

文章编号: 1005-0523(2019)06-0032-07

我国航空碳排放发展特征及影响因素研究

石钰婷, 吴薇薇, 李晓霞

(南京航空航天大学民航学院, 江苏 南京 211106)

摘要: 航空运输为出行者提供高效、便捷的飞行服务的同时, 运输过程的碳排放对大气造成的污染成为一个世界性的焦点问题, 也给中国的民航运输业带来巨大的减排压力。有效地识别碳排放的驱动因素及分析各因素的影响程度是实现减排的关键。在计算中国航空运输业 2000—2017 年碳排放并分析其演变特征的基础上, 通过对 Kaya 恒等式变形和采用对数平均指数分解法(LMDI)对影响中国航空运输业碳排放的驱动因素进行实证分析。研究表明, 经济发展规模、产业规模、人口规模对碳排放起到正向的驱动作用, 能源强度和运输强度起到反向抑制作用。

关键词: 航空碳排放; Kaya 恒等式; LMDI; 驱动因素

中图分类号: [U8] 文献标志码: A

DOI: 10.16749/j.cnki.jecjtu.2019.06.006

航空飞行产生的碳排放对大气环境的影响一直备受全球瞩目, 随着国际航协的全球航空运输业碳中和方案及减排计划(CORSIA)的进一步推进, 世界范围内的航空运输企业都开始推行相应的节能减排运营策略, 希望通过改进技术和运营计划实现航空运输业的绿色和可持续发展。中国作为航空运输大国, 在民航运输的发展过程中高度重视绿色发展, 十三五规划中提出“到 2020 年, 单位国内生产总值二氧化碳排放比 2015 年下降 18%”的发展目标^[1]。因此, 在全球低碳经济和可持续发展背景下, 找出影响我国航空运输碳排放的关键因素及其影响程度, 是实现节能减排, 优化资源配置以及提高运输效率的关键。

目前, 国内外学者对碳排放的影响因素已有广泛研究, 主要集中于交通运输、建筑业、农业等领域。根据研究方法的不同, 可分为经济计量分析和因素分解分析。经济计量分析主要是通过建立 IPAT 等式或 STIRPAT 模型, 对人口、经济、技术等影响因素进行多元回归分析^[2]。高标等运用 STIRPAT 模型将吉林省 1999—2011 年交通运输业碳排放分解为人口、人均 GDP、单位 GDP 能耗、交通运输投资额等影响因素, 并对这些影响因素进行全面的分析^[3]。在碳排放影响因素的分解分析中, 常用的分解方法有结构分解分析(SDA)与指数分解分析(IDA)两种。Ang B W 等对传统的指数分解算法进行了改进, 提出了 LMDI 法^[4]。与传统的指数分解法相比, LMDI 法可以完全分解残差, 且具有聚集一致性, 已成为目前因素分解应用最为广泛的方法之一。Timilsina G R 等运用 LMDI 法对部分亚洲国家的交通碳排放影响因素进行研究, 表明除了人均 GDP 和人口因素外, 能源结构和排放效率也是主要影响因素^[5]。王海燕等利用 LMDI 模型, 对我国综合交通运输体系碳排放变化影响因素进行分解, 结果表明: 运输强度和运输结构为主要促进因素, 能耗强度为主要抑制因素^[6]。

然而, 针对航空运输行业碳排放影响因素的研究较少。Brueckner J K 将油耗与平均座位数、航程等 7 种变量进行回归分析, 并根据美国 16 家航空公司数据得出相关系数, 从而得到这 7 个影响因素与航空公司碳排放量之间的影响关系^[7], 但其影响因素只考虑到了航空运输业的具体航班特征, 未把人口和经济方面社会

