

# 基于DEA和FCA的旅游供应链合作伙伴的评价与选择

郭文巧, 白 华\*

暨南大学深圳旅游学院, 广东 深圳  
Email: \*baihua@jnu.edu.cn

收稿日期: 2020年9月1日; 录用日期: 2020年9月15日; 发布日期: 2020年9月22日

---

## 摘 要

本文在旅游供应链合作伙伴评价指标体系构建的基础上, 综合运用了DEA (数据包络分析)和FCA (模糊综合评价)对在线旅游供应链合作伙伴进行评价选择。运用DEA模型对指标体系中的可量化指标进行评价分析, 采用FCA方法计算分析指标体系中不可量化指标。进一步对可量化指标的DEA评价结果进行模糊化处理, 与FCA指标处理结果结合后再一次进行FCA处理, 得到最终的评价结果。本文选取深圳市五家酒店的实证研究验证了该方法的可行性和有效性。

## 关键词

旅游供应链, 合作伙伴选择与评价, 数据包络分析, 模糊综合评价

---

# Evaluation and Selection of Tourism Supply Chain Partners Based on DEA and FCA

Wenqiao Guo, Hua Bai\*

Shenzhen Tourism College, Jinan University, Shenzhen Guangdong  
Email: \*baihua@jnu.edu.cn

Received: Sep. 1<sup>st</sup>, 2020; accepted: Sep. 15<sup>th</sup>, 2020; published: Sep. 22<sup>nd</sup>, 2020

---

## Abstract

Based on the construction of the evaluation index system of the travel supply chain partners, this paper evaluates the tourism supply chain partners by combining DEA (data envelopment analysis)

\*通讯作者。

and FCA (fuzzy comprehensive evaluation). The DEA model is adopted to evaluate the quantifiable indicators in the index system, and the FCA method is used to calculate the non-quantifiable indicators. The DEA evaluation results are further fuzzified, and combined with the FCA results another FCA processing is carried out to obtain the final evaluation results. This paper verifies the feasibility and effectiveness of this evaluation and selection method through an empirical study of five hotels in Shenzhen.

### Keywords

Tourism Supply Chain, Partners' Evaluation and Selection, DEA (Data Envelopment Analysis), FCA (Fuzzy Comprehensive Evaluation)

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

## 1. 引言

旅游供应链是由向旅游者提供旅游产品和服务的所有供应商所组成的网状结构, 这些供应商提供的商品或服务包括住宿、交通、餐饮以及对旅游业的发展起支持作用的目的地基础设施等[1]。随着计算机和信息技术的不断发展, 在线旅游的概念随即被提出。在线旅游是指通过互联网、移动互联网及电话呼叫中心等方式为消费者提供旅游相关信息、产品和服务的行业, 其从根本上改变了旅游的组织方式[2]。目前, 中国整体旅游行业规模体量较大并保持每年稳定增长, 随着供给需求两端的互联网化程度均迅速提升, 其产业链条如图 1 所示。

