

文章编号: 1005-0523(2020)04-0054-08

DOI: 10.16749/j.cnki.jecjtu.2020.04.009

航班计划燃油消耗影响因素分析

许广¹, 李倩茹², 吴薇薇², 张皓瑜²

(1. 中国民航信息网络股份有限公司, 北京 101300; 2. 南京航空航天大学民航学院, 江苏 南京 211100)

摘要: 以燃油消耗为民航航班运营的环境指标分析了航班燃油消耗量与其影响因素间的关系。通过与欧洲环境署(EEA)燃油消耗估算方法进行对比, 发现航空公司计划燃油消耗量普遍高于 EEA 估算结果, 进而研究机型、航线距离以及载重对航空公司计划燃油消耗量的影响, 并对比了全服务与低成本航空公司间的燃油消耗差异。结果表明航线距离越长、飞机尺寸越大, 航班的燃油效率更高, 不同类型公司的燃油效率具有明显差异, 全服务航空公司的燃油效率要低于低成本公司。

关键词: EEA 方法; 计划燃油消耗量; 航线距离; 航班载重; 机型; 燃油效率

中图分类号: F562

文献标志码: A

本文引用格式: 许广, 李倩茹, 吴薇薇, 等. 航班计划燃油消耗影响因素分析[J]. 华东交通大学学报, 2020, 37(4): 54-61.

Citation format: XU G, LI Q R, WU W W, et al. Analysis of factors affecting planned fuel consumption of flights[J]. Journal of East China Jiaotong University, 2020, 37(4): 54-61.

随着民航业发展, 随之带来的环境问题也逐渐受到人们的重视, 气候环保问题抗议活动在全球范围内掀起热潮。据有关报告描述, 在温室气体的排放总量中, 约有 14.3% 的排放量来自于运输业, 而全球航空的二氧化碳排放量约占总量的 2%~3%, 是温室气体的重要来源之一。各国学者开始重视民航业发展的环境影响, 但由于航空公司燃油消耗数据较少公开, 学者往往采用国际民航组织(ICAO)、EEA 提出的通用模型进行估算。例如, 采用 ICAO 的标准起飞着陆循环(LTO)排放模型对机场起降阶段的油耗或气体污染物排放量进行估计^[1-3], 结合 EEA 公布算法得到了整个航班的油耗及气体排放量, 并对其与航线距离等因素间的关系进行分析^[4-5]。但通用模型得到的结果往往存在较大的误差, 为了解决该问题, Fan W 等^[6]结合气象数据对排放指数进行了修正; Baumeister S^[7]则结合了实际的交通数据计算了短中长 3 类航线市场中特定航班的碳排放量。此外, 也有部分学者从宏观角度研究航空运输业的燃油消耗量及污染物排放与经济发展水平、人口规模等影响因素的关系。例如, 实证分析航空单位产出能耗或燃油效率与经济、航线距离、机型、载运率等因素间的关系^[8-9]。石钰婷等^[10]在对我国航空业 2000—2017 年碳排放总量估算的基础上, 实证分析了碳排放的影响因素, 结果发现经济发展规模、产业规模以及人口规模会促进碳排放的增长, 能源强度以及运输强度会抑制碳排放的增长。

综上所述, 尽管燃油消耗以及污染物排放一直是航空公司、民航部门重点关注的问题, 但国内的相关研究依旧较少, 根源在于数据的缺乏, 因此大多数学者采用通用模型或者宏观方法研究燃油消耗, 缺乏对航班或航线等微观层面的燃油消耗及污染物排放研究。本文基于两家航空公司的航班数据库构建了计划燃油消耗量与航程、机型及载重等因素间的回归模型, 分析了各因素对计划燃油消耗量的影响程度, 并对比了全服务与低成本航空公司的燃油效率差异。

1 EEA 方法及计划燃油消耗量

EEA 基于 2015 年欧洲主要机场的实际数据并结合 AEM 模型计算各航班的燃油消耗量, 并编制出 EEA 燃油消耗及污染物排放计算器, 用户可通过输入某航班的航线距离及机型信息, 得到该航班的燃油消

