

DOI:10.16356/j.1005-2615.2020.04.018

航空公司飞机选型评估方法

许松林

(中国商用飞机有限责任公司上海飞机设计研究院, 上海, 201210)

摘要: 市场上往往具有多款机型能够满足航空公司增加或更换退役飞机的需求,因此需要对这些机型进行产品竞争力及投资分析评估。本文从备选机型角度,提出了飞机选型的4大分析要素并根据实际运营情况分别进行了详细分解研究。应用于案例的分析和计算表明,该方法符合航空公司实际选型评估需求,对航空公司合理评估和选择机型具有较大的参考价值。

关键词: 航空运输;飞机;选型;航空公司;敏感性

中图分类号: V271.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-2615(2020)04-0650-09

An Evaluation Method of Aircraft Selection for Airlines

XU Songlin

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute of COMAC, Shanghai, 201210, China)

Abstract: An airline may face several types of airplanes when it needs to increase flights or replace the old ones. Selecting certain types of them requires evaluating their comparability and analyzing investment profits. This paper proposes four factors that can influence the airplane selection and uses practical data to analyze them. The case study demonstrates that the proposed factors can meet the requirements of airplane selection, and can provide a reference for evaluating airplanes in practice.

Key words: air transportation; aircraft; selection; airline; sensitivity

航空公司在购置飞机时,备选机型的分析结果将关系到公司全局决策,不仅决定了公司长期的经济效益,还在一定程度上影响到公司的技术、管理水平和市场竞争模式。由于备选机型分析是一个比较复杂的过程,需要涉及多学科,另外还需要公司机务、财务、飞行和性能等多部门协同参与、提供各种数据,做出技术性能和经济性以及财务方面的可行性论证报告^[1],最终由公司董事会或等效机构决策,并上报相关政府机构审批。

近年来,国内航空公司之间的竞争越趋激烈,从以往简单竭力争取政府部门引进指标逐步过渡到更为精细化的飞机引进机型的需求研究,目前很多飞机选型研究主要集中在客舱布局研究和简单的经济性测算^[2-3]或一些指标的选取^[4-5]中,从系统

分析和全生命投资角度考虑的相对较少。如何更为高效、科学、专业地开展机队和-机型选择评估至今仍然困扰很多航空公司,本文拟通过飞机全要素的技术研究及财务投资分析得到最优化的机型评估结果,以期为新老航空公司飞机引进或替换提供指导与实施建议。

1 航空公司飞机选型概述

从宏观来讲,航空公司飞机选型需要经过两大步骤:(1)初选,即在需求预测^[6]等基础性工作上对飞机资料进行初步分析,筛选出符合要求的备选机型;(2)优选,就是进行技术性能分析、运营成本分解、航线盈利研究和财务投资评估等,最终将结果形成各类分析报告并提交公司进行决策,飞机机型

收稿日期: 2019-12-14; **修订日期:** 2020-03-10

通信作者: 许松林,男,硕士,高级工程师, E-mail: xusonglin@comac.cc。

引用格式: 许松林. 航空公司飞机选型评估方法[J]. 南京航空航天大学学报, 2020, 52(4): 650-658. XU Songlin. An evaluation method of aircraft selection for airlines[J]. Journal of Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, 2020, 52(4): 650-658.

选型框架如图1所示。

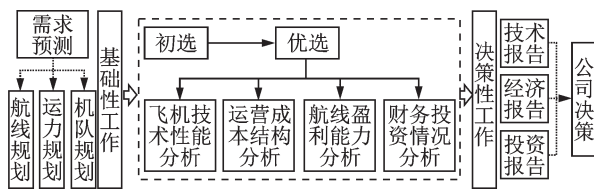


图1 备选机型分析内容

Fig.1 Analysis content of aircraft to be selected

2 飞机优选分析要素

本文根据国内民航运营情况和特点,详细分解了航空公司购机过程中所关注的各类技术、经济和投资指标,并对计算分析过程中所涉及的主要方法和理论模型进行了阐述。

2.1 技术性能分析

技术性能分析的目的是将明显不符合座级要求^[7-8]以及不能满足机场和航线需求^[9]的机型排除,这些是影响飞机使用的主要原则。除了部分特殊机场或使用环境对污染物排放、噪音等外,技术性能分析包含的项目如下。

(1) 客货舱布局:分析能够搭载旅客的范围,还需要考察和对比不同机型座椅间距、过道宽度、噪音等舒适性参数,以及货物装卸方式是否与机场以及公司的运营保障能力相匹配。

(2) 商载航程:由于每款飞机有不同重量和推力等级,因此需要检查和分析在满客以及满载情况下不同衍生机型的航程能否满足所选航线和开辟新航线需求,找到匹配的构型要求。

(3) 机场适应性:分析备选机型能否适应所选机场以及备降机场的起降要求,跑道长度是否能够满足全重或不减载起降,必要时还需分析噪音和地面滑行机动能力是否满足要求。

(4) 航线适应性:商载航程能力是衡量航线适应性的主要指标,其还受到很多外在因素影响,包括风、温度、安全高度及地理环境等,最终还需考察轮挡特性,包括业载、时间和油耗等细节指标。