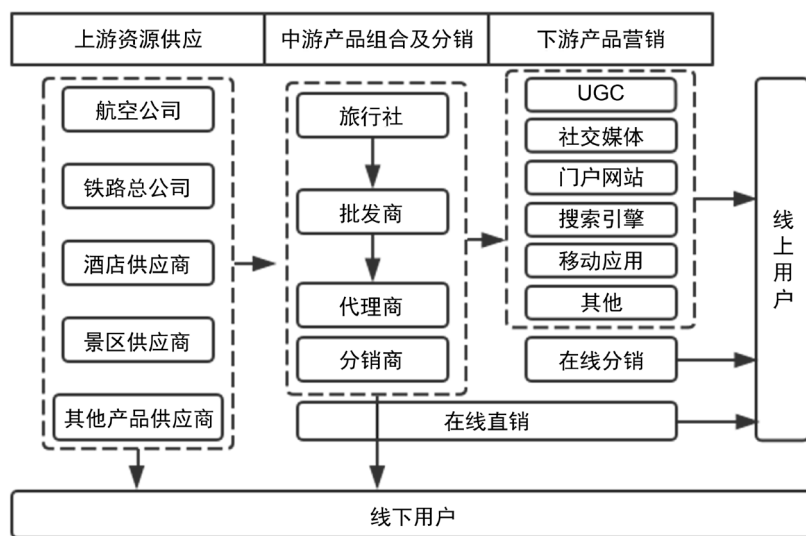


Figure 1. China tourism supply chain  
图 1. 中国旅游产业链

旅游供应链构建的核心是合作伙伴选择, 旅游服务商作为整条供应链的核心企业, 其合作伙伴包括航空公司、铁路总公司、酒店供应商、景区供应商以及餐饮供应商等多家企业。因此只有通过有效的方法建立起战略合作伙伴关系, 才能使整个旅游供应链协调一致, 提高旅游供应链中所有节点企业的利润。

国内外学者针对供应链伙伴选择问题进行了大量的研究, 主要分为两类方法: 经典选择方法和现代选择方法。经典选择方法基于传统统计学理论, 包括线性加权方法、粗糙集理论、数学规划方法以及数据包络分析方法等, 而现代供应链合作伙伴选择方法主要包括马尔科夫算法、支持向量机、灰色模型以及神经网络等, 这些算法具有较好的非线性学习能力, 可以对供应链企业之间复杂的非线性合作关系进行拟合[3]。这些评价选择方法各有优劣, 经典选择方法大多是由决策分析者对各指标的主观重视程度而决定, 有较大的主观随意性, 不能客观准确地反映各指标的作用; 现代选择方法也存在一定不足, 支持向量机的学习速度慢、灰色模型理论只能对增长趋势的数据进行较好的拟合、神经网络算法中的参数需要进一步的优化等。

旅游供应链合作伙伴评价指标体系中既有较易衡量的定量指标, 也有难以直接用数值衡量的定性指标。随着大数据技术的发展, 旅游供应链合作伙伴评价指标体系中部分定性指标可通过大数据挖掘技术进行量化。由于 DEA (数据包络分析) 的可靠性依赖于客观数据准确性而 FCA (模糊综合评价) 具有很高的主观依赖性, 因此本文选取 DEA 和 FCA 相结合的方法为选择旅游供应链合作伙伴提供了一种定量与定性相结合的综合评价方法。

## 2. 旅游供应链合作伙伴评价指标体系的构建

旅游供应链是指围绕旅游市场需求的包括上游旅游相关支持产业、中间旅游核心资源产业以及下游旅游市场和消费者等在内的一系列旅游市场主体组成的网状结构, 该结构提供基本的住、食、游、行、购、娱等旅游服务, 并在功能分工和协作的战略合作关系机制下共同完成旅游市场服务的功能, 且各组成节点和成员企业之间形成了一种供给需求关系。在旅游供应链的背景下, 构建合理科学的评价指标体系是合作伙伴选择准备阶段的重要部分[4]。本研究考虑到旅游供应链并行工作、生产与消费的同步性等特点, 结合国内外合作伙伴评价指标体系的文献、专家分析和社会调查, 总结出在线旅游供应链合作伙伴的评价指标, 主要围绕信任度、敏捷性、技术水平、质量和成本五个方面, 具体指标如表 1 所示。

**Table 1.** Evaluation index of tourism supply chain partners

**表 1.** 旅游供应链合作伙伴评价指标体系

一级指标	二级指标
信任度	企业声誉
	顾客满意度
	适应能力
敏捷度	响应能力
	信息传递能力
	创新能力
技术水平	技术支持水平
	员工技能水平
	交货质量
质量	管理质量
	产品合格率
成本	产品/服务价格