收稿日期: 2020-03-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(U1933118, 71731001); 科技部重点研发项目(2018YFB1601200)

作者简介: 许广(1976—), 男, 工程师, 本科, 研究方向为航空结算及民航大数据。

通信作者: 李倩茹(1996—), 女, 硕士研究生, 研究方向为交通运输规划与管理。

耗及污染物排放量。该程序列出了不同机型在不同“参考航线距离”下的常见飞行高度,燃油消耗量,以及二氧化碳、一氧化碳、PM 等排放物的排放量。对于列表中未列出的航线距离点,程序采用线性插值的方式得到其燃油消耗量及污染物排放量。图 1 列出了 8 种机型燃油消耗量随航线距离变化的情况,我们用 $D=(d_1, \dots, d_n)$ 表示各“参考航线距离点”,某种机型飞机在各点的燃油消耗量分别为 $F=(F_1, \dots, F_n)$ 。假设某架飞机的飞行距离为 d ,有 $d_k < d < d_{k+1}$,采用线性插值方式得到其燃油消耗量为

$$F = F_k + \frac{(F_{k+1} - F_k)(d - d_k)}{d_{k+1} - d_k} \quad (1)$$

污染物排放量的计算过程与燃油消耗相似。

本文采用 2017 年 12 月某两家航空公司(包含一家全服务航空公司及一家低成本航空公司)的航班数据,数据库中包含了航班的起讫机场、机型、座位数、计划起飞时刻、计划降落时刻、实际起飞时刻、实际降落时刻、腾空计划存油、落地计划存油、撤轮挡计划存油、上轮挡计划存油、货邮行李重量等信息,可用于计算每趟航班的计划燃油消耗量,本文将该数据库得到的燃油消耗量与 EEA 方法估算出的结果进行对比分析,结果如表 1 所示。

表 1 描述了 XIY—PEK(932 km)、SYX—PEK(2 514 km)、AKL—CAN(9 294 km)3 条航线的主要执飞机型、座位数、航班频率以及航空公司计划燃油消耗量,并采用 EEA 方法计算了 3 条航线的燃油消耗量,与航空公司的计划燃油消耗量进行对比。结果表明,EEA 方法得到的燃油消耗量普遍低于航空公司的计划燃油消耗量。