(5) 使用寿命、可靠性和维修性:使用寿命指标包含飞行小时、飞行循环和日历年;可靠性指标常用航班可靠度考察,即完成一次飞行而不发生由于飞机原因而引起的延误、航班取消概率;维修性还需要结合经验判断和考察是否拆装方便且易于维修,及故障诊断及监控能力。

2.2 运营成本分解

运营成本分析是航空公司盈利分析的基础,由于成本中有很大大一部分与飞机本身无关,特别是管理成本。因而通常只考虑和运营直接相关的使用

成本进行核算,称为直接运营成本(DOC),直接运营成本^[10-12]通常包含的项目如下。

(1) 固定成本:持有飞机和备件的所有权或使用权成本,主要为购买飞机、融资租赁和经营租赁。购买飞机成本通常由折旧、贷款付息和保险构成;融资租赁成本通常包括折旧、租金、保险等。

(2) 燃油成本:主要包括发动机和APU油耗,分析时将航段耗油量乘以燃油价格,即可得到单个航段的燃油总成本。

(3) 维修成本:成本分析中最棘手和复杂,一般由飞机停场维修、部件送修和航线维护等构成。成本与型号、服役机龄、航线结构以及经营模式密切相关。很多公司会利用长期积累的维修成本数据,进行统计回归建立相应的计算分析模型。

(4) 机组成本:包括飞行员和空乘人员工资、津贴等各项费用,机组成本也包括飞行模拟器、驾驶舱训练系统、维修和客舱乘务培训费用。

(5) 餐食成本:主要包括机供食品和饮料,因服务标准差别,航空公司在进行成本计算时,可以采用各公司内部制定的标准进行统计。

(6) 导航成本:除美国国内航班,目前国际航线及大多数国家航班都收取导航费用,导航费用通常与最大起飞质量、航程以及各国收费标准相关。

(7) 机场收费成本:由机场起降费用、停场收费、客桥收费、旅客服务费、安检费用等构成,国内机场收费项目与欧洲地区基本一致。

(8) 地面服务成本:包括签派服务、客梯车和各種特种设备、值机服务等,大多数服务项目与飞机商载和座位数相关。

(9) 民航建设基金:中国民航还有一项特有的民航建设基金收费项目,只要在国内乘坐国内、国际以及港澳台的旅客都将收取。

(10) 管理成本:包括管理人员的工资和福利、广告和公关费用、销售系统开发或代理费用,管理成本与公司组织架构和管理方法密切相关,因此所产生的销售与管理成本差异也很大。

运营成本绝大多数是基于飞机固有特征和国内外各项政策和规定进行逐项统计和加总从而获得总成本,据此可以计算出航段和座千米成本。

2.3 航线盈利研究

航线盈利能力分析是在设定一些参数值以及修正后,计算出飞机整个生命周期和规划航线上的收入、成本及盈亏平衡客座率等各项指标。通过这些指标的分析 and 比较可以得到备选机型的运营经济性以及最终盈利情况。

2.3.1 航线收益分析

机型航线收益分析是运营经济性评价的一个

最基本过程,主要包括运价和折扣信息收集,测算航线毛收入和净收入。

航线客、货毛收入总和如下

$$R_T = \text{Seats} \times P \times \text{fare} + R_C \quad (1)$$

式中: R_T 一般指航线毛总收入; Seats 为座位数; P 为航线客座率; fare 为航线平均票价; R_C 为货舱收益。客座率、票价水平等各项数值均可通过历史数据确定,新开航线可结合当地经济水平和支付能力以及民航相关限制条件预测,当不考虑货运时,可将货舱收益设置为零。

考虑到国内交通运输业需要缴纳营业税,计算航线净收益如下

$$R_{\text{net}} = R_T \times (1 - \text{Rate}) \quad (2)$$

式中: R_{net} 为航线净收益; Rate 为营业税率。

2.3.2 盈亏平衡分析

盈亏平衡指在航线上的运营总收入和运营总成本相等,达到盈亏平衡的载运率即为盈亏平衡载运率 B (Break even load factor)

$$B = \frac{T_T / \text{ATK}}{R_T / \text{RTK}} \quad (3)$$

式中: T_T 为航空公司全部运营成本的总和; ATK 为可用吨千米(如暂不考虑货邮收益,可表达为可用座千米); RTK 为收入吨千米(如暂不考虑货邮收益,可表达为收入客千米)。其中旅客服务费、安检费、燃油费也需要根据实际载运率进行一定的修正。

2.4 财务投资评估

财务投资评估是航空公司盈利能力、资金使用效率以及对经济与环境变化的综合性分析,它建立在航线盈利分析基础上,依据航空公司航线运力投放计划,计算每条航线每年运营的净现金流

$$C = \sum_{i=1}^n [(R_i - C_i) \times F_i] + D + I \quad (4)$$

式中: C 为每年产生的净现金流总量; n 为航线数量; R_i 为第 i 条航线上每个航班的运营净收入; C_i 为第 i 条航线上每个航班的运营总成本; F_i 为第 i 条航线上的年航班频率; D 为机队年折旧成本; I 为年贷款利息总和。如果飞机和备件具有残值,还要考虑将最后一年残值折算到净现金流中。初始投资总额在整个服役周期内可按直线法进行折旧,贷款按照等额本息的方法进行支付,因