一般的供应商选择指标包括质量系统、金融系统、协同系统、成本系统和生产系统五个主衡量指标[5]。由于成本和质量是衡量企业能力的十分重要且基本的要素,因此本研究中建立旅游供应链合作伙伴评价指标体系中的一级指标将沿用传统供应商选择指标中的成本和质量。选择旅游供应链合作伙伴时需要考虑的另一大问题则是供应链的稳定性。目前有许多学者都在研究供应链稳定性,但仍未形成一个多数人认可的权威性定义。根据可靠性工程原理,可靠性是指系统无故障工作的能力。旅游供应链可靠性是指旅游供应链在一定时间内正常运作的的能力,并与旅游供应链运作的质量标准 and 柔性水平等息息相关[6]。因此,为了确保旅游供应链运作的可靠性,在传统的供应商选择指标基础上,旅游供应链中的核心企业在选择合作伙伴时要考虑企业的信任度、敏捷度和技术水平指标。

信任度是衡量合作伙伴企业的最基本要素,它是构建协调可靠的旅游供应链的基础和前提,一般情况下可从企业声誉和顾客满意度等指标去衡量和评价合作伙伴的信任度。顾客满意度是从顾客即游客对旅游供应链提供的服务和产品的满意程度角度来反映合作伙伴企业的信任度,进而反映旅游供应链工作质量水平的。根据旅游供应链的特点,从顾客对行程及时间安排、食宿行总体、景区三个方面的满意情况来衡量旅游供应链工作质量水平,进而衡量旅游供应链可靠性。

与传统的制造供应链相比,旅游供应链中的产品流动、旅游服务的产生和消费都是随着游客的流动而连带产生的,因此旅游供应链更加注重产品服务信息传递的时效性。敏捷度反映的是合作伙伴企业适应环境或条件变化的能力,它能促使合作伙伴企业在激烈市场竞争中生存发展,实现旅游供应链目标。因此,合作伙伴企业的敏捷度可从适应能力、响应能力、信息传递能力等方面衡量。

旅游供应链各组成节点企业之间的相互作用能力取决于其提供的旅游产品和服务的互补性,即旅游产品和服务的互补性越强,则旅游供应链各组成节点企业之间的相互作用能力也越强。从目前的旅游消费情况来看,大多数旅游消费者所购买的都是一体化的旅游产品和服务,在确定旅游目的地之后一般会选择配套的酒店、餐饮、娱乐和交通等相关性的产品服务的消费购买计划[6]。因此,旅游供应链核心企业在选择合作伙伴时技术创新与流程支持能力,即合作伙伴的技术水平能否提供系列化的旅游产品和服务。技术水平能体现合作伙伴企业科技创新及研发能力,大大提高企业自身的综合竞争力,可从创新能力、技术支持水平、员工技能水平等指标去衡量合作伙伴企业的技术水平。

由于企业的一切经营活动都是以赢取利益为目的,因此成本因素也是衡量企业能力的重要指标。对于旅游供应链而言,成本因素则具体通过合作伙伴企业提供的产品或服务的价格进行衡量。质量是企业生命,也是衡量合作伙伴企业的一个重要因素,在旅游供应链合作伙伴评价体系中具体通过交货质量、管理质量、产品合格率等指标进行衡量和评价。

### 3. 合作伙伴选择方法

#### 3.1. 合作伙伴选择的 DEA 方法

DEA 是根据多项投入指标和多项产出指标,利用线性规划的方法,对具有可比性的同类型单位进行相对有效性评价的一种数量分析方法。DEA 方法不需要对输出变量和输入变量的信息结构进行深入了解,能在一定程度上避免分析者主观因素的影响,其构建流程如图 2 所示。

#### 3.2. 合作伙伴选择的 FCA 方法

FCA 是一种基于模糊数学的综合评标方法,该方法根据模糊数学的隶属度理论把定性评价转化为定量评价,即用模糊数学对受到多种因素制约的事物或对象做出一个总体的评价。它具有结果清晰以及系统性强的特点,能较好地解决模糊的、难以量化的问题,适合各种非确定性问题的解决[7]。FCA 的评价过程如图 3 所示。