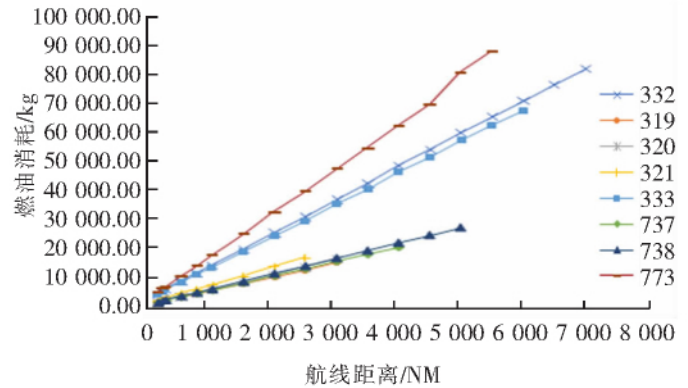


图 1 8 种机型燃油消耗随航线距离的变化情况

Fig.1 Fuel consumption changes with missions of distance of 8 aircraft types

表 1 计划燃油消耗量与 EEA 估算结果对比

Tab.1 Comparison of planned fuel consumption and EEA estimates

航线	机型	座位数	航班频率	EEA 平均每航班燃油消耗量/kg	平均每航班计划燃油消耗量/kg	每吨公里 EEA 燃油消耗量/(kg·t ⁻¹ ·km ⁻¹)	每吨公里计划燃油消耗量/(kg·t ⁻¹ ·km ⁻¹)
XIY—PEK (932 km)	320	156	110	3 776.31	5 041.65	0.39	0.52
	321	174	114	4 694.66	5 648.02	0.43	0.52
	333	291	20	8 701.41	8 479.55	0.40	0.39
	738	165	59	4 026.33	4 396.64	0.37	0.40
	789	288	2	7 572.71	7 883.00	0.34	0.36
SYX—PEK (2 514 km)	320	163	13	7 871.14	10 327.54	0.25	0.33
	321	178	9	9 861.81	11 843.33	0.24	0.29
	332	217	1	18 244.85	22 068.00	0.25	0.30
	333	292	42	17 413.46	20 673.76	0.26	0.31
	738	172	84	8 293.53	10 477.80	0.26	0.33
	773	309	42	23 069.25	28 505.90	0.29	0.36
	77W	390	59	26 002.06	27 936.32	0.37	0.39
AKL—CAN (9 294 km)	332	215	29	60 258.32	67 137.24	0.28	0.31
	77W	305	31	89 766.28	89 915.35	0.26	0.26

EAA 的估算程序是通过欧控噪声和排放模型得到每种飞机/发动机组合在给定航线距离下的“更省油”轨迹,然后使用欧控先进排放模型处理轨迹,得到燃油消耗及各污染物排放量的估算结果,该方法仅考虑了航线距离以及机型对燃油消耗的影响,且是在省油的理想状况下计算燃油消耗量。由于北京、广州机场为繁忙的枢纽机场,运输周转量大,空域拥挤,其起飞延误等状况较为频繁,航空公司在制定计划燃油消耗时会考虑延误因素的影响而适当放宽携带的燃油量,因而 EEA 方法的估算结果总是低于计划的燃油消耗量。此外,EAA 方法是欧洲环境署根据 2015 年欧洲机场的运营信息整理得出,并不能代表中国航班运营的状况。

2 燃油消耗量的影响因素分析

在实际状况下,即使两航班的起讫点相同,由于受飞机载重、气象条件等因素的影响,其消耗的燃油量也会有较大差异。而本文所采用的航空公司计划燃油消耗量虽然与真实情况有一定出入,但也是航空公司在考虑飞机载重、起降机场等因素对燃油消耗影响后得到的结果,与 EEA 方法相比,在一定程度上更能反映燃油量的实际消耗状况。下面本文利用部分数据分别分析计划燃油消耗数据与机型、载重、航线距离等因素之间的关系,并利用多元回归方法拟合出了计划燃油消耗量与三者之间的关系,说明计划燃油消耗量的确定考虑了多种实际因素,在一定程度上能反映航班燃油消耗的变化规律。

由于数据库中未列出起讫机场间的实际航线距离,本文以各机场间的大圆航线距离作为本文的航线距离。图 2 描述了 2017 年 12 月 1 日某全服务航空公司航班的计划燃油消耗量与航线距离、航班载重(包括客货行李重量)之间的关系。从图中可以看出,计划燃油消耗量与航线距离具有明显的线性关系,燃油消耗量随航线距离的增加而增加,载重对燃油消耗量的影响也呈现出明显的规律,载重量偏高的航班计划燃油消耗量也偏高,这说明航空公司的计划燃油消耗量不仅考虑了航线距离的影响,也考虑了航班载重量的影响。

除了航线距离与载重量,机型也是影响燃油消耗的一大重要因素,在实际情况下,航空公司会按照公司的需求安排飞机的舱位布局,同一机型的飞机会对应不同的舱位布局,因此本文采用座位数来表示飞机的尺寸。图 3 为计划燃油消耗量随飞机座位数大小变化图像,从图中可以看出,燃油消耗量与飞机尺寸呈现明显线性关系。

