

新航行系统下的航空公司节油策略

张义朋, 许 勇

(中国民用航空飞行学院 空中交通管理学院, 四川 广汉 618307)

摘要:随着国际航油价格不断攀升,节能环保深入人心。作为高能耗企业,航空公司有必要根据自身特点制定节油方案。通过对飞行各阶段油耗特性的分析,结合新航行系统在通信、导航、监视以及空中交通管理上的技术优势,得到航空公司利用新航行系统进行飞行节油的几点策略和建议,帮助航空公司管理人员制定新形势下具体的飞行节油措施。

关键词:新航行系统;PBN;ADS;空中交通管理;飞行节油

中图分类号:V271.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2017)10-0105-04

1 航空节油的重要性

近年来随着人们出行需求的日益提高,航空运输业得到了飞速的发展。据统计,在航空公司直接运行成本中,燃油成本占据 40% 左右。一方面,国际航油价格不断攀升,另一方面,在我国推进“资源节约型、环境友好型”社会的环境下,绿色节能成为每个企业的责任所在。研究表明,如果中国民航能系统地采取节油措施,则有可能使航油消耗总量在现有基础上降低 2%~5%,航油消耗每降低一个百分点,中国民航每年可节约 10 万吨航油,约合 5 亿元人民币^[1]。综合各方面因素,航空公司身为耗油大户,大力推行节油政策不仅能为公司节约大量成本,更能为节能减排做出贡献。由此,航空公司推行节油策略责无旁贷。

2 新航行系统带来的变革

20 世纪末,空中交通流量迅速增长,现行的以地基为主的通信导航监视设备与空中交通管理机制已经不能满足日益增长的民用航空需求,为解决这一矛盾,ICAO 于 1983 年提出未来航行系统(Future Air Navigation System, FANS)的概念,经过成员国的多次研究修订,发展成为现在的新航行系统(CNS/ATM)。依托卫星技术,新航行系统由通信(Communication)、导航(Navigation)、监视(Surveillance)和自动化的空中交通管理系统(Air Traffic Management, ATM)构成。与现行航行系统相比,CNS/ATM 系统具有以下革新内容,如表 1 所示。

表 1 新航行系统与现行航行系统对比

项目	现行航行系统	新航行系统
通信	使用 VHF、HF 话音通信, ACARS 数据链	保留并发展 VHF 空地通信系统;发展 VHF 数据链、二次雷达 S 模式数据链通信;引进航空移动业务通信(AMSS);建立航空电信网(ATN)
导航	路基导航: VOR、DME、NDB、ILS 用于着陆	星基导航:建立全球导航卫星系统(GNSS),用差分系统来增强局域导航精度;发展 GNSS+INS 组合导航;引入区域导航(RNAV),使其符合所需导航性能(RNP)
监视	一次雷达(PSR), A/C 模式的二次雷达, 飞行员位置报告	交通密集空域采用 S 模式二次雷达, 偏远地域及洋区使用自动相关监视(ADS)
空中交通管理	多依赖管制员预测和协调飞行冲突; 实时战术级的流量管理;	计算机航迹冲突自动探测及解决; 建立完善的空中交通流量管理(ATFM); 利用航空电信网接口(ATN)协调管理

中国民航正处于向新航行系统过渡的阶段:东部地区基本实现全雷达覆盖,在繁忙空域及偏远航路上

收稿日期:2017-05-31

作者简介:张义朋(1993—),男,河北唐山人,中国民用航空飞行学院空中交通管理学院,硕士研究生,研究方向:航空运行控制。

逐步应用 RNAV/RNP 技术,飞行高度层 8 900 米至 12 500 米之间的航空器全面实施缩小垂直间隔(Reduced Vertical Separation Minimum, RVSM)运行,应用 ADS-B 辅助监视等。新航行系统是对现有空中交通管理手段和思路的革新,同时其自动化的管理模式也给航空公司运行保障带来前所未有的机遇和挑战。新航行系统下,航前签派人员制作计算机飞行计划(Computer Flight Plan, CFP)并通过 ATN 提交至 ATFM 单元,通过协商调整得到飞机精确的起飞及到达时间,避免不必要的延误;航行中,运控中心(Airplane Operating Control, AOC)通过地空数据链(A-G Data Link)实时监控飞机的位置、油量以及引擎状态等参数,利用航空电信网同步、共享 AOC、FMS、ATS 三方面的信息,在遇到恶劣天气或交通拥挤等状况时自动规划并协调改航;航后,系统将航迹等数据发至战略 ATFM 中心备案。