收稿日期: 2019-05-06

作者简介: 石钰婷(1995—), 女, 硕士研究生, 研究方向为交通运输规划与管理。

通讯作者: 吴薇薇(1972—), 女, 副教授, 博士, 研究方向为交通运输规划与管理。

因素考虑进去。因此,首先在对中国航空运输业碳排放进行测算的基础上,运用脱钩理论模型分析碳排放与我国航空业经济增长的关系,明确其 2000—2017 年发展特征;再考虑人口和经济方面社会因素,结合我国航空运输业特征,对 Kaya 等式进行变形,采用 LMDI 法对影响中国航空运输业碳排放的驱动因素进行实证分析。最后,针对我国航空运输业,提出相关节能减排建议。

1 航空碳排放计算分析

1.1 碳排放测算方法

与其他固定的排放源不同,航空运输碳排放属于移动源式的排放。《IPCC 国家温室气体排放指南》指出,对移动源式排放主要有两种核算方式,一种是“自上而下”,一种是“自下而上”。“自上而下”的核算方法是通过总的能源消耗量和能源的排放因子计算得到总的排放量,“自下而上”法则基于具体移动源的能源消耗和能源排放因子并进行累加计算得到碳排放总量^[8]。根据 IPCC 给出的估算移动源中化石能源燃烧排放的“自上而下”方法,基于《从统计看民航》的能耗数据 E 与碳排放因子 I 的乘积,计算得到碳排放总量 C ,碳排放因子取 3.115^[9]。

$$C = E \times I \tag{1}$$

人口、GDP 数据来自 2000—2017 年《国际统计年鉴》,航空运输业周转量、航空运输业增加值数据来自 2000—2017 年《从统计看民航》。

1.2 碳排放与周转量分析

中国航空运输业 2000—2017 年周转量及碳排放总量数据如图 1 所示。

根据图 1,可将我国航空运输业碳排放分为 3 个发展阶段:平缓期:2000—2003 年,与上世纪 90 年代相比,我国进入全新的建设和发展阶段,航空运输业也在稳步缓慢发展中;加速期:2003—2009 年,但在 2008 年由于受美国次贷危机影响,发展减缓;高速期:2009—2017 年,全球经济开始复苏,我国经济社会发展进入了一个新的历史阶段,航空周转量和碳排放量持续高速增长。综上,我国航空运输业碳排放量和周转量相关性强,两者趋势线较一致,随着我国航空运输业周转量的逐年增加,碳排放量呈现逐年增长趋势。



图 1 我国航空运输周转量及碳排放总量时间序列
Fig.1 Air transportation turnover and total carbon emission time series in China

1.3 碳排放与经济的脱钩关系

1.3.1 脱钩弹性指数概念

脱钩概念 (decoupling) 源于对发达国家工业化进程以来经济增长与物质消费之间高度依赖关系的研究^[10]。脱钩模型的建立可以有效测度航空运输业经济发展与环境压力、能源消耗之间的关系。通过总量分析法建立航空业碳排放与增加值相对变动程度的脱钩弹性指数模型,公式如下

$$TEID_t = \frac{\left(\frac{\Delta CC_t}{CC_{t-1}} \right)}{\left(\frac{\Delta S_t}{S_{t-1}} \right)} \tag{2}$$

式中: t 表示年份; $TEID_t$ 表示第 t 年航空运输业碳排放与航空经济增长之间的脱钩弹性指数; CC_t 表示航空碳排放总量,万吨; S_t 表示航空运输

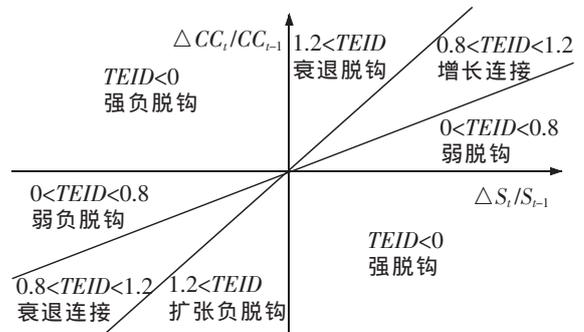


图 2 脱钩状态及脱钩条件
Fig.2 Decoupling condition

业增加值,万元。

脱钩状态的判断不仅与 $TEID$ 脱钩弹性指数取值相关,并且与式等号右边的分子、分母的正负有关,将航空业碳排放与航空经济增加值之间的关系划分为图 2 所示的 8 种情形。在图 2 脱钩状态判断的基础上,表 1 给出了航空业碳排放与经济增长之间的各脱钩状态的特征解释。