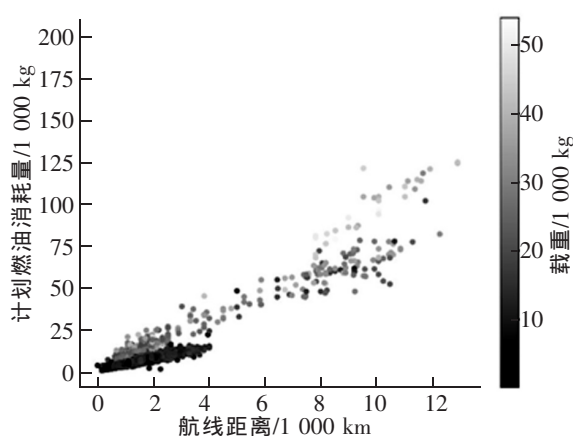


图 2 计划燃油消耗量与航线距离、航班载重的关系
Fig.2 Relationship between planned fuel consumption, distance and payloads

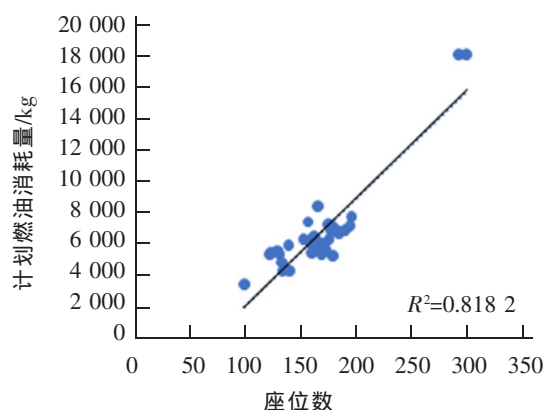


图 3 计划燃油消耗量与机型座位数的关系
Fig.3 Relationship between planned fuel consumption and number of seats

下面以计划燃油消耗量为因变量,选取航线距离、客货重量、飞机座位数为自变量,采用线性回归方法,建立多元线性回归方程,应用 SPSS 软件运行结果如表 2 所示。

表2 多元回归结果
Tab.2 Multiple regression results

自变量	非标准化系数		标准化系数	T	显著性
	B	标准错误	Beta		
常数	-10 598.721	97.591	-	-108.604	0.000
航线距离(<i>Distance</i>)	6.650	0.017	0.804	393.856	0.000
座位数(<i>Seat</i>)	42.595	0.778	0.146	54.723	0.000
客货重量(<i>Payload</i>)	0.178	0.005	0.098	34.698	0.000

根据表2可得到回归模型如下:

$$F=6.650 \times Distance + 42.595 \times Seat + 0.178 \times Payload - 10\ 598.721 \quad (2)$$

根据SPSS运行结果,该模型的复相关系数为 $R=0.946$,样本决定系数为 $R^2=0.894$,模型拟合度较好,且航线距离、座位数、客货重量皆对燃油消耗具有显著影响,其中,航线距离每增加1 km,将会增加6.650 kg的燃油消耗量;客货重量增加1 kg,燃油消耗量增加0.178 kg;座位数增加1个,燃油消耗量增加42.595 kg。

综上所述,本文所采用的计划燃油消耗数据同时考虑了航班的客货重量、执飞机型尺寸以及航线距离的影响,虽然不能完全代表飞机实际的燃油消耗数值,但可在一定程度上反映飞机燃油的实际消耗情况。

3 燃油效率差异

依据Park Y等^[5]对航线市场的划分结果,本文将根据航线距离大小将航线划分为3类:短中程航线市场,其中短程航线为航线距离 $<1\ 000$ km的航线,中程航线的航线距离范围为 $1\ 000\ \text{km} \leq d < 4\ 000\ \text{km}$,长程航线为航线距离 $\geq 4\ 000$ km的航线。