3 新航行系统下航空公司节油策略

新航行系统给航空公司传统运行模式带来变革的同时也给公司带来巨大的成本节约空间。航空公司可利用其便捷的通信、导航、监视、空中交通管理系统实现直接使用成本的节约,航空公司传统节油措施包括降低飞机重量、利用高空风优化巡航高度层、减少使用 APU 等。本节将针对飞行各阶段的油耗特性,结合新航行系统详细探讨航空公司利用新航行系统实行节油的几点策略。

3.1 飞行各阶段的油耗特性

3.1.1 滑行

滑行油耗率是巡航油耗率的 25%~30%,这意味着每多滑行 4 min 等同于巡航 1 min,相当于巡航 13.9 km(35 000 ft, 0.78 M, ISA, 无风)^[2]。可通过地面等待吸收延误、合理控制开车时间、优化停机位及滑行路径等方式进行节油。

3.1.2 起飞和爬升

起飞和爬升阶段一般使用全推力或灵活推力,其油耗量主要取决于起飞全重。由于起飞爬升阶段主要考虑飞行越障及管制要求,故其节油可控点较少。

3.1.3 巡航

巡航阶段占据飞行总时间的 80%以上,同时也是主要的耗油阶段。在巡航阶段,根据飞机的受力平衡,忽略飞机迎角 α 的影响,有:

$$L = mg \quad (1)$$

$$T = D \quad (2)$$

$$TF = \sum f_{t_i}^{t_f} (sfc \cdot T) dt \quad (3)$$

式(1)~(3)中, L 为升力, m 为飞机此时的全重, g 为重力加速度, T 为总发动机推力, D 为总飞行阻力, sfc 为单位燃油消耗率(sfc 为基准状态燃油消耗率、大气密度、大气温度、马赫数等的函数), t_i 为巡航阶段起始时间, t_f 为巡航阶段终点时间。考虑到可能使用到阶梯巡航,各高度大气参数不同,故巡航油耗总量 TF 用各阶段耗油量之和来表示。从以上三个公式可以看出,巡航阶段的油耗与飞机总重、大气环境、引擎运行状态有着密不可分的关系。

3.1.4 下降及着陆

下降时基本使用慢车推力,油耗较少,但仍受全重控制。进近和着陆阶段的油耗量主要受进近及着陆构型以及是否使用反推等因素影响。

3.1.5 等待

和巡航类似,等待的油耗特性主要受建立等待航线的高度、大气温度、大气密度以及等待时飞机的重量、速度的影响。低空大气密度高,飞行阻力大, sfc 也较高空巡航时高。考虑到节油,在已知目的机场的所需到达时间(Required Time of Arrival, RTA)的情况下应尽量在高空巡航航段吸收延误时间,减少或避免低空盘旋等待。

3.2 新航行系统下的节油策略

基于以上对新航行系统下运行的特点的分析,结合飞行各阶段的油耗特性,可得出以下新航行系统下的航空公司节油策略。

3.2.1 充分利用航空电信网,协调 ATFM 单位

新航行系统的通信以建立航空电信网(ATN)为目标,届时可利用 ATN 进行地空数据通信。公司签派人员在航班执行数天前制作好 CFP,并通过 ATN 发至 ATFM 单位进行航班起飞、到达时间的精准协商,ATFM 根据预测的当日流量确定此航班的起飞时间,避免了乘客登机乃至发动机开车后进行排队等待时的燃油消耗。通过 ATN 连接 AOC、FMS 及 ATS 单位,进行信息的同步、共享。在飞行过程中,当航路发生拥挤或飞行中遇到不利天气需要改航时,AOC 根据机载 FMS 下传的数据和其他与航线有关的数据来评估飞机的飞行情况,根据评估结果对飞行计划动态调整,同时 AOC 需要和 ATS 协调,确定修改后的飞行计划是否会对管制空域带来冲突,如冲突则需进一步协调修改计划,将最终的计划通过卫星上行链路发至驾驶舱,经机长确认后联系 ATC 请求改航^[3]。与传统管制员人工干预下的绕飞改航相比,新航行系统下的改航效率更高,节约燃油的同时也提高了运行效率。

