

PBN程序与空中交通流量管理融合前景研究

张秀明^{1,*}, 张亮²

1. 广州民航职业技术学院航空港学院, 广东 广州 510400

2. 广州民航职业技术学院航空港学院, 广东 广州 510400

摘 要: PBN是目前ICAO在世界范围内主推的一项新型运行技术, ICAO要求各缔约国在2016年完成全部实施工作, 一致地过渡到PBN运行。PBN的优势是可提高导航性能, 灵活使用航路, 增加单位区域内的航班容量, 是解决我国空中交通流量和容量的新的工作方式。根据ICAO的目标, PBN实施的远期目标(2017~2025年)包括将PBN技术与其他先进的保障系统整合, 实现与CNS/ATM的协同发展。目前的PBN和ATFM技术都在独立地为航班运行提供益处, 本文试从将两种技术相融合来增加运行容量的角度, 探讨应用前景。

关键词: 民用航空; PBN; ATFM; 导航; 管制; 空域; 容量

中图分类号: V355.2

文献标识码: A

文章编号: 1007-5453 (2014) 08-0014-04

PBN(Performance-based Navigation)所需导航性能是指在相应的导航基础设施条件下, 航空器在指定的空域内或者沿航路、仪表飞行程序飞行时, 对系统精确性、完好性、可用性、持续性以及功能等方面的性能要求。与传统方式相比, PBN技术可以使飞机不必依赖地面导航设施就能沿着精确定义的航迹飞行, 完成复杂的进港和离港飞行。PBN技

术的应用, 相对于传统的导航飞行减小了航路的宽度, 进一步缩短了航路间隔, 可以在给定空域内增加更多的容量。在PBN飞行程序引导下, 飞机可以在任意两个航路点之间飞行, 飞行航迹的选择更加灵活, 可充分利用空域^[1]。如图1和图2所示, 通过由陆基导航到星基导航的转变, 显著增加了空域容量。



图1 基于地面导航台站交通汇聚

Fig.1 The traffic fixed based on the navigation beacon

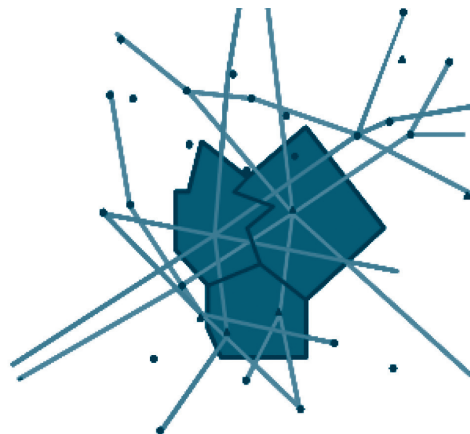


图2 基于坐标点, 航路可灵活分配交通流

Fig.2 Based on the coordinate, the traffic can go through area flexibly

收稿日期: 2014-03-02; 录用日期: 2014-06-28

*通讯作者. Tel.: 13760727715 E-mail: zhangxiuming2013@163.com

引用格式: ZHANG Xiuming, ZHANG Liang. Prospects research of integration of PBN procedures and ATFM[J]. Aeronautical Science & Technology, 2014, 25(08): 14-17. 张秀明, 张亮. PBN程序与空中交通流量管理融合前景研究[J]. 航空科学技术, 2014, 25(08): 14-17.

空中交通管理(Air Traffic Management, ATM)除了包括空中交通控制(Air Traffic Control, ATC),其另一个内容就是空中交通流量管理(Air Traffic Flow Management, ATFM)。实际上,只要空中有两架飞机飞行,就存在流量管理问题。航空器在空中飞行的方向、速率、高度以及单位时间内、单位空间范围内航空器飞行的数量称为空中交通流量。空中交通流量管理的目的是当某区域空中交通流量超出该区域空中交通管制系统可用能力,或即将超出可用能力时,预先采取适当措施,保证空中交通流量最佳地流入或通过相应的区域。空中交通流量管理实现空中交通管制的目的,能够达到对机场、空域容量的最大利用效率。