表3描述了3类航线下不同尺寸飞机的航班运营信息以及计划燃油消耗情况。总体来看,航线距离越长,航班载重量也越大,计划燃油消耗量随之增长,但从每吨公里燃油消耗量的角度来看,远程航线整体上比短程航线更低,说明长途航班的燃油效率(即单位能耗产出,可用吨公里油耗的倒数表示)更高。这是因为巡航阶段更为省油,而起降循环阶段的燃油效率更低,在长途航班中,省油的巡航阶段占据更大的比例,因此远程航班的燃油效率更高。其次,在同一类航线市场下,大机型的航班载重量更大,计划燃油消耗量也更高,但大机型的每吨公里计划燃油消耗量更低。一方面,大机型采用的发动机性能可能比一些老型的小飞机更加优越,环保性高;另一方面,大机型执飞的航线一般比小型飞机更远,虽然飞机飞得更远,载重更大,所要带的油量也会增加,但飞机的油量消耗也存在着规模经济性,当规模经济性的影响大于油量增加带来的负面效应时,分摊到每单位吨公里的燃油消耗反而会变小。特别注意的是,表格中也有个别例外并不符合前面总结的总体规律,这可能是由于相应样本的数量不够,或者跟航空公司的实际运营状况有关,例如,航空公司可能会采用一些大机型执飞短程航线,其规模经济性没有得到很好的应用,也会导致其燃油效率不高。

表3 短中长航班的运营状况及计划燃油消耗量
Tab.3 Operations and planned fuel consumption of short, medium and long flights

类型	座位数	航班频率	航班距离 最小值-最大值 (平均值)	航班载重 /kg	计划燃油 消耗总量 /kg	平均每航班 计划燃油 消耗量/kg	每吨公里计划 燃油消耗量 /(kg·t ⁻¹ ·km ⁻¹)
短程航线 (<1 000 km)	97	277	154-996(547)	5 550.86	722 312	2 607.62	0.82
	120	312	143-975(593)	6 382.79	1 253 156	4 016.53	1.05
	127	374	218-995(661)	7 363.86	1 394 908	3 729.70	0.75
	132	636	222-998(443)	7 702.62	2 187 624	3 439.66	1.01
	151	670	192-999(720)	8 262.10	2 888 972	4 311.90	0.71
	156	1 259	203-998(676)	8 869.63	5 623 449	4 466.60	0.74
	163	1 310	164-998(707)	9 795.00	5 065 388	3 866.71	0.56
	169	1 009	183-998(714)	9 967.87	4 332 652	4 294.01	0.60
	174	281	352-998(770)	10 600.62	1 272 004	4 526.70	0.56
183	377	370-997(752)	10 897.27	1 712 730	4 543.05	0.55	
中程航线 (1 000-4 000 km)	97	118	1 032-2 160(1 348)	5 715.14	584 142	4 950.36	0.66
	127	567	1 006-3 647(1 523)	8 668.78	3 777 553	6 662.35	0.50
	131	190	1 027-3 650(1 446)	8 750.03	1 193 545	6 281.82	0.49
	156	1 711	1 006-3 574(1 507)	9 622.20	12 176 974	7 116.88	0.48
	163	2 551	1 006-3 373(1 543)	10 831.45	17 238 655	6 757.61	0.40
	175	603	1 032-3 043(1 611)	12 294.88	4 707 828	7 807.34	0.39
	183	1 016	1 007-3 710(1 462)	11 920.59	7 438 398	7 321.26	0.42
	193	364	1 017-1 989(1 403)	13 683.11	2 595 873	7 131.52	0.37
	298	238	1 075-3 803(1 928)	25 640.43	4 385 838	18 427.89	0.37
远程航线 (1 000 km)	227	56	6 436-9 134(7 969)	25 806.86	3 225 748	57 602.64	0.28
	288	78	4 487-12 214(8 930)	31 765.26	4 805 833	61 613.24	0.22
	308	94	7 786-11 702(9 622)	44 991.99	8 960 748	95 327.11	0.22