此整个周期中各年的折旧和利息支出可以认为相等。

由于净现值法在选择折现率时已考虑很多外部因素,但也可能对变化估计不足而无法得出较为精准的结论,但从投资周期来看,采用净现值法还是比较有效,因此本文主要基于净现值法来构建机队财务投资分析和计算模型^[13-14]。在确定年折现系数后,根据机队在服役期内的净现金流,可以采用如下方式计算机队投资的净现值

$$\text{NPV} = \sum_{j=1}^m \frac{C_j}{(1+r)^j} - M \quad (5)$$

式中: NPV 为净现值; C_j 为第 j 年年末产生的净现金流量; m 为机队总服役年数; r 为年折现率; M 为初始基准年份投资总额的现值。如果净现值 $\text{NPV} > 0$,表示机队引进在财务上可行,否则是不理性的投资方案,净现值越大越好。

3 飞机选型案例分析

假设新组建的一家航空公司经过需求预测,计划以上海浦东机场为基地开航一些旅游和重点二线城市,其中包括长沙、郑州、武汉、西安、昆明、重庆、成都、沈阳、三亚、青岛、西宁、天津、深圳、南京、石家庄和厦门等16条城市对航线。

公司机队座级设定在150~200座之间,要求技术先进,经济性良好。通过技术性能和客舱布局初步筛选,备选机型主要有A320和737-800。

3.1 技术性能对比分析

两款机型部分主要技术参数^[15-16]见表1所示。从表1可以看出,737-800比A320略长,可以多布置座位,但客舱剖面A320更优。A320典型布局满客商载为13.5 t(150座),737-800为14.6 t(162座),且均能在满客基础上满足6 t多载货要求。从使用寿命、可靠性和维修性来看,两款机型都是成熟机型,区别不大。总的来讲,A320舒适性以及货物运输体积更优,737-800在最大商载、客货载运能力上更胜一筹。

两款机型在标准商载下均能达5 556 km,规划从上海浦东出发的16条航线最远为三亚,航程不超过2 000 km,即使考虑较大逆风也都能满足运营需求。

表1 备选机型部分主要参数

Table 1 Part references of aircraft to be selected

型号	典型座位数	客舱长/m	客舱宽/m	过道高/m	椅背宽/m	最大起飞质量/kg	最大商载/kg
A320	150	27.51	3.696	2.210	0.457/0.457/0.457	78 000	19 900
737-800	162	29.36	3.537	2.192	0.432/0.432/0.432	79 010	21 319

两款机型的机场及航线适应性均能满足起降和越障要求,按照典型双舱布局计算的航线轮挡性能如表 2 所示。技术性能对比分析是后续工作的基础,从表 2 可以看出,两款机型满客下只需 60 t 起飞质量,远低于两款飞机最大 70 t 的起飞质量,

因此如果货载需求较少,则选装较低最大起飞质量可以减少一定的采购费用。

从轮挡时间来看,两款机型可以认为基本无差距;但从轮挡油耗来看,A320 航段油耗成本略低于 737-800,但单座油耗成本 737-800 成本更低。

表 2 备选机型轮挡特性

Table 2 Block performance of aircraft to be selected

航线信息	A320 满客商载(150 人, 90 kg/人)				737-800 满客商载(162 人, 90 kg/人)			
	起飞质量/ kg	加油量/ kg	轮挡油耗/ kg	轮挡时间/ h	起飞质量/ kg	加油量/ kg	轮挡油耗/ kg	轮挡时间/ h
浦东—长沙	62 924	7 207	4 196	2.07	65 056	7 711	4 508	2.10
长沙—浦东	62 150	6 433	3 537	1.80	64 216	6 871	3 768	1.81
浦东—郑州	62 674	6 957	4 016	2.00	64 799	7 454	4 319	2.02
郑州—浦东	61 788	6 071	3 175	1.65	63 843	6 498	3 394	1.65
浦东—武汉	62 300	6 583	3 407	1.74	64 411	7 066	3 680	1.76
武汉—浦东	61 209	5 492	2 595	1.39	63 228	5 883	2 780	1.40
浦东—西安	63 670	7 953	5 188	2.49	65 875	8 530	5 574	2.51
西安—浦东	62 482	6 765	3 868	1.96	64 583	7 238	4 135	1.96
浦东—昆明	66 399	10 682	7 991	3.59	68 805	11 460	8 576	3.63
昆明—浦东	64 622	8 905	6 009	2.89	66 867	9 522	6 419	2.91
浦东—重庆	64 794	9 077	6 147	2.88	67 108	9 763	6 613	2.91
重庆—浦东	63 697	7 980	5 084	2.46	65 873	8 528	5 424	2.48
浦东—成都	66 063	10 346	7 455	3.40	68 459	11 114	8 022	3.45
成都—浦东	64 013	8 296	5 400	2.59	66 215	8 870	5 766	2.61
浦东—沈阳	63 621	7 904	4 875	2.38	65 802	8 457	5 233	2.38
沈阳—浦东	63 759	8 042	5 146	2.50	65 979	8 634	5 531	2.50
浦东—三亚	66 226	10 509	7 805	3.57	68 612	11 267	8 381	3.61
三亚—浦东	65 224	9 507	6 611	3.08	67 519	10 174	7 071	3.10
浦东—青岛	61 121	5 404	2 618	1.40	63 141	5 796	2 824	1.42
青岛—浦东	61 098	5 381	2 484	1.34	63 122	5 777	2 673	1.36
浦东—西宁	66 031	10 314	7 949	3.59	68 393	11 048	8 516	3.63
西宁—浦东	64 414	8 697	5 800	2.81	66 642	9 297	6 193	2.83
浦东—天津	62 894	7 177	4 369	2.16	65 041	7 696	4 693	2.17
天津—浦东	62 575	6 858	3 961	1.99	64 691	7 346	4 242	1.99
浦东—深圳	65 002	9 285	5 590	2.63	67 279	9 934	6 007	2.67
深圳—浦东	63 284	7 567	4 670	2.28	65 423	8 078	4 975	2.29
浦东—南宁	66 029	10 312	6 991	3.21	68 416	11 071	7 523	3.26
南宁—浦东	64 503	8 786	5 890	2.78	66 738	9 393	6 289	2.81
浦东—石家庄	63 228	7 511	4 472	2.20	65 387	8 042	4 809	2.21
石家庄—浦东	62 433	6 716	3 819	1.93	64 538	7 193	4 089	1.93
浦东—厦门	62 240	6 523	3 817	1.93	64 331	6 986	4 101	1.94
厦门—浦东	61 928	6 211	3 315	1.71	63 995	6 650	3 547	1.71

