

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2020.04.013

支线飞机替换战略的经济性分析

林文进^{1,2} 任 和^{3*}

(1. 中国商飞博士后工作站, 上海 200126; 2. 上海飞机客户服务有限公司, 上海 200241;
3. 中国商用飞机有限公司, 上海 200126)

摘 要: 随着中国城市化进程的发展, 西部地区和三四线城市的航空出行需求快速增加。航空公司通常采用干线飞机投入西部航线和三四线城市航空市场, 由于客座率不高且航班频次不足, 航空公司经济效益不高, 西部地区和部分三四线城市的航空出行需求也未得到充分满足。为解决供需矛盾, 采用国产某支线飞机替换部分航线经济效益不好的干线飞机虽被提上日程, 但是对于替换战略的经济性缺乏定量描述, 航空公司始终处于观望状态, 进而制约了支线飞机的市场推广。为解决上述问题, 构建支线飞机替换战略的经济性模型, 随后进行模型验证与仿真分析, 比较支线飞机和干线飞机的航段收益, 分析所有权模式和关键费用驱动因子对支线飞机运营经济性的影响规律, 进而提出支线飞机的优势区域和提升运营经济性的有效措施。

关键词: 支线飞机; 经济性分析; 支线飞机替换战略; 系统动力学

中图分类号: F273.7

文献标识码: A

OSID:



0 引言

随着中国城市化进程的发展, 西部地区和三四线城市的航空出行需求快速增加。支线飞机通过发挥支线飞机网络建设和增加频率等方面的优势, 促进区域网络和枢纽航线的有机结合, 从而不断推动航空公司航线网络合理化的进程。国内普遍存在采用干线飞机飞支线航线的情况, 经济效益不高, 用支线飞机替换干线飞机具有较大的盈利空间, 此称之为替换战略^[1]。目前关于替换战略的经济性没有定量研究, 无法为航空公司采用支线飞机替换干线飞机提供科学依据。因此, 采用科学方法计算替换战略的经济性对于航空公司引进支线飞机和飞机制造商推出精准市场策略具有重要的意义。

关于飞机运营经济性的研究较多, “ATA 法”、“ATA-67 年法”^[2]和“Harris 法”^[3]主要关注机队的市场适应性、资源配置、资金运作和对各个成本项目的有效管理, 波音 1993 年方法^[4]和 Liebeck 方法^[5]

偏重于研制机型本身的经济性和竞争性。国内研究主要聚焦飞机的直接运营成本^[6-12], 飞机机载系统的直接运营成本^[13-14], 飞机的选型经济性^[15], 货机经济性^[16], 支线飞机经济性评价指标^[17-18]。然而, 上述研究没有涉及支线飞机替换战略的经济性, 且没有考虑动态的市场环境和乘客的选择行为, 研究成果具有一定的局限性。

为解决上述问题, 构建支线飞机替换战略的经济性模型, 随后进行模型验证与仿真分析, 比较支线飞机与干线飞机的航段收益、分析不同所有权模式和关键费用驱动因子对支线飞机运营经济性的影响规律, 进而提出支线飞机替换干线飞机的优势区域和提升支线飞机运营经济性的有效措施。

1 替换战略的经济性模型

1.1 问题描述

选取的模型包括服务订单处理过程、收入累积过程、成本生成过程、支线替换干线决策过程。服务

* 通信作者。E-mail: renhe@comac.cc

引用格式: 林文进, 任和. 支线飞机替换战略的经济性分析[J]. 民用飞机设计与研究, 2020(4):69-75. LIN W J, REN H. Analysis of economical efficiency for the alternative strategy of regional jets[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2020(4):69-75(in Chinese).