表 1 脱钩状态解释
Tab.1 Decoupling interpretation

脱钩状态		特征
连接	增长连接	经济增长,碳排放增加,碳排放增速与经济增速相近
	衰退连接	经济下行,碳排放减少,碳排放减速与经济减速相近
脱钩	强脱钩	经济增长,碳排放减少
	弱脱钩	经济增长,碳排放增加,碳排放增速低于经济增速
	衰退脱钩	经济下行,碳排放减少,碳排放减速大于经济减速
负脱钩	强负脱钩	经济下行,碳排放增加
	弱负脱钩	经济下行,碳排放减少,碳排放减速低于经济减速
	扩张负脱钩	经济增长,碳排放增加,碳排放增速大于经济增速

1.3.2 脱钩指数计算结果

对我国航空运输业 2000—2017 年碳排放量与周转量的脱钩指数计算结果如表 2 所示。

表 2 计算结果及状态判断表
Tab.2 Calculation results and status judgment

年份	$\Delta CC_t/CC_{t-1}$	$\Delta S_t/S_{t-1}$	$TEID$	状态判断
2001	0.083 9	0.235 6	0.355 9	弱脱钩
2002	0.120 4	0.309 2	0.389 5	弱脱钩
2003	0.008 0	0.103 5	0.077 3	弱脱钩
2004	0.304 0	0.332 4	0.914 6	弱复钩
2005	0.113 2	0.233 2	0.485 5	弱脱钩
2006	0.139 5	0.275 4	0.506 4	弱脱钩
2007	0.129 3	0.146 5	0.882 5	弱复钩
2008	0.039 5	0.191 6	0.206 3	弱脱钩
2009	0.118 9	-0.021 5	-5.520 6	强负脱钩
2010	0.165 3	0.430 1	0.384 3	弱脱钩
2011	0.075 0	0.265 7	0.282 4	弱脱钩
2012	0.085 5	0.069 9	1.222 2	强复钩
2013	0.118 1	-0.010 6	-11.120 9	强负脱钩
2014	0.109 0	0.082 3	1.324 4	强复钩
2015	0.130 4	0.085 8	1.519 7	强复钩
2016	0.123 8	0.098 6	1.255 9	强复钩
2017	0.127 3	0.162 9	0.781 8	弱脱钩

根据表 2 可知,2001—2017 年我国航空运输业碳排放量与经济增长之间呈现 4 种状态:弱脱钩、强复钩、强负脱钩、弱复钩,可将其分为两个阶段:2001—2008 年,与上世纪 90 年代相比,我国进入全新的建设和

发展阶段,2001年我国加入了WTO,航空运输业伴随着这股势头也在快速发展,该阶段两者之间主要关系为弱脱钩与弱复钩,航空运输业环境依赖性较弱;2009—2017年,受2008年美国次贷危机影响,我国经济受到很大程度的冲击,航空运输业也受此影响,一些年份甚至出现航空业增加值减小的现象,但碳排放量却在持续上升,该阶段两者之间关系波动较大,强复钩状态出现期数增多,此状态下碳排放增长速率高于航空业增加值增长速率,说明航空运输业发展的同时,环境压力在以更快的速率增长,航空运输业发展对碳排放依赖性很强。