3.2.2 利用 PBN 进行 4D 航行,细化燃油装载

基于性能的导航 (Performance Based Navigation, PBN) 是新航行系统的标志。在制作飞行计划时,在机载导航设备性能范围内,充分利用 RNAV 航路设计“灵活航路”,实现两地间尽量多的直飞航段。在洲际运行中,脱离了地基导航设备,具备双发延程运行能力的飞机甚至可以直飞 RNAV 下的大圆航线。“灵活航路”以及大圆航线运行能节省巡航时间,减少巡航耗油量,有效降低飞机的直接运行成本。

在高度层的配备上,由于具有了更高的导航及监视精度,新系统中飞机的纵向、垂直间隔将进一步缩减,故未来将配备更多的可用飞行高度层供飞行员选择。在航前制作飞行计划时,可充分利用高空风安排

巡航高度层,在航线允许的情况下还可利用高空急流以求更迅捷的到达。

航路飞行中,使用 RNAV 进行导航。在进、离场程序和进近程序上,PBN 提供了 RNAV 进、离场程序和 RNP APCH 程序,ICAO 在其颁布的 Performance Based Navigation Manual 即 (ICAO DOC 9613) 中定义 RNP 为“飞机在一个确定的航路、空域或区域内运行时所需的导航性能精度”。RNP 以精度数值表示,其数值根据航空器在至少 95% 的飞行时间内能够达到的预计导航性能的精确度来定^[4]。RNAV 和 RNP 的区别在于执行 RNP 程序要求具有机载导航性能监控和告警功能。表 2 描述了飞行中各阶段的典型 RNP 值。

表 2 各飞行阶段典型 RNP 值

阶段	起飞	爬升	航路飞行	下降	进近/着陆
方式	RNP0.3	RNP1	RNAV5、RNAV2	RNP1	RNP0.3/RNP APCH

从表中可看出,各阶段的所需导航精度数值从小到大依次为进近、进离场、航路。由导航精度及总系统误差提出“隧道”的概念。隧道规定了各飞行阶段的飞行路径,由内、外隧道构成,内隧道指系统正常的性能范围,定义了典型的 95% 概率上的飞行偏离;外隧道是指飞行安全的限界,定义了偶发事件的飞行包容边界^[5]。在无冲突的情况下,飞机沿着预计的内隧道航行,保障飞行安全。在 4D 航迹愈发成熟的基础上,新航行系统使用 4D 航行达到精准控制飞机的起飞、着陆以及经过每一航路点的时间。未来可利用四维飞行管理系统航迹协商技术来满足未来民航空域基于航迹运行的要求^[6]。公司运行方面,在预先知道飞行时间点后,签派人员在满足最低燃油标准的基础上可进一步细化燃油配载,避免起飞携带过多的燃油导致“油耗油”现象的发生。

3.2.3 利用 ADS 更新飞行动态,利用飞机下传数据辅助节油

自动相关监视 (Automatic Dependent Surveillance, ADS) 是新航行系统推广的航空监视技术,ADS 信息的内容包括飞机当前位置、速度、高空气象信息等。与二次雷达获取的飞行器信息不同,ADS 信息全部是基于机载设备测量并下传的,具有很高的准确性。在有二次雷达 (SSR) 覆盖的区域内,ADS 可与 SSR 结合使用,提高系统的可用性水平;在无 SSR 覆盖的区域,ADS 是地面监视飞机的有效方式。ADS 分为 ADS-A (Automatic Dependent Surveillance-Addressed, 寻址式)、ADS-C (Automatic De-

pendent Surveillance-Contract, 合同式) 和 ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast, 广播式)。航空公司航线网络发达,无法利用雷达对所属飞机进行实时监视,传统的飞行员报告位置更新频率慢,故利用 ADS-A/C 与自家飞机建立点对点的数据通信通道进行监视就具有显著的优越性。在正常情况下,ADS-A/C 5min 的通信周期能够满足 AOC 对航空器的监视需要。通过 ADS 下传数据,公司可获取每架所属飞机的四维位置、重量、燃油状况以及飞机探测的第一手高空气象资料。实时掌握飞机的这些信息能够帮助地面人员做好飞行保障,如在雷雨季节,根据飞机位置及油量及时协调绕飞、备降或返航。此外,ADS 中关于高空风的数据能帮助运控人员来更新风的预报以及到下一航路点的预计到达时间,还可将其提供给气象席位进行航路气象预报的修正;ADS 中关于飞机性能的数据可辅助自动化设备产生最佳无冲突放行来支持巡航、爬升等节油技术的应用^[7]。