订单处理过程如下:航空公司收到顾客需求 $D(t)$, 根据顾客订单需求和需要减少的订单积压 B_{adj} , 制定目标服务能力 $c_{obj}(t)$, 通过灵活排产的实际服务能力 $c(t)$ 完成顾客订单, 而顾客订单完成速率 o_p 还受最大旅客输送能力 $o_{max}(t)$ 限制; 成本生成过程如下: 每个航班的成本包括直接运营成本 $DOC(t)$ 和间接运营成本 $IOC(t)$, 直接运营成本又包括所有权成本 C_o 和现金成本 C_c , 其中, 所有权成本包括折旧成本 C_D 、利息费用 C_I 和保险费用 C_{HI} ; 现金成本包括维修成本 C_M 、燃油成本 C_F 、空勤成本 C_{FC} 、空乘成本 C_{CC} 、起降费 C_L 、导航费 C_N 、机场收费 C_{AP} 、地面服务费 C_{GRO} 、旅客服务费 C_{PS} 和民航发展基金 C_{CAC} ; 收入累积过程如下: 每次航班的收入包括旅客运输收入 $R_p(t)$ 、货邮运输收入 $R_c(t)$ 和逾重行李运输收入 $R_B(t)$, 单次航班收入乘上航班次数 $N_f(t)$ 即为航班总收入 $R_T(t)$; 支线替换干线过程如下: 航空公司根据经济性指标 i_{dex} 决策是否引进支线飞机替换干线飞机, 当达到经济性指标后, 引进支线飞机, 并增加航班次数 $N_{adj}(t)$, 从而提高最大旅客输送能力和顾客订单完成速率, 进而提高订单满足率 $fof(t)$, 吸引更多的当地客流 d_l 和转机客流 d_t , 最终使得顾客需求大幅提高, 获得更大的经济效益。

1.2 模型建立

模型结构包括: (1) 服务订单处理; (2) 收入累积; (3) 成本生成; (4) 支线替换干线决策等四个部分。如图 1 所示, 服务订单处理部分包括服务能力正向反馈 (R1)、订单积压正向反馈 (R2)、最大服务

能力正向反馈 (R3) 和订单积压调整负向反馈 (B1); 收入累积部分包括运输货邮收入负向反馈 (B3)、运输旅客收入正向反馈 (R5); 成本生成部分包括直接运营成本负向反馈 (B2) 和间接运营成本正向反馈 (R4); 支线替换干线决策部分包含正向反馈 (R6)。

1.2.1 服务订单处理部分

航空公司完成顾客服务订单后会产生相应的成本, 并得到相应的收益, 进一步根据盈利情况判断是否增加新的航班提高服务能力以获取更大的经济效益。顾客订单速率与顾客订单需求 $D(t)$ 相同, 服务订单积压 B 具体如下式所示:

$$c_s = D(t) \quad (1)$$

$$(d/dt)B = c_s - o_p \quad (2)$$

服务订单积压不可能为负数, 当服务订单积压为非正时, 订单处理速率为服务能力和最大旅客输送能力的最小值, 具体如下式所示:

$$o_p = \begin{cases} c(t) & \text{if } B_1 > 0 \\ \min(o_{max}, c(t)) & \text{if } B_1 \leq 0 \end{cases} \quad (3)$$

服务能力 $c(t)$, 目标服务能力 c_{obj} , 订单积压调整 $B_{adj}(t)$ 和目标订单积压 B_{adj} 具体如下式所示:

$$(d/dt)c(t) = \frac{c_{obj} - c}{\tau_c} \quad (4)$$

$$c_{obj} = c_s - B_{adj} \quad (5)$$

$$B_{adj} = \frac{B_{obj} - B}{\tau_B} \quad (6)$$

$$B_{obj} = c_s \times \lambda_1 \quad (7)$$

1.2.2 收入部分

航线运输总收入主要由旅客运输收入、货邮运输收入和逾重行李运输收入组成。

$$DOR(t) = R_p(t) + R_{FM}(t) + R_B(t) \quad (8)$$

式中, $DOR(t)$ 为航线运输总收入; $R_p(t)$ 为旅客运输收入; $R_{FM}(t)$ 为货邮运输收入; $R_B(t)$ 为逾重行李运输收入。

