

The Research on Contribution Rate and Its Evolution of Production Factors of China's Civil Aviation

Yanhua Li, Xinghua Zhou

School of Economics and Management, Civil Aviation University of China, Tianjin
Email: yhlicauc@126.com

Received: May 21st, 2018; accepted: Jun. 8th, 2018; published: Jun. 15th, 2018

Abstract

As a country's strategic and basic industry, the civil aviation industry provides the basic guarantee for the rapid development of the national economy and the flow of people and logistics in the international trade. Based on the CD production function, this paper uses the data of the main input factors and aviation transport output in China's civil aviation development process from 1995 to 2015 to determine the civil aviation production function model during this period. We use the Solow residual method to measure the contribution rate of the factors of production and the change of the factors during the development of civil aviation industry for 20 years, comparative analysis to find out the evolution of the contribution rate of factors, so as to give a reasonable and effective supply structure for how the civil aviation industry should adjust the structure of production factors in the future supply-side reform situation to promote civil aviation industry quality and efficiency, sustainable development.

Keywords

Civil Aviation, Contribution Rate, Factors of Production, Evolution

中国民航生产要素贡献率及其演化研究

李艳华, 周兴华

中国民航大学, 经济与管理学院, 天津
Email: yhlicauc@126.com

收稿日期: 2018年5月21日; 录用日期: 2018年6月8日; 发布日期: 2018年6月15日

摘要

民航业为国民经济快速发展和国际商贸往来中的人流、物流提供了基础保障, 是一国战略性、基础性行

业。本文基于C-D生产函数, 使用中国民航发展过程中1995年~2015年间主要投入要素及航空运输产出的数据, 分析确定这期间的民航生产函数模型, 利用索洛余值法测算分析民航业发展二十年来的生产要素贡献率及变化情况, 对比找出要素贡献率演化规律, 从而为民航业在供给侧改革方面找准着力点, 进行系统优化, 使民航更好地服务于国民经济发展和人流、物流需求。

关键词

民航业, 生产要素, 贡献率, 演化

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来, 国家大力推行供给侧改革, 改革的思路倾向于以提高生产能力的方式来促进经济增长, 其核心方法是促进劳动力、资本、技术等要素合理配置、结构优化, 提高要素生产率[1]。民航作为国家的战略性产业, 在供给侧改革的大背景下同样需要思考生产要素的结构优化问题。对航空运输产出的研究不再是简单地研究民航运输需求的趋势以及运输周转量(吨公里或者客公里)增长空间等, 而是要研究生产要素供给需要有哪些优化才可以使得航空运输供给的质量和效率提高。

生产要素的结构优化可以通过对生产函数和要素贡献的研究得到。目前针对民航业生产函数及要素贡献率的研究已经取得一些成果。张永莉, 程志超(2002)使用生产函数法和索罗余值法, 建立了中国民航的生产函数[2]; 陈林(2008)对中国航空运输的生产函数和成本函数进行了实证研究[3] [4]; 杨蓓, 史占中(2012)对比了中美两国航空工业的生产函数特点[5]; 刘光才, 赖汪湾(2016)划分了“九五”~“十二五”的时间周期, 对中国民航运输生产要素贡献率进行了实证研究[6]。已有研究对生产要素的贡献度有了较好的定量分析, 但是对于民航业生产要素的贡献率演化还没有系统的研究, 供给侧改革的新形势下如何进行民航运输生产要素的结构优化也没有相关成果。本文揭示民航生产要素贡献率变化的过程, 尤其结合2002~2004年中国民航实现重大改革, 机场属地化改革、航空公司重组成三大集团的发展历史等生产关系的系列改革进行生产要素贡献率的纵向对比分析。鉴于生产关系决定生产力的一般规律, 可推知对民航运输要素贡献率进行纵向对比, 揭示民航运输生产要素贡献率的变化过程非常必要。同时, 基于供给侧改革的新理念, 调节投入要素、优化民航供给, 努力建设人民满意的民航。