图4描述了单位吨公里计划燃油消耗量随航线距离的变化情况,该图以1 000 km为间隔对航线距离进行划分。从图中可以看出,单位吨公里燃油消耗总体上是随着航线距离的增加而降低的,当航线距离时 $\geq 4 000$ km,燃油效率波动较小,基本保持不变。随着航线距离的增加,巡航阶段在整个航程中占据更大的比例,燃油效率较低的起降循环阶段对整个航程的影响就逐渐减小,因此单位吨公里燃油消耗也逐渐减小。但由于执飞远程航线的飞机一般载客载货量更多,再加上飞行距离更远,其所要携带的燃油也更多,飞机会为了携带更多的燃油而消耗一定的燃油,这就会造成飞机运营的燃油效率变低,这与前面提到的巡航阶段占比增大而导致燃油效率变高的现象共同作用于飞机的燃油效率,因此,当航线距离增加到一定程度,燃油效率的降低程度减小,维持在一定水平上下小幅度波动。

4 全服务与低成本航空公司的燃油效率对比

4.1 总体描述

本文所采用的数据库包含了两家航空公司的航班信息及计划燃油消耗情况,一家为全服务型航空公司,另一家为低成本航空公司。表 4 提供了两家航空公司的航班运营信息及计划燃油消耗情况,从表中可以看出,由于低成本航空公司的规模较小,其航班频率、航线种类、机型种类、运输周转量以及计划燃油消耗总量皆低于全服务航空公司。低成本航空公司多采用单一的中小机型飞机,且提供的低票价机票使得其在市场上具有一定的竞争优势,因此低成本航空公司的客座率会稍高于全服务航空公司,但两家航空公司的平均座位数大致相等,全服务航空公司为 168 座,而低成本航空公司为 169 座。全服务航空公司的机型种类更为丰富,其中不乏 A330 和 B77W 大机型,涉及的航线及服务领域也更加广泛,因而其货邮行李重量、航线距离平均值、计划存油及计划油耗等数据也高于低成本航空公司。

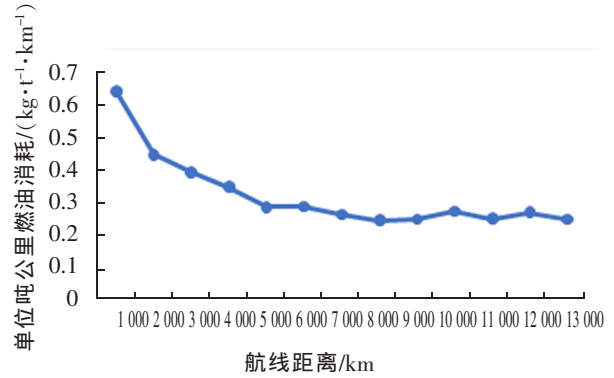


图 4 每吨公里燃油消耗量随航线距离的变化

Fig.4 Planned fuel consumption per ton-km with flight distance changes

表 4 全服务公司与低成本公司航班运营总体情况

Tab.4 Flight operations of full-service airlines and low-cost airlines

运营情况	全服务	低成本
航班频率	36 518	3 337
航线种类	3 577	694
机型种类	65	22
运输总周转量×10 ⁸ /(t·km)	7.10	0.48
计划燃油消耗总量×10 ⁵ /t	2.86	0.21
平均座位数	168.33	169.33
平均客座率	0.70	0.72
平均货邮行李重量/kg	2 212.19	1 273.80
平均航线距离/kg	1 395.46	1 262.68
平均撤轮挡计划存油/kg	12 858.85	11 119.27
平均每航班计划燃油消耗/kg	7 823.58	6 176.61
每吨公里计划燃油消耗/(kg·t ⁻¹ ·km ⁻¹)	0.40	0.43
共有航线每吨公里计划油耗/(kg·t ⁻¹ ·km ⁻¹)	0.45	0.40

将计划燃油消耗分摊到每吨公里上,结果发现两家航空公司的燃油效率具有一定的差距,全服务航空公司的每吨公里计划燃油消耗为 0.40 kg·t⁻¹·km⁻¹,稍低于低成本航空公司的 0.43 kg·t⁻¹·km⁻¹。在计算整个航空公司的燃油效率时,由于全服务公司拥有更多的长航线和大机型,而低成本公司涉及到的长航线较少,多为中短程航班,其涉及的大机型种类和数量也较少,主要为 A330 系列,因此从总体来看,全服务航空公司的燃油效率会稍高于低成本航空公司。