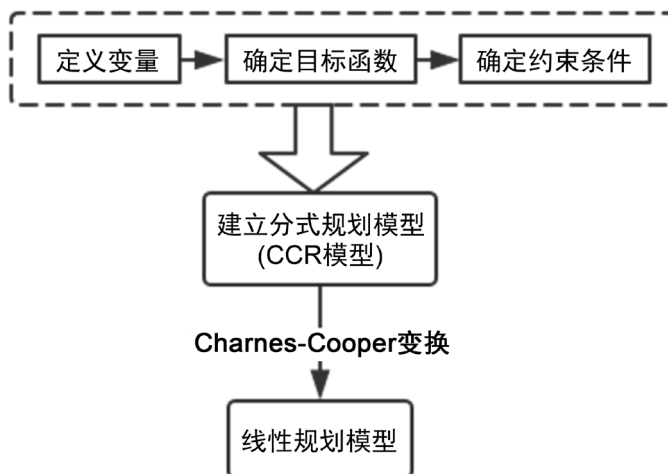


Figure 2. DEA processing  
图 2. DEA 模型构建流程



Figure 3. FCA processing  
图 3. FCA 评价过程

### 3.3. DEA 与 FCA 相结合的合作伙伴选择

将 DEA 与 FCA 相结合的基本思想是利用数据包络分析的评价结果作为模糊综合评价的评价指标进行二次评价, DEA 成绩客观反映了每个评价单元的相对效率, 利用其结果部分或全部替代专家的打分显然更具客观说服力[8]。首先, 根据指标可否量化, 将在线旅游供应链合作伙伴评价指标体系中的所有指标因素分为定量指标和定性指标; 其次, 对定量指标采用数据包络分析方法进行计算, 并将其结果模糊化, 对定性指标直接进行模糊运算; 最后, 初次评价结果进行模糊综合评价并得出最终评价结果。

本研究采用等腰三角函数来对 DEA 成绩进行模糊化处理。

假设模糊综合评价中的评语集为  $V = (v_0, v_1, v_2, \dots, v_{p-1})$ , 那么 DEA 的成绩就可以理解为分别对于  $(v_0, v_1, v_2, \dots, v_{p-1})$  的隶属程度。设其隶属度  $r = (r_0, r_1, r_2, \dots, r_{p-1})$ , 则

$$r_j = \begin{cases} \frac{x - (j-1)\frac{1}{p-1}}{\frac{1}{p-1}}, & (j-1)\frac{1}{p-1} \leq x < j\frac{1}{p-1} \\ \frac{(j+1)\frac{1}{p-1} - x}{\frac{1}{p-1}}, & j\frac{1}{p-1} \leq x < (j+1)\frac{1}{p-1} \\ 0, & \text{其他} \end{cases}, r_j \in [0, 1], j = 0, 1, \dots, p-1$$

将各评价单位计算得到的 DEA 成绩带入上式, 即可求出隶属度为  $r = (r_0, r_1, r_2, \dots, r_{p-1})$ 。

最后, 将定量指标模糊化后的 DEA 成绩以及定性指标的第一次 FCA 结果作为输入数据进行第二次

模糊综合评价, 得到模糊综合评价集  $B_j = (b_{j0}, b_{j1}, b_{j2}, \dots, b_{j(p-1)})$ 。根据最大隶属度原则, 选择  $B_j$  中的最大分量  $b_{ji}$  所对应的评价  $v_i$  作为该评价单元的最终评价结果。