本文研究的目的是通过民航近20年来行业投入要素及吨公里产出的具体数据分析, 寻找民航发展中各主要投入要素对民航产出贡献率的演化规律, 分析演化数据背后的民航要素配置优势和存在的问题, 从供给侧改革优化的角度, 提出要素配置优化建议及民航供给侧改革建议, 从而改进顾客体验, 减少航班延误, 改进航空运输的供给数量和质量。

2. 研究理论与指标选取

2.1. 理论基础

本研究拟采用柯布-道格拉斯生产函数(也即C-D生产函数), 其一般表达式为:

$$Y = AL^{\alpha}K^{\beta}$$

其中, α 、 β 为参数, 并且满足 $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$;

Y 是产量, L 为劳动投入要素, K 为资本投入要素;

A 为效率系数;

α 是劳动力产出的弹性系数;

β 是资本产出的弹性系数。

之所以考虑用 C-D 生产函数而不是 CES 生产函数, 一方面从生产要素的替代程度来看, CES 的生产要素的弹性系数固定, 要素的替代关系业相对固定。而航空运输中设备和人员的替代性从机场的自助值机替代值机员工就可以看出 K 和 L 是具有良好的替代关系的, C-D 生产函数更好地表达了这一特点。另一方面可以较充分地考虑到技术因素, 航空业是资本密集、技术密集的行业, 民航运输主要是航行器的使用、运营和管理, 通常所指的工程技术比较少, 但是管理中的技术占很大比重, 包括空域的流程管理技术、航空公司的收益管理技术、航空公司的常旅客计划技术等, 因而航空运输业的要素投入中还是要充分考虑到技术因素, 只不过这里的技术主要是管理技术。而 C-D 生产函数将技术作为一个重要因素予以考虑也是生产函数选择时候的另一个原因。

如果作为产出量 Y 的解释变量的投入要素多于两个, 可以对现有模型进行改进。可将 C-D 生产函数添加材料要素的生产函数扩展为:

$$Y = AL^{\alpha} K^{\beta} M^{\gamma}$$

M 代表生产过程中的材料的投入; γ 代表材料投入要素的产出弹性。

2.2. 指标的选取

民航运输的产出即是民航运输的客货量和民航运输距离的乘积, 用运输量和运输距离来衡量, 其统计指标即“吨公里”或者“客公里”, 反映了民航运输的周转量。因此, 民航的产出可以用中国民航运输总周转量来代表。

就航空运输业而言, 投入要素主要包括飞机投入量、劳动人员数量、航油投入量以及管理和工艺的技术进步。

1) 对于航空运输企业来讲, 资本的投入首先表现为航空器的投入。航空公司想要开展常规运营, 必须拥有相当数量的飞机。其它资本的投入包括航空器材的投入、空管装备的投入、机场装备的投入以及航空运输大量的资金投入等。鉴于航空器对航空运营的直接决定作用以及数据的可得性, 本研究的 K 要素就用航空器也即飞机的数量来表示。

2) 劳动投入。航空运输的劳动投入包括专业技术人员的劳动投入, 比如飞行人员、空管签派人员、航空管制人员、航空维修人员、空中乘务人员等。非专业技术人员包括职能部门管理人员以及其它非专业技术人员。由于飞行技术的独特性以及在我国飞行员数量较长一段时间都处在短缺状态, 使得飞行驾驶员的投入在航空运输产出中发挥着重要的作用, 在人员成本构成上也占据重要比例。因此本研究在生产函数的劳动投入中, 以飞行员的投入来代表。

3) 生产过程中的材料投入。这里的材料投入一般是指易耗品, 不像资本品 K 那样有一个较长周期的折旧。也正是由于这样的特点, 加之航空运输过程中航油是十分重要的, 在全球油价最高点曾经达到每桶燃油 140 美金时候, 燃油成本业创记录地达到航空公司成本总量的 40%。因此, 在航空运输生产函数中, 航油消耗要单独拿出研究其投入以及产出弹性。