2 航空运输碳排放影响因素研究

2.1 我国航空业碳排放影响因素分析

航空运输碳排放影响因素是指直接或间接影响航空碳排放的人类活动,其涉及到人类社会活动的各个领域。

从航空运输系统内外部因素两个角度来分析其影响因素。内部因素方面,根据航空运输业“自上而下”的碳排放核算方法,碳排放受油耗影响;依据碳排放与航空运输发展的脱钩关系,碳排放量和周转量相关性很强,碳排放量伴随周转量的逐年增加呈现逐年增长趋势。根据上一小节航空碳排放与经济脱钩关系,航空运输业发展对碳排放依赖性很强,航空增加值在一定程度上影响着航空业碳排放。外部因素对航空运输业碳排放的影响主要体现在以下两个方面:①人口规模:中国是世界上人口数量最多的国家,到2017年末,人口总数已达到13.9亿,且人口总数呈逐年增长趋势,人口数量的增大必然会导致对航空运输的需求增长,从而使得航空业碳排放量增加;②经济发展:自改革开放以来,我国经济发展势头迅猛,人均GDP显著增加,人民生活水平日益提升,导致国人对航空飞行的需求不断增强,与此同时,航空运输业规模不断发展壮大,使得航空运输业周转量和碳排放的显著增长。

因此,结合我国航空运输业基本发展特征,综合考虑航空运输系统内外部影响因素,将我国航空业碳排放影响因素分为以下几种:人口规模、经济发展、航空运输业增加值、周转量、油耗。

2.2 碳排放影响因素分解模型

关于碳排放影响因素研究领域常用的因素分解模型为Kaya恒等式。Kaya恒等式是由日本Yoichi Kaya教授于IPCC的一次研讨会报告中提出的^[11],将一次能源消费的碳排放量表示为人口、经济和能源等几个因素指标相乘的形式

$$C=P \times \frac{GDP}{P} \times \frac{E}{GDP} \times \frac{C}{E} \quad (3)$$

式中: P 为人口数量; GDP 为国民生产总值; E 为能源消耗量,万吨; C 为碳排放量,万吨。

基于航空运输业各影响因素,以及我国航空运输业的基本发展特征,在人口规模 P 、经济发展 GDP 、能源强度 E 等影响因素的基础上,加入航空运输业增加值 S 和周转量 TV ,综合考虑航空运输系统内外部影响因素,对Kaya恒等式进行变形

$$C=P \times \frac{GDP}{P} \times \frac{S}{GDP} \times \frac{TV}{S} \times \frac{E}{TV} \times \frac{C}{E} \quad (4)$$

式中: P 表示人口数量; $\frac{GDP}{P}$ 表示人均GDP,反映经济规模; $\frac{S}{GDP}$ 表示航空运输业增加值与国内生产总值的占比,反映产业规模; $\frac{TV}{S}$ 表示单位收入产生的吨公里周转量,反映运输强度; $\frac{E}{TV}$ 表示单位周转量产生的油耗,反映技术水平; $\frac{C}{E}$ 表示航空燃油的碳排放系数。

2.3 碳排放影响因素分解算法

Kaya恒等式只是将碳排放与人口、经济和能源等驱动因素与碳排放量建立联系,不能表示出各驱动因素对碳排放的影响程度。需要通过因素分解算法,将经济发展、人口和能源等因素,与产生的碳排放之间产生关联,从而使各驱动因素和碳排放的影响关系变得量化可考。对于公式(4)所示模型,采用LMDI加和分解法表示 t 期相对于基期碳排放量的变化^[12]

$$\Delta C_T = \Delta C_T^t - \Delta C_T^0 = \Delta C_P + \Delta C_{\frac{GDP}{P}} + \Delta C_{\frac{S}{GDP}} + \Delta C_{\frac{TV}{S}} + \Delta C_{\frac{E}{TV}} + \Delta C_{\frac{C}{E}} + \Delta C_{Tsd} \quad (5)$$