3.2 运营成本结构分解

根据上述目标航线网络规划^[17],假设备选机型月度航班分配计划如图 2 所示。

基于航线网络规划,结合 A320 航线性能分析结果,计算出共计需要投入 8 架飞机,并且:

- (1)单机年均需执行 1 320 个航班;
- (2)单机年均轮挡 3 125 h,即日均轮挡 8.56 h;

(3)平均航段长度为 1 280 km,平均轮挡时间为 2.37 h。

3.2.1 宏观经济环境

国内目前大部分飞机来源于进口,交易也基于美元,因此受国际影响较大,假设宏观经济环境基准值如下:

- (1) 汇率为 1 USD=6.672 RMB。

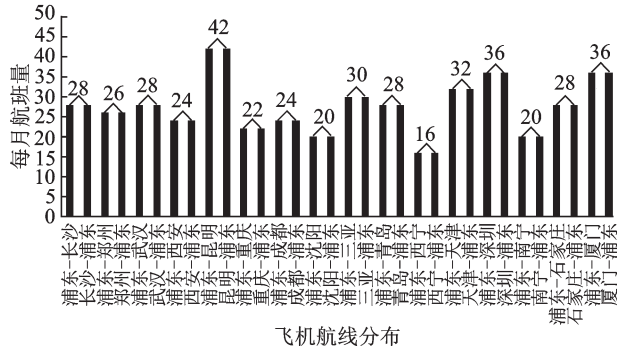


图2 飞机运力投放和分配计划表
Fig.2 Airline's schedule for aircraft

- (2) 燃油价格采用每吨4 009元人民币。
- (3) 飞机和零部件采用直线法折旧, 折旧年限20年, 残值为5%。
- (4) 贷款利率为6.5%, 贷款还款为20年, 每年还款两次。

3.2.2 飞机和零备件投资

假定飞机和初始备件投资100%来自贷款; 地面设备和高价件占飞机价格5%, 资金来源于公司自筹, 并在飞机引进当年一次性予以支付, 机队投资其它基准值假设如下:

- (1) A320 税前 3 970 万 USD, 单台发动机税前

590 万 USD;

- (2) 年保险额为飞机税前价格0.5%;
- (3) 进口飞机征收5%增值税和5%进口税;
- (4) 进口航材和备件征收17%增值税和5%进口税。

3.2.3 运营环境和使用条件

经过统计分析, 在国内航线运营环境和使用条件假设如下:

- (1) 维修劳务费率为30 USD/飞行小时;
- (2) 机长、副机长和空乘年薪分别为70, 25和15万元;
- (3) 每名机长、副机长年度复训费为8.72万元以及空乘复训费用在1万元;
- (4) 餐食费通过拟合与航线距离相关的函数进行计算;
- (5) 导航、机场成本和民航发展基金按中国民航相关规定执行;
- (6) 管理和销售费占总运营成本15%。