4) 技术投入。正如前述所说, 航空运输生产运营过程中技术的作用非常重要。技术的投入不仅包括航空飞行器的研发设计技术, 还包括生产组织过程中的管理技术、协调进步等。由于本研究主要是民航运输, 不包括全部的航空产业链, 所以技术主要指管理协调技术。本研究将用索洛余值法计算技术的贡献率。

因此, 航空运输的 C-D 生产函数即为:

$$Y = A_0 L^\alpha K^\beta M^\gamma$$

其中, Y 代表运输周转量; L 代表正驾驶飞行员投入量; K 代表飞机投入量; M 代表航油投入量; A_0 代表技术进步水平; α 、 β 、 γ 分别代表劳动、飞机、航油三个投入要素的产出弹性。

选取中国民航业自 1995 年至 2015 年的投入产出量作为研究基础数据, 具体数据如下表 1。

3. 实验研究结果

3.1. 生产函数的实验研究结果

为了方便得出生产函数, 我们可以对上式中等号两边同时取对数, 从而得到如下等式:

$$\ln Y = \ln A_0 + \alpha \ln L + \beta \ln K + \gamma \ln M$$

在 Eviews 软件中输入 1995 年至 2015 年间的民航投入产出数据, 使用 OLS 方法对模型进行参数估计得出:

Table 1. Inputs and outputs of Chinese civil aviation transport industry

表 1. 中国民航运输业的投入产出情况

	运输周转量(万吨公里)	飞机投入量(架)	正驾驶飞行员人数(人)	航油投入量(万吨)
1995	714,385.00	416.00	2327.00	271.43
1996	806,078.00	443.00	2581.00	301.35
1997	866,771.00	485.00	2263.00	327.52
1998	929,736.00	523.00	2089.00	377.58
1999	1,061,127.00	510.00	2163.00	387.37
2000	1,225,007.00	527.00	2178.00	494.13
2001	1,411,918.00	566.00	2352.00	535.57
2002	1,649,266.00	602.00	2483.00	600.07
2003	1,707,946.00	664.00	4052.00	604.88
2004	2,309,985.00	754.00	4439.00	788.77
2005	2,612,724.00	863.00	4553.00	878.07
2006	3,057,979.00	998.00	4782.00	1000.53
2007	3,652,993.00	1134.00	5176.00	1129.89
2008	3,767,652.00	1259.00	5733.00	1174.54
2009	4,270,726.00	1422.00	6597.00	1314.17
2010	5,384,490.00	1597.00	7645.00	1531.39
2011	5,774,427.00	1764.00	8521.00	1646.28
2012	6,103,217.00	1941.00	9172.00	1787.02
2013	6,717,200.00	2179.00	10,106.00	1823.45
2014	7,481,200.00	2370.00	11,055.00	1889.02
2015	8,516,516.00	2696.00	12,602.00	1934.84

数据来源: 《中国民航统计年鉴》1995 年~2015 年。

$$Y = 411.94L^{0.137}K^{0.259}M^{0.862}$$

$$(t) (40.16)(2.79)(1.99)(15.29)$$

参数估计结果为 0.137, 0.259, 0.862 均在(0,1)间, 符合经济意义。Adjusted R-squared 为 0.99823 可知, 本多元回归模型对样本观测值具有很好的拟合度。另外, 由于 F-statistic 为 $3195.150 > F_{0.05}(3,16) = 3.239$, 因此, 回归模型在显著性水平 0.05 上能通过检验。