1.2.3 成本部分

飞机的航线运营成本主要由直接运营成本和间接运营成本组成。

$$(d/dt)TOC(t) = DOC(t) + IOC(t) \quad (9)$$

式中, $TOC(t)$ 为飞机的总运营成本; $DOC(t)$ 为飞机的直接运营成本; $IOC(t)$ 为飞机的间接运营成本。

$$IOC(t) = TOC(t) \times p_i \quad (10)$$

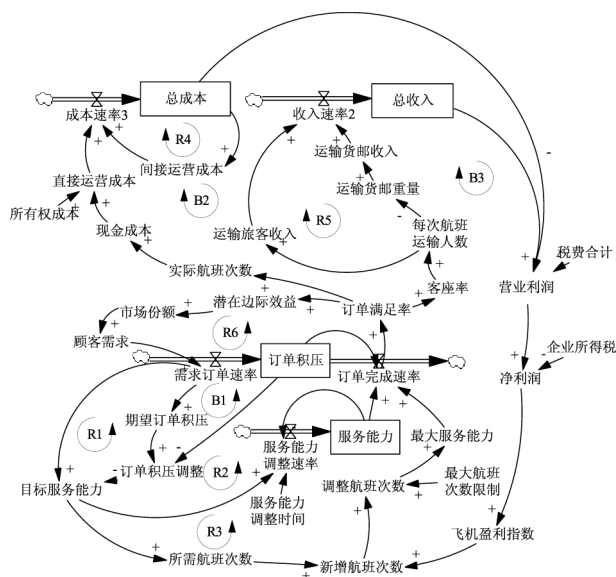


图 1 支线飞机替换战略的系统动力学模型

式中, p_i 为间接运营成本占总运营成本的比例。

$$DOC(t) = C_o(t) + C_c(t) \quad (11)$$

式中, $C_o(t)$ 为飞机的所有权成本; $C_c(t)$ 为飞机的现金成本。

$$C_o(t) = C_d(t) + C_l(t) + C_{Hl}(t) \quad (12)$$

式中, $C_d(t)$ 为飞机每年的折旧成本; $C_l(t)$ 为飞机每年的利息费用; $C_{Hl}(t)$ 为飞机每年的保险金。

现金成本由维修成本、燃油成本、空勤成本、空乘成本、起降费、导航费和其他现金费用组成, 其他现金费用包括机场收费、地面服务费、旅客服务费和民航发展基金。

$$C_c(t) = C_M(t) + C_F(t) + C_{FC}(t) + C_{CC}(t) + C_L(t) + C_N(t) + C_{OT}(t) \quad (13)$$

式中, $C_M(t)$ 为飞机的维修成本; $C_F(t)$ 为飞机的燃油成本; $C_{FC}(t)$ 为飞机的空勤成本; $C_{CC}(t)$ 为飞机的空乘成本; $C_L(t)$ 为飞机的起降费; $C_N(t)$ 为飞机的导航费; $C_{OT}(t)$ 为其他现金费用。

$$C_{OT}(t) = C_{AP}(t) + C_{GRO}(t) + C_{PS}(t) + C_{CAC}(t) \quad (14)$$

式中, C_{AP} 为机场收费; C_{GRO} 为地面服务费; C_{PS} 为旅客服务费; C_{CAC} 为民航发展基金。

1.2.4 支线替换干线决策部分

航空公司根据目标服务能力确定所需新增航班次数, 再根据飞机盈利指数决定实际新增航班次数, 综合考虑最大航班次数限制确定投入航班次数, 从而决定最大服务能力。所需新增航班次数 N_{nf}^* 是目标服务能力 c_{obj} 除以飞机可用座位数 S_A , 然后减去初始航班次数 N_{fo} 。当 $i_{dex} > 0$ 时, 说明支线飞机替换干线飞机具有经济性, 实际新增航班次数与所需新增航班次数相同; 当 $i_{dex} < 0$ 时, 说明支线飞机替换干线飞机不具有经济性, 不增加新的航班。投入航班次数 N_{adj} 是最大航班次数限制 N_{fmax} 、初始航班次数与实际新增航班次数之和两者之间的最小值。最大服务能力 o_{max} 是投入航班次数与飞机可用座位数之积。

$$N_{nf}^* = \frac{c_{obj}}{S_A} - N_{fo} \quad (15)$$

$$\frac{N_{nf}}{N_{nf}^*} = \begin{cases} 1 & \text{if } i_{dex} > 0 \\ 0 & \text{if } i_{dex} \leq 0 \end{cases} \quad (16)$$

$$N_{adj} = \min(N_{fo} + N_{nf}, N_{fmax}) \quad (17)$$

$$O_{max} = N_{adj} \times S_A \quad (18)$$

行业总需求 $D_o(t)$ 乘以相应的企业市场份额

$mss_l(t)$ 即是顾客订单需求。市场份额是航空公司服务吸引系数 $a_l(t)$ 与航空公司服务吸引力系数与竞争对手的服务吸引力系数 $a_c(t)$ 之和的比例。航空公司的服务吸引力系数是转机客流即敏感型顾客服务吸引力系数 a_{lA} 和当地客流即非敏感型顾客服务吸引力系数 a_{lB} 的线性之和, 订单满足率 $fof(t)$ 和敏感型顾客与非敏感型顾客的服务吸引力系数分别呈非线性函数关系 $f_{lA} f_{lB}^{[19]}$ 。订单满足率是实际的订单完成速率 o_p 和目标服务能力 c_{obj} 之比。