两家航空公司共同运营的航线共有 390 条,全服务航空公司的共有航线单位吨公里计划油耗为 0.45 kg·t⁻¹·km⁻¹,低成本航空公司为 0.40 kg·t⁻¹·km⁻¹,这说明在运营相同的航线时,低成本航空公司的燃油效率总体上是高于全服务航空公司。

4.2 航线对比

为了进一步理解两家公司燃油效率的具体差异,有必要针对特定的航线范围与机型进行对比。表5对比了全服务航空公司与低成本航空公司在共有航线上的运营信息及燃油消耗情况,该表以500 km为间隔,将航线划分为不同的距离带。从表中可以看出,除个别情况例外,在相同航线距离段下,全服务公司执飞机型的平均座位数、客座率以及载重量大多低于低成本航空公司,这是因为低成本航空公司一般提供较低的票价以提高其竞争优势,因此需要充分利用其飞机的可用空间及可用业载,尽可能在有限的空间内安排更多的座位,在一趟航班内安排较多的旅客与货物,以降低其运营成本。但是,由于全服务航空公司的机型更加丰富,航班的客货安排也不如低成本航空公司经济,因而计划燃油消耗普遍高于低成本公司,分摊到每吨公里的燃油消耗量也要高于低成本公司,这说明在运营相同航线时低成本航空公司的运营模式更加具有环保经济性。

表5 全服务与低成本公司在共有航线上的燃油消耗差异

Tab.5 Difference in fuel consumption between full-service airlines and low-cost airlines on the same routes

航空公司	航线/km	平均座位数	客座率	平均航距/kg	平均载重/kg	平均每航班计划燃油消耗量/kg	每吨公里计划燃油消耗量/(kg·t ⁻¹ ·km ⁻¹)
全服务	0~500	142	0.71	388.56	8 687.14	3 179.72	0.92
	500~1 000	160	0.71	759.57	9 978.92	4 385.48	0.58
	1 000~1 500	171	0.76	1 223.30	11 842.18	6 309.98	0.44
	1 500~2 000	169	0.73	1 684.04	11 527.31	7 787.97	0.40
	2 000~2 500	164	0.70	2 137.27	10 448.97	9 482.69	0.43
	2 500~3 000	247	0.78	2 590.64	18 534.64	17 627.33	0.37
	3 000~3 500	165	0.78	3 280.00	12 468.28	11 052.72	0.27
低成本	0~500	145	0.80	382.82	9 459.45	2 461.16	0.68
	500~1 000	171	0.72	757.24	10 209.73	4 240.07	0.55
	1 000~1 500	179	0.81	1 246.32	12 296.23	5 889.10	0.39
	1 500~2 000	174	0.82	1 690.32	12 351.15	7 444.37	0.36
	2 000~2 500	180	0.77	2 151.36	11 984.45	9 184.68	0.35
	2 500~3 000	214	0.87	2 641.00	17 037.27	14 513.87	0.33
	3 000~3 500	169	0.93	3 301.54	14 208.85	12 475.00	0.27

4.3 机型对比

图5对比了低成本公司与全服务公司几种常用机型的吨公里燃油消耗,从图中可以看出,全服务的吨公里燃油消耗明显要高于低成本公司,采用同一机型情况下,低成本公司的载重率更高,而飞机的燃油消耗也具有规模经济性,因此分摊到每吨公里的燃油消耗就更低。

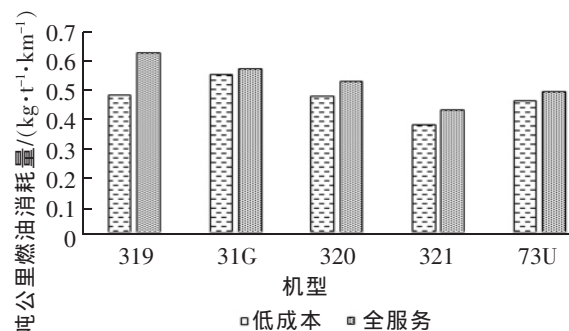


图5 两家公司各机型的吨公里油耗差异
Fig.5 Difference in fuel efficiency between the two types of airlines