3.2. 生产要素贡献率计算

本文利用扩展的索洛余值法来计算各要素贡献率[7] [8]。

$$GY = GA + \alpha GL + \beta GK + \gamma GM$$

其中 GY、GL、GK、GM 分别代表总产出增长率以及资本、劳动和材料要素投入的增长率, GA 代表技术进步率。由总产出增长率减去劳动、资本和材料要素对总产出增长率贡献的余额, 是被称为索洛余量的全要素生产率[9] [10], 是技术进步对经济增长率。索洛余值增长速度方程可以具体表现为上述对数方程求导, 得:

$$\frac{dY}{Y} = \frac{dA}{A} + \alpha \frac{dL}{L} + \beta \frac{dK}{K} + \gamma \frac{dM}{M}$$

于是有 $E_A = 1 - E_K - E_L - E_M$ 。

由于在索洛余值计算中需要利用每年的增长率, 因此测算结果从 1996 年开始, 如表 2 所示。

4. 生产要素贡献率演化分析及建议

从实验的结果可知, 民航运输业的飞机投入量、劳动投入、航油投入等要素都对航空运输产出的增长发挥着积极的作用。如图 1, 在民航运输业发展的 20 年间 $\alpha + \beta + \gamma$ 均大于 1, 说明民航业还有非常大的发展空间, 也即通常所说的在中国民航运输还是朝阳行业, 在现有技术条件下, 依靠资本和劳动力的投入可以取得规模报酬递增。

4.1. 飞机投入

首先, 通过分析飞机投入贡献率可以看出, 民航发展的 20 年间其贡献率比较稳定, 各航空公司不断扩大机队规模, 提高了运力能力, 满足了日益增长的旅客需求量。面向“十三五”, 要保持和提高飞机的贡献率, 在飞机的供给方面还需要以下优化: 1) 优化机队结构: 为使现有有机队规模实现更大效率与效益, 应优化机队结构, 简化机型结构, 降低人员成本, 淘汰不适应市场需要的陈旧机型。2) 充分利用国内飞机资源: 随着我国 C919 大型客机首飞成功, 其良好的经济适用性符合国内航空公司性能与经济的需要, 预计在 2019 年投入使用; 而目前 ARJARJ21 中国新支线客机也迎来了示范运营一周年, 该飞机适应我国复杂的地理环境。在机队扩充的同时充分利用国产资源, 满足了供给侧改革中提高我国高端供给的要求, 为我国经济创收的同时也为飞机的自主研发提供支撑和动力。3) 机场、空管的发展与机队规模相匹配: 基于民航系统的系统耦合性, 扩大的机队需要机场改扩建能力和空管系统能力与其相匹配。在协同发展的基础上体现飞机持续的贡献率。

4.2. 驾驶人员投入

驾驶人员属于民航发展中的重要生产要素, 由于民航运输业需求具有引致性特点[11], 国民经济的快速发展引致了航空运输的快速发展以及对飞行员需求的大量增加。尤其是 2003 年出现了大幅的提升, 通过分析可知, 2002 年底恰好是航空公司重组成为三大航空集团, 中国民航企业的行政管理体制进入到新

Table 2. Growth rate of civil aviation transport turnover and contribution of factors, 1996~2015
表 2. 1996~2015 年民航运输周转量增长率和各要素贡献率单位(%)