$$D(t) = mss_l(t) \times D_o(t) \quad (19)$$

$$mss_l(t) = \frac{a_l(t)}{a_l(t) + a_c(t)} \quad (20)$$

$$a_l(t) = (1 - \omega_1) a_{lA}(t) + \omega_1 a_{lB}(t) \quad (21)$$

$$a_{lA}(t) = f_{lA}(fof(t)) \quad (22)$$

$$a_{lB}(t) = f_{lB}(fof(t)) \quad (23)$$

$$fof(t) = o_p / c_{obj} \quad (24)$$

1.3 经济性分析指标

在现有支线飞机经济性评价指标基础上^[20], 采用每飞行小时直接运营成本、航段收益以及年化收益率等指标衡量替换战略的经济性。

1.3.1 每飞行小时直接运营成本

$$DOC_{FH} = DOC / FH \quad (25)$$

式中, DOC_{FH} 为每飞行小时的直接运营成本, 该指标衡量飞机在一定可靠性下的直接运营成本水平; 当飞机的日利用率和签派率越高, DOC_{FH} 越小; 当 DOC 越小, DOC_{FH} 越小。

1.3.2 航段收益

$$BY_f = DOR_f - DOC_f \quad (26)$$

式中, BY_f 为航段收益; DOR_f 为单次航班总收入; DOC_f 为单次航班总成本。

1.3.3 年化收益率

年化收益率是飞机投入营运累计获得的利润与期末飞机残值之和与飞机引进时的投资之比减去 1 再除以折旧年限, 表示引进飞机作为一项投资在折旧期限内的平均回报率, 具体如下式所示:

$$i_{dex} = \left(\frac{BY(t) + I_T \times V_R}{I_T} - 1 \right) / P_D \quad (27)$$

式中, i_{dex} 为年化收益率, $BY(t)$ 为累计净利润, I_T 为飞机投资总额, V_R 为飞机残值率, P_D 为飞机折旧年限。

2 模型验证与仿真分析

计算条件采用国产某支线飞机的相关技术参数^[20],并针对支线飞机的启动用户进行文档信息的收集、专业人员访谈以及财务信息的分析研究等。根据调研,该航空公司关于支线飞机的使用主要有以下流程:运输服务订单处理、收入累计、成本生成和支线替换干线决策等过程。模型验证实际上就是比较和评估仿真结果与实际数据的差距,确定仿真模型是否在一个可接受的准确度范围的过程^{[21][22]}。由于国产某支线飞机运营时间不长,仅有 2017–2019 年的运营数据,缺乏整个寿命周期内的数据,对于仿真模型的验证采取如下方法:首先,构建测算模型,在相同航线运营条件下,比较客公里收入和吨公里成本的测算数据和航空公司运营的历史数据,验证测算模型的可靠性^[20];其次,在相同航线运营计算假设条件下将测算模型计算的数据等同于航空公司实际运营的历史数据;最后,比较仿真数据和测算数据的差距,如果在可接受范围内即可验证仿真模型的可靠性。

在特定顾客需求下,航班总收入和航班总成本是系统的输出参数,因此将上述两个参数作为模型验证的主要参数。航班总收入和航班总成本仿真数据的平均值分别为 16 651、15 251,历史数据的平均值分别为 16 070、16 017,两者的误差分别为 3.6%、4.8%。此外,如图 2 和图 3 所示,航班总收入和总成本的仿真数据与历史数据非常接近,当仿真值和实际值误差小于 5%,即可判定模型是可靠的^[23]。