定义 C_P 表示从基期到 t 期其他驱动因素未发生变化仅有人口规模变化导致航空业碳排放的变化, 则 $\Delta C_{\frac{GDP}{P}}$ 、 $\Delta C_{\frac{S}{GDP}}$ 、 $\Delta C_{\frac{TV}{S}}$ 、 $\Delta C_{\frac{E}{TV}}$ 、 $\Delta C_{\frac{C}{E}}$ 分别表示各驱动因素变化对航空运输碳排放量变化的贡献值, ΔC_{Tsd} 为分解余量。由于碳排放系数是常数, 因此不考虑 $\Delta C_{\frac{C}{E}}$ 对碳排放的影响。将 5 种因素对碳排放量的作用分为 4 大类: 人口效应、规模效应、强度效应和技术效应^[13]。其中, 规模效应分为经济发展规模效应和产业规模效应, 强度效应指运输强度对碳排放的影响, 技术效应为能源强度的影响。

采用 LMDI 加和分解法, 对式中所有因素进行无残差分解, 贡献值求解如下

$$\Delta C_P = L(C_T^t - C_T^0) (\ln P^t - \ln P^0) \quad (6)$$

$$\Delta C_{\frac{GDP}{P}} = L(C_T^t - C_T^0) \left[\ln \left(\frac{GDP}{P} \right)^t - \ln \left(\frac{GDP}{P} \right)^0 \right] \quad (7)$$

$$\Delta C_{\frac{S}{GDP}} = L(C_T^t - C_T^0) \left[\ln \left(\frac{S}{GDP} \right)^t - \ln \left(\frac{S}{GDP} \right)^0 \right] \quad (8)$$

$$\Delta C_{\frac{TV}{S}} = L(C_T^t - C_T^0) \left[\ln \left(\frac{TV}{S} \right)^t - \ln \left(\frac{TV}{S} \right)^0 \right] \quad (9)$$

$$\Delta C_{\frac{E}{TV}} = L(C_T^t - C_T^0) \left[\ln \left(\frac{E}{TV} \right)^t - \ln \left(\frac{E}{TV} \right)^0 \right] \quad (10)$$

$$\Delta C_{Tsd} = 0 \quad (11)$$

对数平均函数 $L(C_T^t - C_T^0)$ 定义如下

$$L(C_T^t - C_T^0) = \frac{C_T^t - C_T^0}{\ln C_T^t - \ln C_T^0} \quad (12)$$

若所求得的贡献值大于 0, 则表明该驱动因素对航空运输碳排放具有拉动作用, 会引起碳排放量的增长; 若所求得的贡献值小于 0, 则表明其对航空运输碳排放具有抑制作用, 引起碳排放量的减少。

3 碳排放影响因素结果分析

3.1 计算结果

根据 LMDI 分解法, 对我国 2000—2017 年航空运输碳排放影响因素分解结果如表 3 所示。

3.2 效应分析

根据表 3 对航空运输碳排放驱动因素分解贡献值, 以 2000 年为基期, 至 2017 年, 我国航空运输业碳排放量累计增加 8 345.79 万吨。根据各影响因素对航空业碳排放的驱动方向, 分为正向拉动和反向抑制两类。

1) 正向拉动。人口总数、经济发展、产业规模对碳排放的累计贡献值为正值, 起到正向拉动作用。其中, 经济发展效应对碳排放量的驱动最为显著, 累计贡献值达 9 019.59 万吨; 产业规模的总贡献值为 1 758.88 万吨, 但由于航空运输附加值的不稳定, 个别年份甚至出现减少现象, 使得产业规模的贡献值时正时负, 波动幅度较大, 需要各民航企业进一步优化产业结构、产业规模, 加大我国航空运输业节能减排的力度; 人口效应贡献值最小, 基本维持在 10 到 50 之间, 由于计划生育政策以及观念转变等原因, 人口年增长率逐年递减, 使得人口效应的贡献值要远低于其他影响因素。