年份	运输周转量	飞机投入量	正驾驶飞行员人数	航油投入量	技术进步
1996	12.84 (100)	0.88 (6.83)	1.58 (12.29)	10.37 (80.76)	0.02 (0.13)
1997	7.53 (100)	1.28 (17)	-1.78 (-23.64)	8.17 (108.46)	-0.14 (-1.82)
1998	7.26 (100)	1.06 (14.56)	-1.11 (-15.29)	14.37 (197.85)	-7.06 (-97.12)
1999	14.13 (100)	-0.34 (-2.38)	0.51 (3.62)	2.44 (17.25)	11.52 (81.50)
2000	15.44 (100)	0.45 (2.91)	0.10 (0.65)	25.92 (167.81)	-11.02 (-71.37)
2001	15.26 (100)	1.00 (6.55)	1.15 (7.57)	7.89 (51.69)	5.22 (34.20)
2002	16.81 (100)	0.86 (5.11)	0.80 (4.79)	11.32 (67.37)	3.82 (22.74)
2003	3.56 (100)	1.39 (39.09)	9.13 (256.61)	0.75 (21.19)	-7.72 (-216.88)
2004	35.25 (100)	1.83 (5.19)	1.38 (3.91)	28.59 (81.10)	3.45 (9.79)
2005	13.1% (100)	1.95 (14.89)	0.37 (2.83)	10.65 (81.23)	0.14 (1.04)
2006	17.04 (100)	2.11 (12.40)	0.73 (4.26)	13.11 (76.95)	1.09 (6.39)
2007	19.46 (100)	1.84 (9.46)	1.19 (6.12)	12.16 (62.48)	4.27 (21.94)
2008	3.14 (100)	1.49 (47.62)	1.55 (49.54)	3.72 (118.39)	-3.62 (-115.35)
2009	13.35 (100)	1.75 (13.09)	2.18 (16.31)	11.18 (83.72)	-1.75 (-13.12)
2010	26.08 (100)	1.66 (6.37)	2.30 (8.80)	15.54 (59.60)	6.58 (25.23)
2011	7.24 (100)	1.41 (19.5)	1.66 (22.86)	7.05 (97.42)	-2.88 (-39.78)
2012	5.69 (100)	1.35 (23.8)	1.10 (19.39)	8.04 (141.19)	-4.80 (-84.37)
2013	10.06 (100)	1.66 (16.46)	1.47 (14.63)	1.92 (19.06)	5.02 (49.86)
2014	11.37 (100)	1.18 (10.41)	1.36 (11.93)	3.38 (29.73)	5.45 (47.93)
2015	13.84 (100)	1.86 (13.42)	2.02 (14.61)	2.28 (16.48)	7.68 (55.49)

时期, 因此 2003 年是劳动力贡献激增的一年。2008 年是飞行员频频出现跳槽现象的一年, 而这一年贡献达到 49.54%。说明随着时间的变化飞行员对于航空运输产出变得非常重要。随着当前市场的旺盛增长, 为提高飞行员劳动力的数量与质量需要: 1) 不断拓宽飞行人才的供应渠道: 采用多种手段并举来缓解缺口, 包括航空公司自费培养、学院引进、军用转民用和外籍驾驶人员的引进。2016 年我国外籍驾驶人员达到 1005 名, 占航空公司机长总数的 7.30%, 利用外籍飞行人员来补足驾驶员缺口也是一个重要的途径。2) 提高国内航校水平: 培育足够的师资来保证学员增长的需求, 积极引进国外先进的教育理念和培养模