4 总结

通过以上对 CNS/ATM 系统的介绍及飞行各阶段油耗特性的分析,得出了分别利用 CNS/ATM 中新的通信、导航、监视技术进行飞行运行节油的方法。随着我国空域结构的不断优化以及 CNS/ATM 的逐渐普及,航空公司将抓住此次良机,结合自身航线运行特点,制定飞行节油方案。在此基础上减少燃油消耗,降低直接运行成本,促进节能减排,构建环保型

企业。

参考文献

[1] 熊国斌,刁合永. 航空公司节油运行浅析[J]. 中国民用航空, 2006(9):52—53.
[2] 张伟. 民机节油策略研究[J]. 民用飞机设计与研究, 2016 (2):23—27,68.
[3] 方忆平,梁加红. 新航行系统——通信、导航、监视/空中交通管理[M]. 北京:蓝天出版社,2003:85.

[4] 王昌顺. 中国民用航空航行技术的革命——基于性能的导航(PBN)在中国民航的应用于发展[M]. 北京:中国民航出版社,2011:3.
[5] 程擎. 新航行系统与飞行安全研究[D]. 成都:西南交通大学,2003.
[6] 陈甲. 新航行系统下四维飞行管理系统航迹信息协商[J]. 航空科学技术,2016(11):25—29.
[7] 程擎,江波. ADS 在空中交通管制中的应用[J]. 空中交通管理,2001(1):10—12.

Fuel Conservation Strategy of Airlines under CNS/ATM System

ZHANG Yi-peng, XU Yong

(College of Air Traffic Management,Civil Aviation Flight University of China,Guanghan Sichuan 618307,China)

Abstract: With the price of jet fuel getting higher constantly these years,the concept of energy conservation and environmental protection has been rooted among public deeply. As one of the high energy consumption enterprises,there is necessary for airlines to develop fuel conservation projects which take their operation factors into consideration. After discussing fuel conservation characteristics during a compete flight and the advantages of CNS/ATM system in fields such as communication,navigation,surveillance and ATM,the article presents several strategies about fuel conserving under CNS/ATM system which could help airline managers to formulate fuel conservation projects in detail.
Key words: CNS/ATM;PBN;ADS;ATM;jet fuel conservation

(上接第 100 页)

[2] 刘帮成. 市场知识能力与创新绩效——组织任务环境变量的缓冲效应检验[J]. 研究与发展管理,2013,19(5):24—31.
[3] 许小苍,刘俊丽,陈琳红. 供给侧结构性改革背景下企业生态创新研究综述[J]. 现代商贸工业,2016(31):9—10.

[4] 戴翔,张为付. 全球价值链、供给侧结构性改革与外贸发展方式转变[J]. 经济学家,2017(1):39—46.
[5] 龚雯,许志峰,王珂. 七问供给侧结构性改革[N]. 人民日报,2016—01—04(2).

Research on Business Management Innovation in the Context of Supply-side Structural Reform

YANG Sheng-xiu

(WeifangUniversity of science and technology,Shouguang Shandong 262700,China)

Abstract: At present, China's enterprises are in the supply side structural reform trend, various enterprises in accordance with the needs of the supply side structural requirements on the business development strategy and management mode to make the necessary adjustments according to the requirements of task planning and Reform for the future development of the enterprise and management objectives, and management innovation in many aspects of the supply side structural the reform plays a positive and important role. On the supply side structural reform, innovation of enterprise management mode and how to make the enterprise value of value-added, innovation management mode for enterprises to solve the problem of how to development strategy and how to provide better decision-making is studied and put forward the corresponding strategy.
Key words: supply-side structural reform;reform;enterprise management;innovation