1 PBN的应用

根据《中国民航PBN实施路线图》,中国民航的近期目标是到2012年实现PBN的重点运用,中期实现PBN全面应用,远期实现PBN与CNS/ATM(未来空中交通管理系统)整合。截至2012年,我国在航路、终端、进近分别布设了不同类型的PBN程序,在南海和西部地区划设了RNP10和RNP4标准的区域导航航路,在北京首都机场、天津机场、上海虹桥机场、上海浦东机场、广州白云机场、深圳宝安机场终端区实施了RNAV1进离场飞行程序。在拉萨、林芝、丽江、邦达、延吉、玉树、黄山、西宁、九寨、阿里、康定、三亚、张家界、武夷山等多个机场进行试飞甚至运行;完成西宁、绵阳、鄂尔多斯等高原或山区机场的RNP进近程序验证飞行。

空中交通流量管理方面,数据显示,截至2013年我国民航飞机共3810架,对比2000年的987架,已经翻了几番,而我们的空域容量则几乎没有发生什么变化。各大机场小时航班量已经逐渐接近饱和状态,加之恶劣天气的影响、现有民航空域容量的限制及军航活动的频繁,给空中交通管理工作带来困

难与压力,实施交通流量管理是为确保运行安全、保证正常率的主要措施。目前,我国北京、上海、广州等大的区管中心都专门设置了流量席位,以往的流量限制往往是凭经验发布的,因此,建立一种科学合理的流量管理系统迫在眉睫。

PBN技术在国内的广泛应用,证明其能够确保飞机高效运行,给运营人带来经济、效率、环境和安全的效益。而ATFM目前的运行实践也充分的证明了它在提高航班效率,提高正点率,以及降低排放方面的优势。如果能够通过协同决策的方式,利用可靠的数据源,融合为PBN-ATFM技术,则能给运行带来更大的益处^[2]。

2 根据空间划分的融合方式

根据空域结构、空域资源、航行情报、航班计划等各种数据,对飞行流量进行预测,监视预测结果,给出流量告警,依据统一的飞行计划数据及预测信息,提供协同运行平台,是ATFM发展的方向。

依据国外已有的运行实践,建立一套数据统计分析系统、空域容量评估系统、飞行流量管理系统和PBN飞行程序相协同的工作方式。数据统计分析系统科学评估各类影响等级并分析查找航班延误的具体原因;空域容量评估系统根据天气条件、空域限制等各类影响因素实时变化;流量管理系统根据空域容量转化对外围实施科学合理的流量管控。一旦机场及终端区出现容量超标趋势,外围流量管理系统即会提前介入并实施外围流量控制。因此,其区域导航程序无需承担过多管制排序和流量调控职能,可以更好发挥PBN技术缩短飞行距离和降低管制负荷的运行优势^[3]。