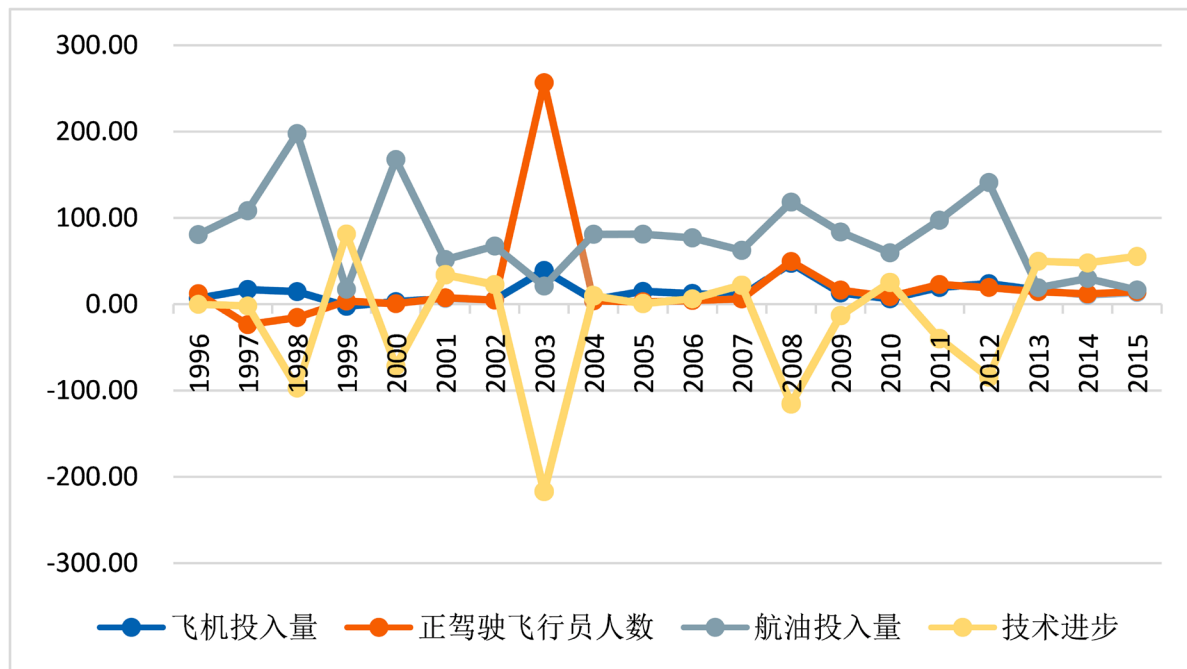


Figure 1. Evolution of the contribution of each factor of production in civil aviation

图 1. 民航各生产要素贡献率演化

式, 使其与境外航校相统一, 形成标准化的课程培养体系, 保证航校培养出来的人员质量能高质量胜任工作。

4.3. 航油投入

航油投入的贡献率多年来处于高位状态, 近几年总体降低并趋于稳定。2000 年以前贡献比较大, 1997、1998、2000 年由于部分其他要素出现了负的贡献率, 因此这三年航油的贡献率均超过了 100%, 充分说明在这一阶段, 航油对民航产出的贡献占据了主要地位。2000 年之后普遍出现了贡献下降现象, 说明航空运输对航油的依赖性在降低。未来出现绿色燃料已成为趋势, 中国民航要不断开拓可再生航油的可能性, 使用生物航油, 避免国际油价波动加剧而给民航带来的运营风险。对现有传统航油的依赖会出现大幅下降, 同时使用绿色燃料也为行业节能减排, 促进民航可持续发展做出了贡献。

4.4. 技术进步的综合贡献率

技术进步在我国民航发展的 20 年间有 8 年出现了负的贡献率, 在民航发展初期出现一次贡献率峰值后一直趋于平稳。这一现象可以解释为技术进步的步伐落后于快速增长的民航需求, 从而拖了民航经济增长的“后腿”。注意这里的技术进步是一个非常宽泛的概念, 吴敬琏(2004)在论文中提到, 技术进步不单单指工艺的改进, 而是一般的效率提高。就民航业本身而言, 除了生产技术的创新, 也包含组织创新、技术的应用等一些管理问题。该贡献率给予我们的警示是: 1) 完善民航科技创新体系, 加强科研人才培养和引进, 完善民航科研成果转化机制, 以科技创新机制引领民航科研事业和水平的进步。2) 打造智慧民航: 智慧民航的建设是便捷化旅客乘机过程、提升各单位工作效率、优化协调配合流程的重要环节。机场方面, 以打造智慧机场为目标, 保障旅客行李的分拣、运输、出港便捷化, 例如行李直挂技术, 自助值机技术。推广机场协同决策(A-CDM), 为机场整体提供一个共享信息, 协同运作的环境; 空管单位方面, 推行智慧空管系统, 将空管系统打造成为动态管理过程, 空管信息服务共享, 利用空管物联网对