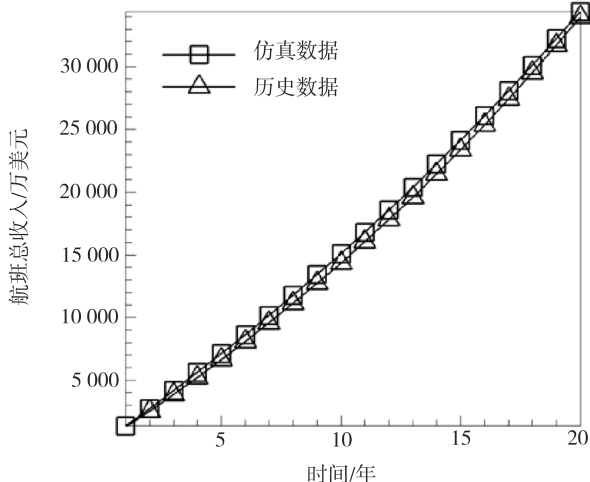


图2 航班总收入仿真数据和历史数据对比

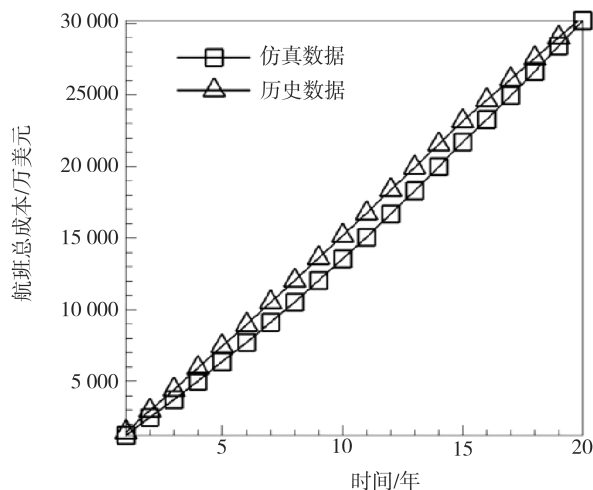


图3 航班总成本仿真数据和历史数据对比

3 经济性分析

3.1 替换战略的经济性分析

采用已验证的仿真模型,以典型两舱布局计算某支线飞机和 A320-200 的航段收益,由图 4 所示,某支线飞机在航班平均需求(0,130)之间,航段收益高于 A320-200。支线飞机客座率要达到 78% 以上可实现盈亏平衡,A320-200 客座率达到 74% 以上即可实现盈亏平衡,A320-200 盈亏平衡客座率低一些。显然,支线飞机在平均需求较低的瘦薄市场航段收益比干线飞机要好,然而要实现盈亏平衡,还需要有更高的客座率。

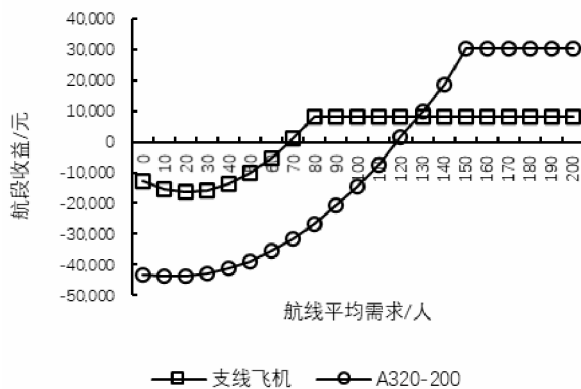


图4 支线飞机与 A320-200 航段收益对比

不同于航段收益,年化收益率是衡量飞机在全生命周期内的经济性指标,表示引进飞机作为一项投资在折旧期限内的平均回报率。如图 5 所示,支线飞机在平均航线需求(50,130)的年化收益率高

于 A320-200, 在平均航线需求 (0, 50) 的年化收益率低于 A320-200, 这是因为支线飞机的投资总额远低于 A320-200, 当航段收益随着平均航线需求减少时, 支线飞机的年化收益率下降幅度大于 A320-200, 当平均航线需求低于 50 时, 支线飞机的年化收益率反而低于 A320-200。在平均航线需求 (50, 130) 区间内, 支线飞机的航段收益和年化收益率均高于 A320-200, 因此该区域为支线飞机的优势区域。当平均航线需求大于 50 人时, 支线飞机的年化收益率随航线平均需求的增加不断增长, 当航线平均需求达到 80 人时即达到最大值, 随后保持稳定, 且潜在边际效益随着转机客流比例的增大而增大, 支线飞机的年化收益率增加明显, 最大提升比例为 11.9%。干线飞机 A320-200 的年化收益率随着航线平均需求的增加持续增长, 然而最大年化收益率仅为 2.07%, 低于无风险利率 (10 年期长期国债利率 2.9%), 即干线飞机 A320-200 在航线平均需求 (50, 130) 区间不具有投资价值。