利用本文提出的各类条件构建国内直接运营成本分析模型, 并对A320在各条航线上的成本进行逐项分解和统计, 计算的结果如图3所示。

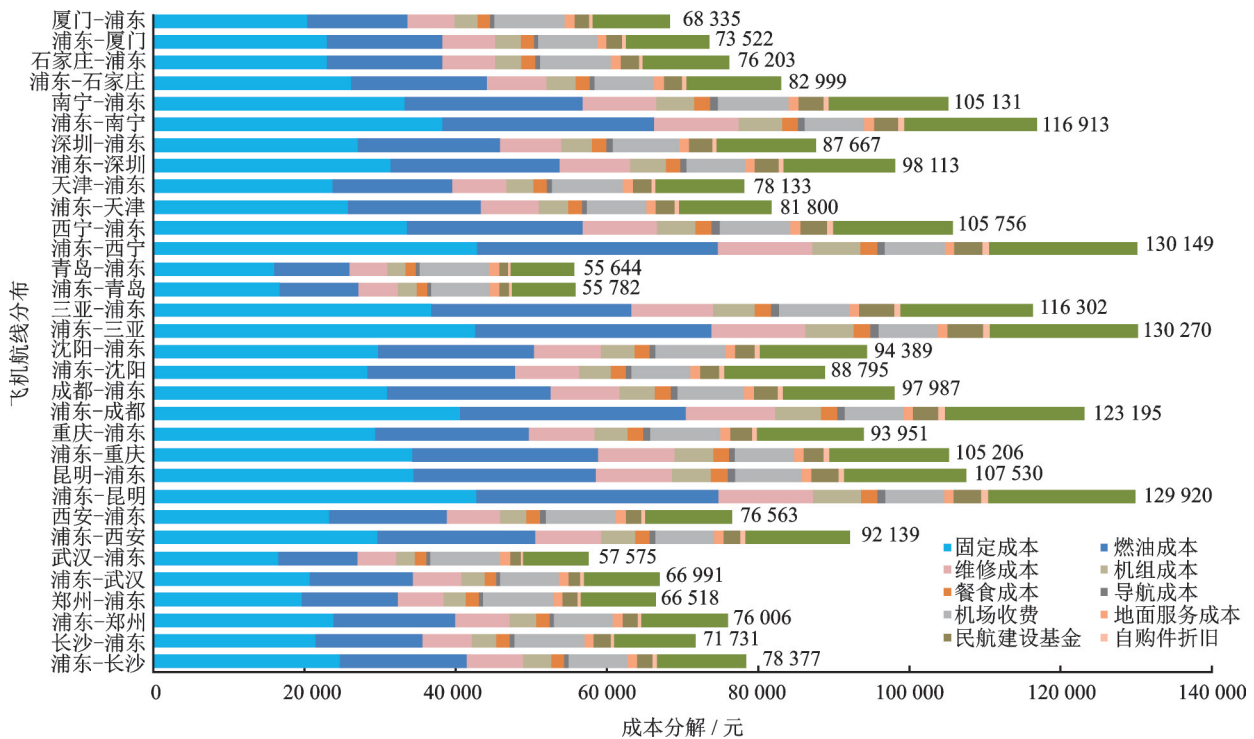


图3 A320运营成本分解
Fig.3 Operating cost breakdown for A320

计算得到A320座公里成本为0.47元。737-800飞机和发动机基准价格设定为4 130万USD和430万USD, 其他条件和A320相同前提条件下, 计算得到737-800座千米成本为0.45元。

3.3 航线盈利能力研究

基于上述网络环境, 统计航线票价和正班客座率, 其中票价数据来源于IATA数据库, 平均客座率来源于《2015年从统计看民航》, 如表3所示。

表 3 A320 航线的平均票价和客座率

Table 3 Average fare and passenger load factor for A320's route

航线信息	航班票价/元	客座率/%	航线信息	航班票价/元	客座率/%
浦东—长沙	695	84.40	浦东—三亚	929	87.20
长沙—浦东	615	84.40	三亚—浦东	984	87.20
浦东—郑州	753	80.80	浦东—青岛	707	80.00
郑州—浦东	713	80.80	青岛—浦东	707	80.00
浦东—武汉	871	76.70	浦东—西宁	1 244	72.60
武汉—浦东	931	76.70	西宁—浦东	1 316	72.60
浦东—西安	761	84.50	浦东—天津	573	80.40
西安—浦东	747	84.50	天津—浦东	680	80.40
浦东—昆明	968	84.90	浦东—深圳	907	81.80
昆明—浦东	919	84.90	深圳—浦东	912	81.80
浦东—重庆	770	84.00	浦东—南宁	773	77.30
重庆—浦东	923	84.00	南宁—浦东	727	77.30
浦东—成都	970	83.50	浦东—石家庄	784	86.90
成都—浦东	1 018	83.50	石家庄—浦东	802	86.90
浦东—沈阳	893	83.80	浦东—厦门	691	78.40
沈阳—浦东	902	83.80	厦门—浦东	663	78.40