空管各方面进行监控; 航空公司方面, 升级收益管理系统来合理化定价水平, 进行大数据营销和企业内部的全面数字化转型。3) 空域改革: 目前, 空管体制不合理不仅造成大量航班延误, 影响了百姓出行, 也影响了空域资源在服务百姓出行上效率的发挥[1]。累计多年的问题, 当前只有通过军民融合和供给侧改革来解决顽疾, 要求空域体制改革方面充分应用新技术, 同时以供给侧改革的新理念, 进行管理创新、进行标准对接, 通过军用融合来管理协调和解决。

5. 结论

自上世纪 90 年代以来, 航空运输业的快速发展极大地改变了我国居民的出行方式, 提高了航空出行频率, 同时也在很大程度上改变了我国综合交通运输格局。当前供给侧改革导向下, 深入思考各生产要素的贡献率是为了更好地优化资源配置, 激活要素潜力, 更好地发挥航空运输在经济增长中的人流、物流支撑作用。

本文通过机队规模、驾驶人员数量、航油投入量、技术进步等关键要素和影响因素的民航产出贡献情况, 按照要素升级、结构优化、制度变革的需要, 基于 C-D 生产函数, 使用中国民航发展过程中 1995 年~2015 年间主要投入要素及航空运输产出的数据, 分析确定这期间的民航生产函数模型, 利用索洛余值法测算分析民航业发展二十年来的生产要素贡献率及变化情况, 对比找出要素贡献率演化规律, 从而为民航业在供给侧改革方面找准着力点, 进行系统优化, 提出优化机队结构, 在机队扩充的同时充分利用国产资源; 机场、空管的发展与机队规模的系统耦合; 不断拓宽飞行人才的供应和培养渠道; 使用绿色燃料节能减排促进人类生存环境绿色发展等方面的建议, 优化和提高生产要素的配给和贡献率, 使民航业更好地服务人类发展。

基金项目

天津科委重大项目 17ZLZDZF00100, 天津教委社科重大项目 24ZD44 的相关研究成果。

参考文献

- [1] 贾康, 苏京春. 论供给侧改革[J]. 管理世界, 2016, 270(3): 1-24.
- [2] 张永莉, 程志超. 对中国民航科技进步贡献率的分析与研究[J]. 中国民航学院学报(综合版), 2002, 20(1): 57-61.
- [3] 陈林, 王英杰. 我国航空运输生产函数的实证研究[J]. 工业技术经济, 2007, 26(f12): 56-58.
- [4] 陈林. 中国航空运输生产函数和成本函数的实证研究[J]. 中国民航大学学报, 2008, 26(1): 43-46.
- [5] 杨蓓, 史占中. 中美两国航空工业生产函数特点对比[J]. 中国科技论坛, 2012(2): 147-151.
- [6] 刘光才, 赖汪湾. 中国民航运输生产要素贡献率的实证研究——基于 CES 生产函数模型[J]. 管理现代化, 2016, 36(4): 29-32.
- [7] Zheng, X. (2012) Research on the Relation of Transportation Infrastructure Investment and Economic Growth Based on Production Function Model. 2012 *International Conference on Intelligent System Design and Engineering Application*, Sanya, 6-7 January 2012, 899-904. <https://doi.org/10.1109/ISdea.2012.679>
- [8] Robinson, J. (1955) The Production Function. *The Economic Journal*, **65**, 67-71. <https://doi.org/10.2307/2227443>
- [9] Thurston, N.K. and Libby, A.M. (2002) A Production Function for Physician Services Revisited. *The Review of Economics and Statistics*, **84**, 184-191. <https://doi.org/10.1162/003465302317332017>
- [10] Pitfield, D.E. (2005) Some Speculations and Empirical Evidence on the Oligopolistic Behaviour of Competing Low-Cost Airlines. *Journal of Transport Economics and Policy*, **39**, 379-390.
- [11] 李艳华. 航空运输经济理论与实践[M]. 北京: 中国民航出版社, 2017.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2167-664X，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：mse@hanspub.org