由此可见,发挥PBN和ATFM融合技术的关键是数据系统,通过整合导航数据、飞行计划和机载FMS等的信息,协同决策,在飞机进入区域前进行排队,这样可保证飞机在该区

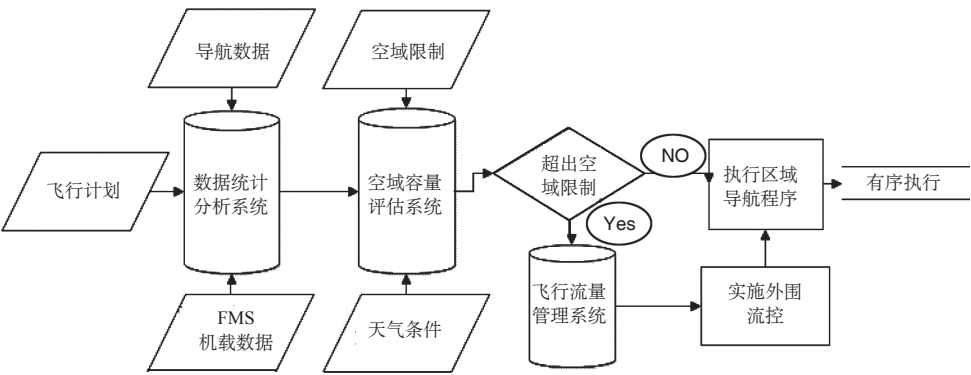


图3 流量管理与PBN融合流程设计图
Fig.3 The design of the ATFM and PBN integration process

域内飞行时流畅的实施PBN程序,减轻管制员的负担,同时按照PBN路径运行,节约飞行时间,降低排放。

如果根据实施空中交通管理的地点对流量管理进行分类,包括终端区流量管理、机场流量管理和航路流量管理。

2.1 终端区

终端区流量管理考虑的对象是在一定距离范围内一个或多个具有单条跑道或多条跑道的机场,根据跑道的接收率在可调空域范围内对进近飞机进行排队。主要涉及到达终端区、进近飞行和到达机场三个阶段。终端区流量管理主要研究终端区飞机到达流的排序规划问题,在不违反飞行安全间隔的情况下,为保证空中交通流的快速、有序流动,合理安排飞机着陆次序。

图4显示的是北京机场DOGAR方向进场程序,左侧蓝线图示为RNAV程序,右侧为传统程序。

对比发现,距离更长的RNAV进场程序可同时容纳更

高。实施区域导航飞行程序,采用PBN技术并配合雷达管制、统一运行标准和程序,能够有效解决这些地区空域使用矛盾,提高运行效率。

2.2 航路

航路流量管理保证交汇点处、航路、扇区不会在某些时段发生严重拥挤,达到这一目标的前提是对飞机起飞之前流量的整体分布进行统筹规划,立足全局,所采取的每项措施都必须考虑它对其他区域载荷造成的影响。

首先应研究航路航线网络布局,规划调整航路结构,完善并改进空中交通网络。目前的京广、京沪、沪渝等航路飞行矛盾和航班延误严重,应有计划的新辟RNP-2平行航路,与现有ATS航路互为补充,提高空域容量,缓解航路繁忙,减少因流量控制原因造成的航班延误,构建大容量的国家骨干网络和区域导航航路。西部的沙漠戈壁地区,不能够架设陆基系统,可以实施基于星基或ADS-B的航路系统,以此契机,建设大型的区域导航航路。在洋区增加区域导航航路数量,提高洋区运行能力。

2.3 机场

机场流量管理是在最大限度的利用现有资源的原则下,充分地利用机场的容量,尽可能减少预测到的空中和地面的延迟等待,同时尽可能将预测到的空中盘旋等待推前到该航班起飞前,从而将必要的空中延迟转化为地面等待。

3 结束语

未来的CNS/ATM系统与现行的ATC方式最大差别在于打破传统管制员与飞机驾驶权责关系的界线,CNS/ATM包含了ATFM和PBN技术部分^[4,5]。目前,飞机都是在固定航路上飞行,有任何更改必须先获塔台管制员同意,且在起飞或降落时,必须依靠塔台管制员的指挥。而CNS/ATM可以经由卫星传送最新的飞机信息,包括所在位置、空中其他飞机飞行状况、区域内交通流量信息及天气变化,飞机驾驶可以自行调整航路,沿着期望的PBN航路飞行。管制员从管制的角色转为管理角色,当飞机驾驶希望在空中更改航路避开拥挤航路时,可以与管制员共同协调,不再只是被动等候指示,让飞机到离场的时间能更有效控制,从而提高航班的准点率,减少起飞及降落的延误。

将PBN和ATFM融合和同步可以产生附加的经济效益。包括如下方面:(1) 提升安全,可以提供连续的垂直方向引导、规范化PBN运行。(2) 降低费用,通过减少燃油,航路距离缩短,以及减少延误,提供标准化的训练和增加空域容量来达到降低费用的目的。(3) 环境效益,降低尾气排放,机场