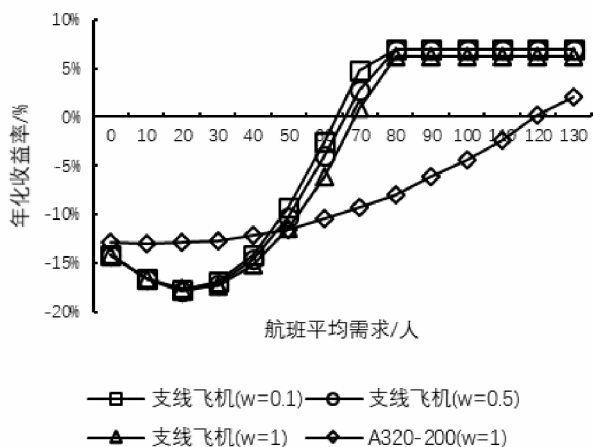


图5 支线飞机优势领域与干线飞机经济性对比

3.2 不同所有权模式下的经济性分析

图6是不同所有权模式下的累计成本。随着时间的增加, 累计成本不断增加, 因为经营租赁模式的租金较高, 所以经营租赁模式下的累计成本比自购模式下的累计成本略高。图7是不同所有权模式下的年化收益率。随着时间的增加, 年化收益率不断增加, 逐渐趋于稳定, 经营租赁模式下的年化收益率要高于自购模式, 且投资回收周期要短, 这是由于两种模式下, 飞机的累计收入相同, 经营模式下的累计成本略高, 而投资总额低于自购模式, 因此经营租赁模式下的年化收益率要高于自购模式。

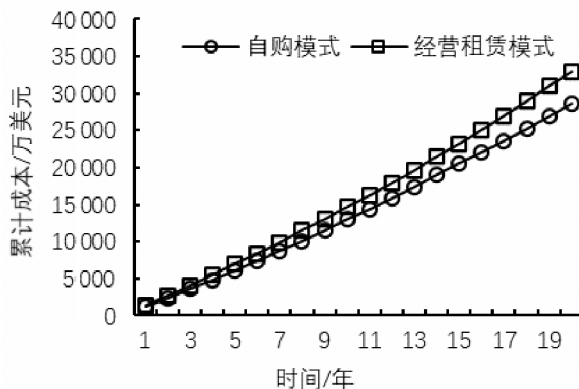


图6 不同所有权模式下的累计成本

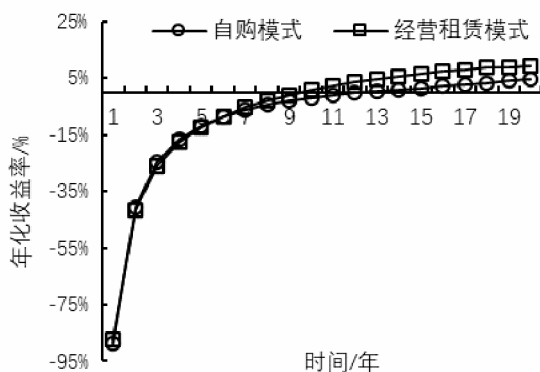
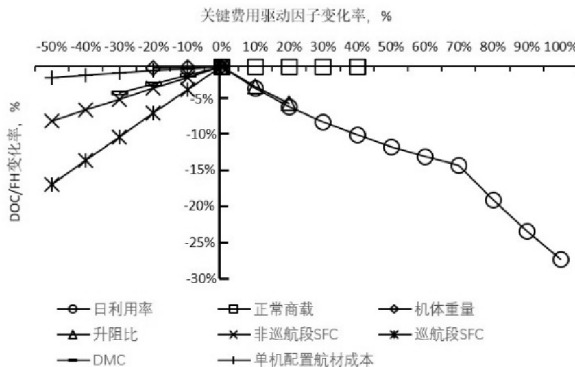


图7 不同所有权模式下的年化收益率

3.3 敏感性分析

图8是飞机单位飞行小时的直接运营成本的敏感性分析。随着飞机日利用率和升阻比的增加, DOC/FH 持续下降, 且飞机日利用率和升阻比对 DOC/FH 的敏感性类似; 随着巡航段燃油消耗率 SFC 、非巡航段燃油消耗率 SFC 、直接维修成本 DMC 、单机配置航材成本和机体重量的减少, DOC/FH 持续下降, 且敏感性的排序为: 巡航段燃油消耗率 SFC > 非巡航段燃油消耗率 SFC > 直接维修成本