根据上述条件以及燃油和机场收费等修正,并且设定航班的营业税为 3%,则可以计算出各航线的盈利情况以及航班的盈亏平衡上座率,具体的计算结果如表 4 所示。

表 4 A320 航线年利润和盈亏平衡上座率

Table 4 Annual profit and break even load factor for A320's route

航线信息	客座率/%	修正运营成本/元	毛收入/元	净收入/元	盈利/元	平衡客座率/%
浦东—长沙	84.40	77 116	91 559	88 812	11 696	72.35
长沙—浦东	84.40	70 489	80 920	78 492	8 003	74.98
浦东—郑州	80.80	74 462	94 940	92 091	17 630	64.15
郑州—浦东	80.80	65 001	89 824	87 130	22 129	58.65
浦东—武汉	76.70	65 141	104 189	101 063	35 922	47.68
武汉—浦东	76.70	55 757	111 369	108 028	52 271	37.40
浦东—西安	84.50	90 861	100 261	97 253	6 393	78.51
西安—浦东	84.50	75 320	98 424	95 472	20 152	65.29
浦东—昆明	84.90	128 601	128 206	124 360	-4 241	87.97
昆明—浦东	84.90	106 263	121 705	118 054	11 791	75.87
浦东—重庆	84.00	103 860	100 896	97 869	-5 990	89.54
重庆—浦东	84.00	92 634	120 927	117 299	24 665	65.22
浦东—成都	83.50	121 769	126 401	122 609	840	82.89
成都—浦东	83.50	96 620	132 639	128 660	32 039	61.51
浦东—沈阳	83.80	87 468	116 783	113 279	25 811	63.46
沈阳—浦东	83.80	93 054	117 945	114 406	21 352	67.15
浦东—三亚	87.20	129 156	126 317	122 527	-6 629	92.23
三亚—浦东	87.20	115 214	133 905	129 888	14 674	76.75
浦东—青岛	80.00	54 222	88 188	85 543	31 321	48.39
青岛—浦东	80.00	54 087	88 221	85 575	31 487	48.25
浦东—西宁	72.60	127 757	140 921	136 693	8 936	67.61
西宁—浦东	72.60	103 467	149 078	144 605	41 139	51.03
浦东—天津	80.40	80 211	71 825	69 671	-10 541	93.82
天津—浦东	80.40	76 558	85 272	82 714	6 156	73.90
浦东—深圳	81.80	96 599	115 735	112 262	15 664	69.64
深圳—浦东	81.80	86 182	116 380	112 888	26 706	61.22

续表

航线信息	客座率/%	修正运营成本/元	毛收入/元	净收入/元	盈利/元	平衡客座率/%
浦东—南宁	77.30	114 969	93 202	90 406	-24 563	99.96
南宁—浦东	77.30	103 231	87 653	85 024	-18 207	95.22
浦东—石家庄	86.90	81 935	106 263	103 075	21 140	67.76
石家庄—浦东	86.90	75 153	108 746	105 483	30 330	60.14
浦东—厦门	78.40	71 791	84 465	81 931	10 140	67.88
厦门—浦东	78.40	66 623	81 037	78 606	11 982	65.41
合计年净收入/万元				15 265		

从表4可以看出,航空公司投入8架A320飞机,年净利润可达15 265万元,虽然其中有6条航线无法实现盈亏平衡,即这些航线无法实现盈利,但对于提高飞机利用率、摊薄飞机运营成本至关重要。

因此,选型分析需要考虑这一点,才能更好地规划航线网络和进行经济性测算和评估。

通过同样的计算方法,得到737-800航线盈利和平衡上座率,如表5所示。

表5 737-800航线年利润和盈亏平衡上座率

Table 5 Annual profit and break even load factor for 737-800's route

航线信息	客座率/%	修正运营成本/元	毛收入/元	净收入/元	盈利/元	平衡客座率/%
浦东—长沙	84.40	80 493	98 602	95 644	15 151	69.90
长沙—浦东	84.40	73 112	87 144	84 530	11 418	71.91
浦东—郑州	80.80	77 576	102 243	99 175	21 599	61.84
郑州—浦东	80.80	67 462	96 734	93 832	26 370	56.27
浦东—武汉	76.70	68 041	112 203	108 837	40 796	46.08
武汉—浦东	76.70	57 963	119 936	116 338	58 375	35.93
浦东—西安	84.50	94 601	107 974	104 734	10 133	75.68
西安—浦东	84.50	78 217	105 996	102 816	24 598	62.71
浦东—昆明	84.90	134 222	138 068	133 926	-296	85.09
昆明—浦东	84.90	110 413	131 067	127 135	16 722	73.00
浦东—重庆	84.00	108 477	108 657	105 398	-3 080	86.64
重庆—浦东	84.00	96 224	130 229	126 322	30 098	62.71
浦东—成都	83.50	127 275	136 124	132 040	4 765	80.29
成都—浦东	83.50	100 391	142 842	138 557	38 166	59.17
浦东—沈阳	83.80	90 703	125 766	121 993	31 290	60.89
沈阳—浦东	83.80	96 676	127 017	123 207	26 531	64.57
浦东—三亚	87.20	134 573	136 033	131 952	-2 621	89.04
三亚—浦东	87.20	119 682	144 205	139 879	20 197	73.83
浦东—青岛	80.00	56 581	94 972	92 123	35 542	46.67
青岛—浦东	80.00	56 420	95 008	92 157	35 738	46.51
浦东—西宁	72.60	132 896	151 761	147 208	14 312	65.18
西宁—浦东	72.60	107 256	160 545	155 729	48 473	48.99
浦东—天津	80.40	83 346	77 350	75 030	-8 317	90.24
天津—浦东	80.40	79 419	91 832	89 077	9 658	70.93
浦东—深圳	81.80	100 850	124 637	120 898	20 048	67.34
深圳—浦东	81.80	89 388	125 332	121 572	32 184	58.76
浦东—南宁	77.30	120 195	100 372	97 361	-22 835	96.88
南宁—浦东	77.30	107 264	94 396	91 564	-15 700	91.65
浦东—石家庄	86.90	85 227	114 437	111 004	25 777	65.21
石家庄—浦东	86.90	77 970	117 111	113 597	35 627	57.69
浦东—厦门	78.40	74 688	90 962	88 233	13 546	65.34
厦门—浦东	78.40	69 163	87 270	84 652	15 490	62.80
合计净收入/万元				19 821		

