-5B	V2500	PW1100G	LEAP-1A
涵道比	5.7	4.8	12.5	11
风扇直径	68in	63in	81in	78in
风扇叶片数量	36 片	22 片	20 片	18 片
总压比	28	30	50	40
重量	2380kg	2800kg	3500kg	3000kg

注：由于同一款发动机具有很多不同的构型，此表仅仅列出某一个作为代表，仅作为观察比较使用。具体参数请查阅具体有效的手册。

增加涵道比（BPR）可提高推进效率。由表 1 可以看出，A320CEO 飞机发动机涵道比一般为 5~6，而 A320NEO 新型发动机涵道比为 11~12。风扇直径也是涡扇发动机中的一个重要设计参数，它是影响发动机推力和效率的因素之一。风扇直径越大，风扇可以吸入更多的空气，增加推力。这是因为风扇可以将更多的空气引入发动机，通过压缩和加热产生更大的推力。同时，大直径风扇可以以较低的速度旋转，减少噪声和机械损耗，提高发动机的效率和寿命。增加风扇直径可以提高涵道比，但风扇的转速必须降低，以保持叶尖速度，从而使损失和噪声最小。由表 1 可以看出，NEO 飞机的风扇直径明显大于 CEO 飞机的风扇直径^[1]。

3 空客 A320 飞机节油的原因

如何更好地节约燃油成本，如何提高涡扇发动机的燃油效率，伤透了各大发动机厂商的脑筋。通常来说，要么驱动更多的低速空气，要么就提高核心机的温度。PW 公司和 CFM 公司选择了两种不同的技术路线。

PW 采用了先进的减阻齿轮系统（Geared Turbofan, GTF）技术。其技术原理如图 2 所示。GTF 技术是一种新型的涡轮风扇发动机技术，把低压涡轮和风扇断开，中间加入一个 3 : 1 定传动比的齿轮箱，让低压涡轮更快的转，装入更大但是转得更慢的风扇，这也就是为什么 3 级的低压涡轮可以推动 12.5 倍涵道比的超大风扇。这样使得风扇和压气机的转速分别优化，从而提高发动机的效率。传统的涡轮风扇发动机是直接将风扇和压气机连接在同一个轴上，它们的转速必须相同。3 级低压涡轮转得如此之快，以至于它们工作起来功率非常充沛，而齿轮箱带来的另一个好处就是，低压压气机也可以非常快速地旋转，从而大幅提高了压气机效率，导致连高压压气机都省了 2 级。而总压比为 50 : 1 远超 Leap 的 40 : 1。更加有效地利用发动机的能量，达到更高的燃油效率和更低的排放。此外，由于风扇转速降低，发动机的噪声也相应地降低了。GTF 技术目前已经应用于多种飞机发动机中，包括 A320NEO 飞机选装的普惠 PW1100G 发动机和空客 A220 飞机选装的普惠 PW1500G 发

动机等。普惠宣称，PW1000G 比现有同级别发动机实现油耗降低 10%~15%，氮氧化物排放减少 50%，噪声比现行的第 IV 阶段标准低 20dB。普惠提出 PW1000G 的维护成本比用于 A320 的 V2500 发动机低 20%。但业界普遍认为，普惠引以为豪的齿轮传动技术增加了系统的复杂度，这或将导致维护成本的提升^[2]。