图8 DOC/FH 的敏感性分析

$DMC >$ 单机配置航材成本 $>$ 机体重量。降低飞机单位飞行小时的直接运营成本的有效措施依次为:降低巡航段燃油消耗率 SFC 、增加飞机日利用率、增加飞机升阻比、降低非巡航段燃油消耗率 SFC 、降低直接维修成本 DMC 、降低单机配置航材成本、降低机体重量。

图 9 是飞机年化收益率的敏感性分析。随着飞机日利用率的增加,飞机的年化收益率先增加后减少,而随着正常商载、升阻比的增加,飞机的年化收益率持续增加;随着直接维修成本 DMC 、巡航段燃油消耗率 SFC 、非巡航段燃油消耗率 SFC 、单机配置航材成本、机体重量的减少,飞机的年化收益率持续增加,且敏感性的排序为:直接维修成本 $DMC >$ 巡航段燃油消耗率 $SFC >$ 非巡航段燃油消耗率 $SFC >$ 单机配置航材成本 $>$ 机体重量。提高飞机年化收益率的有效措施依次为:降低直接维修成本、降低巡航段燃油消耗率 SFC 、适量提高日利用率、增加飞机正常商载、提高升阻比、降低非巡航段燃油消耗率 SFC 、降低单机配置航材成本、降低机体重量。

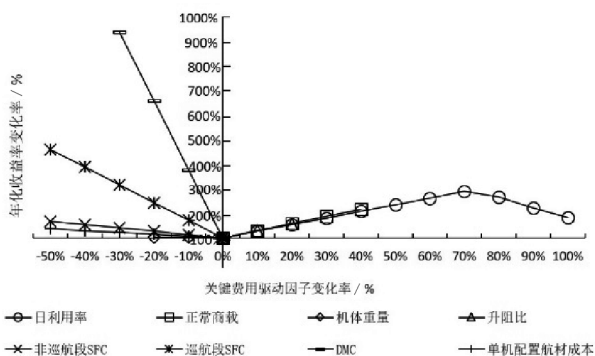


图 9 年化收益率的敏感性分析

4 结论

随着中国城市化进程的加速,支线客机呈大型化的发展趋势,支线飞机替换干线飞机的市场空间逐步显现,而关于支线替换战略的经济性分析缺乏定量描述一定程度上制约了支线飞机的市场化推广。针对以上问题,采用创新方法即构建支线飞机的替换战略系统动力学模型,并得到以下重要的研究结论:(1)通过替换战略的经济性分析发现,支线飞机在平均航线需求(50,130)的优势领域比干线飞机 A320-200 具有更高的航段收益和年化收益率,

具有显著的经济性;(2)通过不同所有权模式下的经济性分析发现,经营租赁模式下累计成本虽然较高,但是年化收益率要高于自购模式;(3)降低单位飞行小时的直接运营成本的有效措施依次为:降低巡航段燃油消耗率 SFC 、增加飞机日利用率、增加飞机升阻比、降低非巡航段燃油消耗率 SFC 、降低直接维修成本 DMC 、降低单机配置航材成本、降低机体重量;(4)提高飞机年化收益率的有效措施依次为:降低直接维修成本、降低巡航段燃油消耗率 SFC 、适量提高日利用率、增加飞机正常商载、提高升阻比、降低非巡航段燃油消耗率 SFC 、降低单机配置航材成本、降低机体重量。

参考文献:

- [1] 邱连中,李桂进. 静悄悄的革命——支线喷气机在中国航空公司航线网络合理化进程中的作用[J]. 中国民用航空,2001(5):16-21.
- [2] Air Transport Association of America. Standard Method of Estimating Comparative Direct Operating Costs of Turbine Powered Transport Airplanes[R]. Washington D. C.:Air Transport Association of America, 1967.
- [3] HARRISF D. An Economic Model of U. S. Airline Operating Expenses;NASA/CR-2005-213476[R]. [S. l.: s. n.],2005.
- [4] Boeing. Boeing 1993 Operating Cost Methods[Z]. Boeing Commercial Airplane Group, 1993.
- [5] LIEBECK R H, ANDRASTEK D A, CHAU J, et al. Advanced Subsonic Airplane Design & Economic Studies;NASA CR-195443[R]. U. S.:NASA, 1995.
- [6] 陈茗. 大型民用飞机运营成本常见影响因素研究[J]. 商业会计,2017(23):72-73.
- [7] 陈剑波,余雄庆. 客机总体方案设计中的直接运营成本估算方法[J]. 江苏航空,2011(1):2-3.
- [8] 张康,叶叶沛. 美国市场直接运营成本(DOC)计算方法应用研究[J]. 民用飞机设计与研究,2012(3):41-48;65.
- [9] 许敏. 民用飞机直接运营成本(DOC)计算方法研究与应用[J]. 新会计,2010(8):25-27.
- [10] 汪瑜. 民用飞机直接运营成本计算方法经济性分析[J]. 交通企业管理,2015,321(5):65-68.
- [11] 王如华. 直接运营成本(DOC)方法在飞机设计中的应用[J]. 科技经济导刊,2016(8):9-10.
- [12] 许敏,党铁红,叶叶沛,等. 中国市场直接运营成本(DOC)计算方法研究与应用[J]. 民用飞机设计与研究,2010(4):45-50.