从表5可以看出,8架737-800飞机的年净利润为19 821万元,也同样可以看出在相同客座率情况下,座级越大,年净收入相对也越高。

3.4 财务投资详细评估

投资回报年限越长,成本和收入可能受到宏观政策、市场和经济环境影响越大。为了简化流程且符合实际情况,可以合理假设运营收入和成本都按照一定比例增长,以第一年为基础计算服役期内净现金流。利用该方法可以展示机队在服务期内的净现值现金流量和分析机队投资回报情况。

3.4.1 投资回报分析结果

按照本文所构建的航线网络和机队规模,8架A320税后年总利润如图4所示。

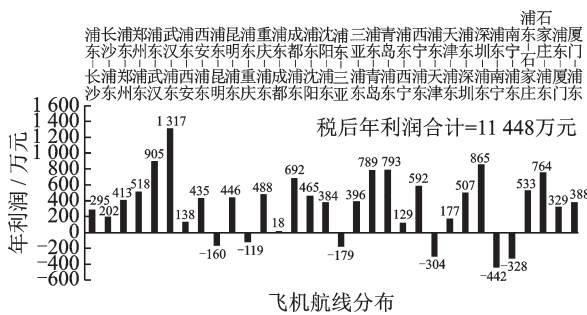


图4 A320机队各条航线税后年运营利润

Fig.4 Profit after tax for A320 fleet's rout

针对机队投资回报分析,可以设定如下的市场环境。

- (1) 所得税:按照年利润总额的25%扣除。
- (2) 折现率:按照8%进行计算。
- (3) 机队年运营成本和收入平均增长率为3%。

按照直线折旧法和等额本息贷款方式,第1年设备折旧额为651万元,产生净现金流为12 099万元。根据机队年运营成本和收入平均3%的增长率,推算出A320服役期内产生的净现金流如图5所示。

项目投资中的飞机和备件、自购件的的残值应该使用第20年的折现系数进行计算,共计收回残

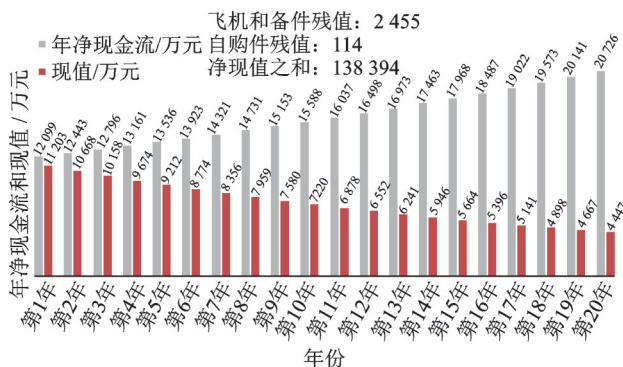


图5 A320机队服役周期内年净现金流

Fig.5 Life cycle net present value for A320 fleet

值2 569万元。从以上16条城市对航线的分析可以看出,8架A320在20年服务期内产生的现金流净现值为138 394万元,说明该方案可行;同样可以计算出737-800现金流净现值为180 498万元。

3.4.2 敏感性分析

投资决策中需要考虑的数据量相当多,如油价,折现率、初期投资额、投资周期、残值、客座率等。越是长期决策,这些数据越难以准确预测,因此数据如果出入较大,很可能导致错误决策。分析这些数据变动对决策的影响称为敏感性分析。决策者应对敏感度大的数据必须特别小心。

经测算以及市场变量的分析,备选机型的投资决策模型对油价、客座率和折现率等比较敏感^[18]。笔者以上述投资决策模型为例,将A320的油价每吨从4 009元/t调整为6 000元/t,并将737-800飞机的客座率和客流量分别设置为与A320一样,模型反馈计算结果如图6所示。

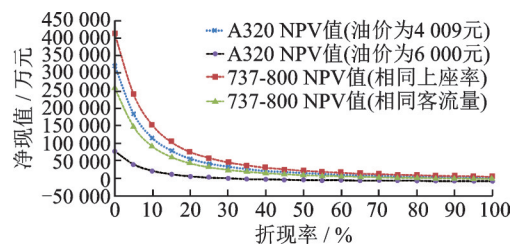


图6 机队投资模型敏感性分析

Fig.6 Sensitivity analysis of investment for fleet

从图6可以看出,高油价将极大影响飞机的净现值,这也就是说在高油价时航空公司极力引进高效率飞机并淘汰高油耗飞机的原因;相同客座率情况下,大座级的737-800净现值更好;而在相同客流量情况下,总运营成本更低的A320也许更值得投资。因此这些敏感度较高的技术和财务指标,航空公司在做投资回报分析和决策时候,一定要非常的谨慎和小心。