5 结论

本文在阐述了 EEA 估算方法的基础上,分析了计划燃油消耗量与机型、航线距离以及航班载重的关系,说明计划燃油消耗量更加贴近航空公司的实际情况。此外,本文将航线市场划分为短中长 3 类,分别分析各类航线的航班运营信息及燃油消耗情况,结果发现,燃油效率随航线距离的增加而增加,同一航线市场下,飞机尺寸越大,燃油效率越高。由于本文所采用的数据库包含了一家全服务航空公司及一家低成本公司,因此对两家公司的运营状况进行了对比分析,结果得到,在运营相同航线时,全服务公司的燃油效率普遍低于低成本公司,采用同一执飞机型时,低成本公司的燃油效率也要高于全服务公司,说明低成本公司的运营模式不仅具有经济效益,也具有环保效益。

参考文献:

- [1] 夏卿,左洪福,杨军利. 中国民航机场飞机起飞着陆(LTO)循环排放量估算[J]. 环境科学学报,2008,28(7):1469-1474.
- [2] 李楠,张红飞. 航空器场面滑行污染物排放计算研究[J]. 环境科学学报,2017,37(5):1872-1876.
- [3] 杨芮. 北京首都国际机场离场地面污染物排放量估算[J]. 科技创新与应用,2018(35):12-14.
- [4] 吴春涛,李熙,彭雷,等. 国内航空产业碳排放计算及趋势分析[J]. 中国民用航空,2016(8):81-83.
- [5] PARK Y,O'KELLY,MORTON E. Fuel burn rates of commercial passenger aircraft: variations by seat configuration and stage distance[J]. Journal of Transport Geography,2014,41:137-147.
- [6] FAN W,SUN Y,ZHU T,et al. Emission of HC, CO, NOx, CO₂, and SO₂ from civil aviation in China in 2010[J]. Atmospheric Environment,2012,56:52-57.
- [7] Baumeister S. 'Each flight is different': Carbon emissions of selected flights in three geographical markets[J]. Transportation Research Part D,2017,57:1-9.
- [8] 郑兴无,姚石兴. 中国民航运输业单位产出能耗影响因素实证分析[J]. 企业经济,2013(10):132-137.
- [9] 黄赶祥,张培文,侯甲凯. 我国航空运输业燃油效率及其影响因素研究[J]. 桂林航天工业学院学报,2019(1):53-61.
- [10] 石钰婷,吴薇薇,李晓霞. 我国航空碳排放发展特征及影响因素研究[J]. 华东交通大学学报,2019,36(6):32-38.

Analysis of Factors Affecting Planned Fuel Consumption of Flights

Xu Guang¹, Li Qianru², Wu Weiwei², Zhang Haoyu²

(1. Travel Sky Technology Limited, Beijing 101300, China; 2. College of Civil Aviation, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 211100, China)

Abstract: The relationship between flight fuel consumption and its influencing factors is analyzed by using fuel consumption as an environmental indicator of civil aviation flight operations. By comparing with the fuel consumption estimation method of the European Environment Agency (EEA), it is found that the planned fuel consumption of airlines is generally higher than that of EEA, and then the impact of aircraft types, route distances and load on the planned fuel consumption of airlines was studied. In addition, the difference in fuel consumption between full-service and low-cost airlines was compared. The results show that the longer the route distance and the larger the size of the aircraft, the higher the fuel efficiency of the flight. The fuel efficiency of different types of airlines is significantly different. The fuel efficiency of full-service airlines is lower than that of low-cost airlines.

Key words: EEA method; planned fuel consumption; distance; flight load; fleet; fuel efficiency