- [13] 曹涛. 多电飞机与传统飞机电源系统直接运营成本研究[J]. 航空科学技术, 2017, 28(4): 8-11.
- [14] 朱德轩, 卞刚, 张康. 商用飞机燃油系统直接运营成本分析方法的应用研究[J]. 科技视界, 2016(17): 271-273.
- [15] 韩晓玲. 民用飞机选型经济评估数学模型[J]. 中国民航学院学报(综合版), 1994, 12(3): 10-18.
- [16] 卢大伟. 谈飞机选型中货机经济性的衡量标准[J]. 空运商务, 2006, 180(29): 13-14.
- [17] 尹国栋, 杨文东. 支线飞机经济性评价指标体系研究[J]. 科技信息, 2010(30): 111-113.
- [18] 尹国栋. 支线飞机选型经济性评价研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2011.
- [19] LIN W J, JIANG Z B, WANG L. Modelling and analysis of the bullwhip effect with customers' baulking behaviours and production capacity constraint[J]. International Journal of Production Research, 2014, 52(16): 4835-4852.
- [20] 林文进, 任和, 彭奇云. 国产支线飞机航线运营经济性分析框架[J]. 民用飞机设计与研究, 2019(4): 21-30.
- [21] SURYANI E, CHOU S Y, HARTONO R, et al. Demand scenario analysis and planned capacity expansion: A system dynamics framework[J]. Simulation Modelling Practice and Theory, 2010, 18(6): 732-751.
- [22] MARTIS M S. Validation of simulation based models; a theoretical outlook[J]. Electronic Journal on Business Research Methods, 2006, 4(1): 39-46.
- [23] BARLAS Y. Multiple tests for validation of system dynamics type of simulation models[J]. European Journal of Operational Research, 1989, 42(1): 59-87.

作者简介

林文进 男, 中国商飞在站博士后, 高级工程师。主要研究方向: 飞机经济性。本论文受中国博士后科学基金第 65 批面上资助(2019M651630) E-mail: linwenjin1@comac.cc

任和 男, 博士, 教授, 博士生导师。主要研究方向: 飞机可靠性、经济性。E-mail: renhe@comac.cc

Analysis of economical efficiency for the alternative strategy of regional jets

LIN Wenjin^{1,2} REN He^{3*}

(1. COMAC Postdoctoral Workstation, Shanghai 200126, China;

2. Shanghai Aircraft Customer Service Co., Ltd., Shanghai 200241, China;

3. Commercial Aircraft Corporation of China, Ltd., Shanghai 200126, China)

Abstract: With the development of China's urbanization process, the demand for air travel in the western regions and third-tier and fourth-tier cities is increasing rapidly. Airlines usually use mainline jets to meet such demands, but either economic efficiency of airlines or service level of customer is not high because of low passenger load factor and insufficient flight frequency. To solve the contradiction between supply and demand, the alternative strategy of using domestic regional jet to replace the mainline jet with low economical efficiency is proposed. However, the airlines still hesitate to take such strategy because of no quantitative measurement on its efficiency. To solve these problems, a system dynamic model of alternative strategy is established and validated by comparing simulation results and practical data from one typical airline. Then the sequent oscillation characteristics of segment revenue, different ownership mode and key cost drivers are analyzed. Based on these principles, it is concluded that suitable scope of the alternative strategy and cost reduction measures should be performed to promote the economical efficiency of regional jets.

Keywords: regional jets; economical efficiency; alternative strategy of regional jets; system dynamics

* Corresponding author. E-mail: renhe@comac.cc