4 结 论

本文通过A320和737-800两款机型首次系统地阐述了飞机选型的各个要素、分析流程和投资计算模型,能够规范航空公司选型的业务流程,对航空公司开展精细化的机型投资收益分析具有较强的实践指导作用。

但实际分析的复杂程度和考虑的因素更多,需要航空公司各个部门、不同专业的人员分工协助才能完成,航空公司也可能根据实际情况采用不同的数据源、计算条件和模型对本文所提方法进一步进行完善,以更符合特定航空公司的飞机选型需求。

参考文献:

- [1] 保罗·克拉克. 大飞机选购策略——航空公司机队规划[M]. 邵龙, 译. 北京: 航空工业出版社, 2009: 102-103.
- [2] 丁松滨, 章程, 王华伟, 等. 基于效用理论的飞机客舱布局选型研究[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版), 2015, 39(3): 463-468.
DING Songbin, ZHANG Cheng, WANG Huawei, et al. Research on aircraft cabin layout selection based on utility theory[J]. Journal of Wuhan University of Technology (Transportation Science & Engineering), 2015, 39(3): 463-468.
- [3] 闫克斌, 孙宏, 史虹圣. 飞机选型问题数学模型的建立[J]. 飞行力学, 2005, 23(4): 82-85.
YAN Kebin, SUN Hong, SHI Hongsheng. Mathematical model of civil aviation aircraft type selection[J]. Flight Dynamics, 2005, 23(4): 82-85.
- [4] 冯博, 樊治平. 一种航空客机选型的随机多属性决策方法[J]. 运筹与管理, 2013, 22(1): 201-207.
FENG Bo, FAN Zhiping. Stochastic multiple attribute decision-making method for aircraft selection[J]. Operations Research and Management Science, 2013, 22(1): 201-207.
- [5] 演克武, 朱金福, 刘锋. 基于灰色层次分析法的航空公司机型适应性综合评价研究[J]. 数学的实践与认识, 2009, 39(14): 19-24
YAN Kewu, ZHU Jinfu, LIU Feng. The synthetic evaluation of airline's airplane adaptation based on grey hierarchy process method[J]. Mathematics in Practice and Theory, 2009, 39(14): 19-24.
- [6] BELOBABA P. Airline fleet planning models[J]. Airline Management, 2006, 4(2): 33-36.
- [7] WEI W, HANSEN M. Impact of aircraft size and seat availability on airlines' demand and market share in duopoly markets[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2005, 41(4): 315-327.
- [8] PITFIELD D E, CAVES R E, QUDDUS M A. Airline strategies for aircraft size and airline frequency with changing demand and competition: A simultaneous-equations approach for traffic on the north Atlantic[J]. Journal of Air Transport Management, 2010, 16(3): 151-158.
- [9] 谢春生, 赵煜, 李海斌. 飞机选型应进行的航线分析研究[J]. 空中交通管理, 2009, 20(5): 27-30.
XIE Chunsheng, ZHAO Yu, LI Haibin. Air route analysis and studies on aircraft type selection[J]. Air Traffic Management, 2009, 20(5): 27-30.
- [10] LEE M, LARRY K B, LI Wenbin, et al. Analysis of direct operating cost of wide-body passenger aircraft: A parametric study based on Hong Kong[J]. Chinese Journal of Aeronautics, 2019, 32(5): 1222-1230.
- [11] 孙宏, 李锋, 黎青松. 民用航空航班直接运行成本测算分析[J]. 交通运输工程与信息学报, 2007, 5(1): 1-5.
SUN Hong, LI Feng, LI Qingsong. Research of civil aviation flight direct operating cost[J]. Journal of Transportation Engineering and Information, 2007, 5(1): 1-5.
- [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.
XU Min, DANG Tiehong, YE Yepai, et al. The study and application of direct operating cost method for china civil transport market[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2010, 4: 45-50.
- [13] 王勉, 黄颖. 净现值与内部收益率的比较分析[J]. 化工技术经济, 2004, 22(6): 34-36.
WANG Mian, HUANG Ying. Comparison and analysis of NPV and IRR[J]. Chemical Techno-Economics, 2004, 22(6): 34-36.
- [14] GIBSON G E. Theory and practice in aircraft financial evaluation[J]. Journal of Air Transport Management, 2004, 10(6): 427-433.
- [15] Boeing. 737 airplane characteristics for airport planning: D6-58325-6[R]. Washington: Boeing Commercial Airplanes, 2005.
- [16] Airbus. A320 aircraft characteristics airport and maintenance planning[R]. Blagnac Cedex: AIRBUS S. A. S, 2014.
- [17] 彭语冰, 张永莉, 张晓全. 机队规划模型的建立及其应用[J]. 系统工程理论与实践, 2001, 21(6): 100-102.
PENG Yubing, ZHANG Yongli, ZHANG Xiaoquan. Fleet planning modeling and its applications[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2001, 21(6): 100-102.
- [18] 张俐娜, 刘小川. 基于RA法的直接运营成本全局敏感性分析[J]. 飞机设计, 2018, 38(3): 65-68.
ZHANG Lina, LIU Xiaochuan. Global sensitivity analysis of direct operation cost based on RA method[J]. Aircraft Design, 2018, 38(3): 65-68.

(编辑:张蓓)