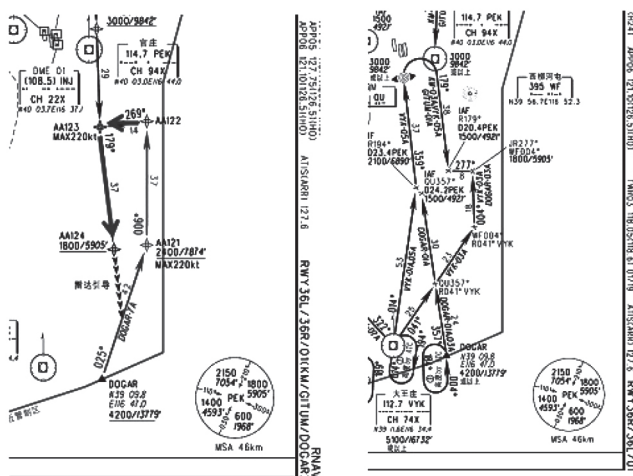


图4 北京机场进场RNAV航路与传统航路对比
Fig.4 The contrast of RNAV route and traditional route on Beijing Arrival

多的航空器。大型机场由于太多飞机需要排队等候降落,所以通过增加进场程序距离来增加排队飞机架数,而在有限空域里增加排队队列长度的有效办法就是走S形路线,这样可使进场距离增加。另外在航空器较少的情况下,根据ATC的许可指令,机组可以通过删除指定的航路点来缩短进场航路,属于空中交通流量管理战术管理的范围。

在东部繁忙终端区引入区域导航进离场程序,连接区域管制中心的区域导航航路。目前,我国京津地区、长三角地区、珠三角地区、西南地区机场分布密集,终端区空中交通流量日益增长,空中交通拥挤,终端区运行效率急需进一步提

附近噪声管理方式灵活,以此提高居民的满意度。(4)支持新一代空中交通管理系统,基于星基导航航迹的运行,融合ATM,提供灵活的终端和机场,并持续优化飞行剖面。【AST

参考文献

- [1] 黄晋,高浩然,戴巨星.基于性能的导航(PBN)对我国民航进近方式发展影响的研究[J]. 武汉理工大学学报,2011,35(4):788-792.
HUANG Jin, GAO Haoran, DAI Juxing. Performance-based Navigation(PBN) impact the instrument flight procedure implementation in the civil aviation of China [J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2011,35(4):788-792.(in Chinese)
- [2] 张忠鑫.浅谈大区域管制条件下的空中交通管理[J].中国科技博览,2013,(31):480-480
ZHANG Zhongxin. The air traffic management in the ACC condition [J]. China Science and Technology Review, 2013,(31):480-480.(in Chinese)

- [3] 中国民用航空局.基于性能的导航实施路线图[S].2009.
China Civil Aviation. Performance-based Navigation implement roadmap [S]. 2009.(in Chinese)
- [4] Peter Curran. Integration of PBN procedures in ATM[C]. ICAO Asia-Pacific PBN Implementation Seminars,2010,2.
- [5] David Nakamura. William Royce. Operation Benefits of Performance-Based Navigation [OL]. www.boeing.com/commercial/aeromagazine

作者简介

张秀明(1983—) 女,硕士研究生,助教。主要研究方向:机场空域与交通流量管理研究。

Tel:13760727715

E-mail:zhangxiuming2013@163.com

张亮(1981—) 男,硕士研究生,讲师。主要研究方向:机场空域与鸟击防灾研究。

Prospects Research of Integration of PBN Procedures and ATFM

ZHANG Xiuming^{1,*}, ZHANG Liang²

1. Guangzhou Civil Aviation College, Guangzhou 510400, China

2. Guangzhou Civil Aviation College, Guangzhou 510400, China

Abstract: PBN is a new operation technology ICAO pushed worldwide at present, ICAO required all the states parties complete the implementation work before 2016 to consistently transit to PBN. PBN can improve the navigation performance, use route flexibly, increase the flight capacity of unit area, is a new way to solve the air traffic flow and the capacity problem. According to the goals of the ICAO, the long-term goals (2017-2025) of PBN implementation include the integration of PBN technology and other advanced security systems, the coordinated development with the CNS/ATM. At present, PBN and ATFM technology are independently provide benefits for flight operation, this paper tried to discuss the application prospect of fusing two kinds of technology to increase the operation capacity.

Key Words: civil aviation; PBN; ATFM; navigation; ATC; airspace; capacity

Received: 2014-03-02; Accepted: 2014-06-28

*Corresponding author. Tel. : 13760727715 E-mail: zhangxiuming2013@163.com