按照正向拉动因素对碳排放贡献值的大小排序, 依次为经济发展、产业规模和人口总数。

2) 反向抑制。强度效应和技术效应对碳排放增长总体上起到抑制作用。根据表 3, 技术效应累计减少碳排放 1 434.7 万吨。我国航空业每万吨公里油耗从 2000 年的 4.03 吨降到 2017 年的 2.93 吨, 说明目前航空业一些技术措施已取得一定成效, 技术进步可以在一定程度上减缓航空碳排放的快速增长。运输强度累计减少碳排放 1 412.5 万吨, 但一些年份其贡献值为正值, 这是由于航空运输附加值波动较大, 一些年份较前一年呈下降趋势, 进一步说明航空运输相关企业应致力于优化资源配置, 提高航空运输效率, 使航空运输附加值得以增长, 从而对碳排放的增长可以起到抑制作用。

因此, 强度效应和技术效应对航空碳排放的增长可以起到反向抑制作用。

3.3 节能减排策略

在全球低碳经济和可持续发展背景下,根据上述对我国航空业发展特征及影响因素的研究,提出以下节能减排建议。

1) 加快经济发展。根据上一节的研究,经济发展对我国航空业碳排放起正向拉动作用,但这并不意味着航空业节能减排要以牺牲经济发展为代价。实际上,只有依靠社会经济快速发展带动中国航空客运和货运业务发展,航空运输企业才能持续创造营业收入^[14]。加快经济发展可以为我国航空运输业节能减排提供源源不断的动力。

2) 加大生物替代燃油的开发利用。使用生物燃油代替化石燃料,可以有效降低能源强度,使飞行过程中的碳排放量大大降低。中国航空企业应积极参与生物替代燃油的开发利用,与欧美等拥有先进技术的国家合作学习,共同实现全球绿色低碳飞行目标。

3) 合理优化航线结构。航空公司应综合考虑经济性和环保性,进行航线网络结构优化调整,多开辟有利于单位排放较少的较远距离航线,并积极与空管部门展开沟通,尽量减少空中飞机曲线飞行^[15],缩短飞行距离,从而减少碳排放。

表3 2000—2017年我国航空运输碳排放影响因素贡献值

Tab.3 Decomposition contribution of factors affecting carbon emissions from air transport in China from 2000 to 2017

时间	ΔC_p	ΔC_p	$\Delta C_{\frac{GDP}{P}}$	$\Delta C_{\frac{S}{GDP}}$	$\Delta C_{\frac{TV}{S}}$	$\Delta C_{\frac{E}{TV}}$
		因素 1	因素 2	因素 3	因素 4	因素 5
2000—2001	129.07	11.14	149.68	178.28	-111.49	-98.55
2001—2002	200.94	11.40	153.64	310.99	-201.49	-73.60
2002—2003	14.96	11.27	216.47	-42.90	-119.23	-50.65
2003—2004	572.83	12.67	340.27	266.34	32.31	-78.76
2004—2005	278.18	15.28	363.92	164.49	-224.27	-41.23
2005—2006	381.47	15.42	446.98	248.35	-250.97	-78.31
2006—2007	402.94	17.13	671.18	-235.23	136.14	-186.28
2007—2008	139.10	18.23	581.78	29.13	-518.23	28.19
2008—2009	434.93	18.85	320.86	-424.00	569.59	-50.37
2009—2010	676.66	21.20	720.26	840.95	-557.35	-348.40
2010—2011	357.87	23.70	811.76	330.07	-819.65	11.99
2011—2012	438.41	26.47	501.25	-166.39	-65.37	142.46
2012—2013	657.56	28.98	537.54	-629.41	627.43	93.01
2013—2014	678.63	34.13	479.56	5.08	187.56	-27.70
2014—2015	899.79	36.42	458.54	-1 153.50	1 610.41	-52.08
2015—2016	965.85	48.56	579.30	150.13	234.73	-46.88
2016—2017	1 116.60	49.52	914.56	441.75	-306.46	17.23
累计贡献值	8 345.79	414.52	9 019.59	1 758.88	-1 412.50	-1 434.70
贡献值占比	100%	5%	108%	21%	-17%	-17%

4 总结

在计算中国航空运输业 2000—2017 年碳排放并分析其发展特征的基础上,综合考虑航空运输业内外部各影响因素,通过对 Kaya 恒等式变形,采用 LMDI 法对影响中国航空运输业碳排放的驱动因素进行实证