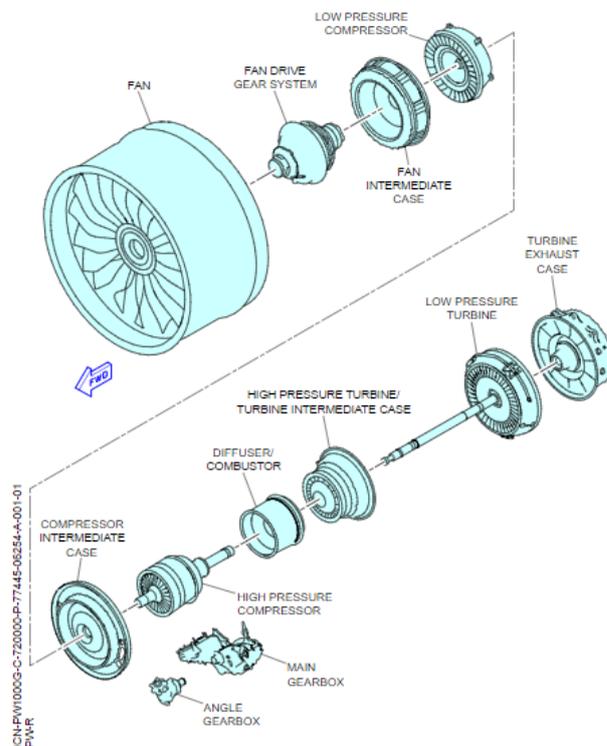


图 2 GTF 技术的原理图

而 CFM 选择的是后者，提高核心机的温度。这就不得不提到这个堪称 LEAP 史上最神奇的黑科技——CMC（Ceramic Matrix Composites，陶瓷基复合材料）。由 CMC 锻造的涡轮部件“shrouds”只有原来金属合金材质部件的 1/3 重量，但强度却是原来的 2 倍，而且更为关键的是不需要再像传统部件那样需要源源不断的空气进行冷却（抗高温性能提高 20%），从而可以使得 LEAP 发动机既减重又节能。LEAP-1A 的涵道比达到了 11，是 CFM56 发动机的两倍，可以有效地降低噪声并提高推进效率。风扇直径为 78in，叶片为先进的碳纤维复合材料制成，数量只有 18 片，总重为 76kg。为了大幅度减重，LEAP 系列发动机的风扇叶片边缘采用钛合金，叶片主体材质为采用三维编织树脂模传递成型技术（3-DW RTM）制造而成的复合材料。应用该技术制成的叶片不仅重量轻，而且结构牢固，抗大体积鸟撞击能力强，制造成本却相对较低。LEAP 系列发动机在风扇机匣上也采用了复合材料，其包容性能及强度均优于金属机匣，而且不会被腐蚀，便于维护，为发动机带来的减重效果也十分明显。低压涡轮采用了新一代三维气动设计，转子叶片使用了先进的耐高温、重量轻的钛铝金属间化合物材料。低压涡轮

轮导向器叶片使用陶瓷基复合材料制造,其质量仅为传统材料的1/2,但可耐1200℃以上的高温,并且不需要冷却,易于加工。

通过一系列技术创新,LEAP发动机将在CFM56-5B的基础上,降低15%的油耗和15%的二氧化碳排放,噪声比现行的第IV阶段标准低15dB,相当于在现有基础上降低50%,氮氧化物的排放也比国际民航组织(ICAO)的现行标准降低50%~60%。可维护性方面,CFM宣称LEAP系列发动机的维护成本与CFM56相当。考虑到CFM56优秀的可维护性,LEAP系列发动机维护成本亦将处于较低水平。

最后要说到的一点是,NEO飞机都将最新版的鲨鳍小翼作为标配。鲨鳍小翼与传统小翼的对比如图3所示。



图3 鲨鳍小翼与传统小翼的对比

飞机的升力主要由机翼来产生。气流流过机翼表面时,在机翼上下表面形成的压力差产生了升力,如图4所示^[3]。因为机翼下方的压力大于上方的压力,空气又是流动的,就会造成下方的高压区气流绕过翼尖,到上翼面的低压区去捣乱。这样不但使机翼下表面气流的流线由翼根向翼尖偏斜,使机翼上表面气流的流线由翼尖向翼根偏斜,而且在机翼的翼尖部位形成了由下向上旋转的翼尖旋涡。这就是所谓的诱导阻力。那么如何减少诱导阻力的产生呢?

NEO飞机开始采用鲨鳍小翼技术。鲨鳍小翼是一种安装在飞机机翼末端的翼尖装置,其外形与鲨鱼的鳍类似。鲨鳍小翼的设计可以改善机翼末端的气流流向,减少涡流的产生,从而降低阻力,提高升力,提高飞机的燃油效率。同时鲨鳍小翼可以增加飞机的稳定性和操控性,减少飞行中的颠簸和振动,降低噪声,提高飞行的安全性和舒适性。空客公司宣称使用鲨鳍小翼技术的A320NEO飞机可以每年节省约

4%燃油消耗。

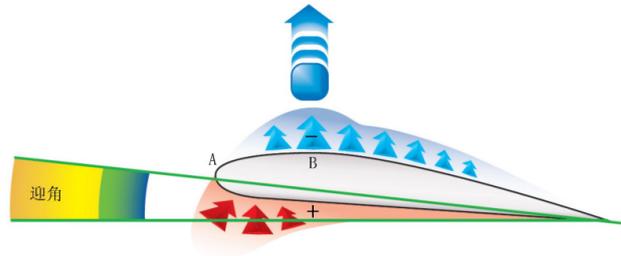


图4 升力的产生

综合来看,A320NEO飞机相比于CEO飞机来说,的确是采用了不少新技术,在没有增加维护成本的情况下节省了约20%的燃油消耗,也减少了二氧化碳和氮氧化物的排放量,降低航空公司的运营成本和对环境的影响。由于节省燃油的缘故,A320NEO飞机的最大飞行距离比A320CEO飞机增加了600km,可以满足更广泛的航线需求。A320NEO飞机采用了先进的发动机和机翼设计,可以减少飞行时的噪声和振动,提高飞行的舒适性和稳定性。因此相比A320CEO飞机,A320NEO飞机具有更高的燃油效率、更远的航程、更低的噪声和振动以及更先进的技术,是一种更加先进和经济的窄体客机。当然更容易被市场所接纳,也取得了不错的销售成果。

4 结语

2022年7月1日,中国最大的三家航空公司南方航空、中国国航、中国东航合计采购A320NEO系列飞机共292架,合计购置金额将达372.57亿美元(约为人民币2491亿元)。中国大飞机C919采用了最新的LEAP-1C发动机,中国商飞公司也成功向中国东方航空交付全球首架C919大型客机。相信在技术日益发展的背景下,大飞机C919会取得良好的销售业绩,期待早日乘坐中国国产飞机翱翔蓝天!期待C919的未来更加广阔!期待中国的民航事业在未来能够更加繁荣,为国家的经济和人民的幸福做出更大的贡献!

参考文献

- [1] 郑恒斌,王占学,蔡元虎.大涵道比涡扇发动机循环参数和几何流路优化设计[J],机械设计与制造,2010(12):15-17.
- [2] 李杰.清洁动力PW1000G发动机发展历程与技术特点分析[J],航空科学技术,2009(5):3-6.
- [3] 刘沛清.空气动力学[M].北京:科学出版社,2021.