分析。研究表明,以2000年为基期,至2017年,我国航空运输业碳排放量累计增加8 345.79万吨。根据各影响因素对航空业碳排放的驱动方向,分为正向拉动和反向抑制两类。经济发展、产业规模、人口总数对碳排放起到正向的驱动作用,能源强度和运输强度起反向抑制作用。最后,根据研究结果,针对我国航空运输业提出了节能减排措施建议:加快经济发展,加大生物替代燃油的开发利用,合理优化航线结构。

参考文献:

- [1] 韩中合,祁超,刘明浩. 十三五规划“节能减排”目标实现路径研究[J]. 干旱区资源与环境,2018,32(3):23-27.
- [2] 陆菊春,钟珍,黄晓晓. 我国建筑业碳排放演变特征及LMDI影响因素分解[J]. 建筑经济,2017,38(3):81-88.
- [3] 高标,许清涛,李玉波,等. 吉林省交通运输能源消费碳排放测算与驱动因子分析[J]. 经济地理,2013,33(9):25-30.
- [4] ANG B W,ZHANG F Q,CHOI K H. Facforizing changes in energy and environmental indicators through decomposition[J]. Energy,1998,23(6):489-495.
- [5] TIMILSINA G R,SHRESTHA A. Transport sector CO₂, emissions growth in Asia:Underlying factors and policy options[J]. Energy Policy,2009,37(11):4523-4539.
- [6] 王海燕,王楠. 中国综合交通运输体系碳排放影响因素研究[J]. 物流技术,2019,38(2):78-83.
- [7] BRUECKNER J K,ABREU C. Airline fuel usage and carbon emissions: Determining factors[J]. Journal of Air Transport Management, 2017,62:10-17.
- [8] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories[EB/OL]. (2010-12-17). <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.
- [9] ROMANO D,GAUDIOSO D,LAURETIS R D. Aircraft Emissions:A comparison of methodologies based on different data availability[J]. Environmental Monitoring & Assessment,1999,56(1):51-74.
- [10] TAPIO P. Towards a theory of decoupling:Degrees of decoupling in the EU and the case of road trafficin Finland between 1970 and 2001[J]. Transport Policy,2005(12):137-151.
- [11] KAYA Y. Impact of carbon dioxide emission control on GNP growth:Interpretation of proposed scenarios[R]. Paris:IPCC Energy and Industry Subgroup,Response Strategies Working Group,1990.
- [12] ANG B W. The LMDI approach to decomposition analysis:A practical guide[J]. Energy policy,2005,33(7):867-881.
- [13] 高洁. 交通运输碳排放时空特征及演变机理研究[D]. 西安:长安大学,2013.
- [14] 姚石兴. 我国航空公司碳排放影响因素的实证分析[D]. 天津:中国民航大学,2014.
- [15] 李栋梁. 中国民航运输业国际竞争力研究[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2010.

Study on Development and Influencing Factors of China's Aviation Carbon Emission

Shi Yuting, Wu Weiwei, Li Xiaoxia

(College of Civil Aviation, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 211106, China)

Abstract: While air transport provides travelers with efficient and convenient flight services, the air pollution caused by carbon emissions from air transport has become a problem for worldwide attention, which also brings great pressure on China's civil aviation transport industry to reduce emissions. Effectively identifying the driving factors of carbon emission and analyzing the influence degree of each factor are the key to realizing emission reduction. Based on the calculation of the carbon emissions of China's air transport from 2000 to 2017 and the analysis of its evolution characteristics, the paper conducts an empirical analysis of the driving factors affecting the carbon emission of China's air transport through the deformation of Kaya identity and the use of logarithmic average index decomposition (LMDI). The result shows that the scale of economic development, industrial scale and population play a positive role in driving carbon emissions, while energy intensity and transport intensity play a negative role in restraining carbon emissions.

Key words: aviation carbon emission; Kaya identity; LMDI; the driving factor