#### 4. 实证研究分析

以在线旅游服务商为核心企业, 对其酒店供应商进行评价选择, 本研究选择了深圳市的五家酒店进行基于数据包络分析的模糊综合评价。

根据本研究构建的在线旅游供应链合作伙伴评价指标体系, 将该指标分为定量指标(信任度、质量、成本)和定性指标(敏捷度和技术水平), 其中质量和信任度指标下的各二级指标本研究将通过 OTA 平台上的用户评分数据进行量化。对于定量指标采用数据包络分析方法计算其 DEA 成绩并采用模糊化函数进行模糊化处理, 对于定性指标则直接采用模糊综合评价方法计算其隶属度, 最后将模糊化的 DEA 成绩与定性指标的 FCA 成绩作为输入数值再次进行模糊化评价, 从而得到最终的评价结果。

##### 4.1. 定性指标的 FCA 处理

本研究利用 FCA 计算各酒店定性指标方面的成绩。首先, 将评价等级划分为四级, 依次为优、良、中、差, 即评价集  $V = (\text{优}, \text{良}, \text{中}, \text{差})$ , 并对五家酒店的各指标进行专家评分, 具体数值如表 2 所示。

**Table 2.** Statistical data of hotels' qualitative indicators  
**表 2.** 各酒店定性指标统计数据

敏捷度	适应能力	响应能力	信息传递能力
酒店 1	(0.4, 0.6, 0, 0)	(0, 0.8, 0.2, 0)	(0, 0.5, 0.5, 0)
酒店 2	(0.6, 0.4, 0, 0)	(0.6, 0.4, 0, 0)	(0.4, 0.5, 0.1, 0)
酒店 3	(0, 0.5, 0.5, 0)	(0.2, 0.6, 0.2, 0)	(0.7, 0.3, 0, 0)
酒店 4	(0.3, 0.6, 0.1, 0)	(0.2, 0.6, 0.2, 0)	(0.3, 0.6, 0.1, 0)
酒店 5	(0.2, 0.7, 0.1, 0)	(0.2, 0.7, 0.1, 0)	(0.6, 0.4, 0, 0)
信息传递能力	创新能力	技术支持水平	员工技能水平
酒店 1	(0, 0.4, 0.6, 0)	(0, 0.8, 0.2, 0)	(0.3, 0.5, 0.2, 0)
酒店 2	(0.5, 0.3, 0.2, 0)	(0.4, 0.4, 0.2, 0)	(0.6, 0.2, 0.2, 0)
酒店 3	(0.1, 0.6, 0.3, 0)	(0.2, 0.6, 0.2, 0)	(0.3, 0.5, 0.2, 0)
酒店 4	(0.1, 0.6, 0.3, 0)	(0.2, 0.7, 0.1, 0)	(0.3, 0.7, 0, 0)
酒店 5	(0.4, 0.4, 0.2, 0)	(0.3, 0.6, 0.1, 0)	(0.4, 0.4, 0.2, 0)

记适应能力、响应能力、信息传递能力、创新能力、技术支持水平和员工技能水平组成的权向量  $A = (1/6, 1/6, 1/6, 1/6, 1/6, 1/6)$ , 相应的综合评价矩阵  $R$  的值详见表 3, 则  $B = AR$ , 该计算结果表明了各个酒店在定性指标方面给的评价成绩, 具体数值如表 3 所示。

**Table 3.** Evaluation results of hotels' qualitative indicators  
**表 3.** 各酒店定性指标的评价结果

模糊化隶属度	优	良	中	差
酒店 1	0.1167	0.6000	0.2833	0.0000
酒店 2	0.5167	0.3667	0.1667	0.0000
酒店 3	0.2500	0.5167	0.2333	0.0000
酒店 4	0.2333	0.6333	0.1333	0.0000
酒店 5	0.3500	0.5333	0.1167	0.0000



## 4.2. 定量指标的 DEA 及模糊化处理

本研究利用数据包络分析方法计算各酒店定量指标方面的成绩, 各酒店具体指标及其对应数值如表 4 所示。首先, 将在线旅游供应链合作伙伴评价指标体系中的质量(输入)、成本(输入)和信任度(输出)作为决策单元的投入产出进行数据包络分析, 其计算结果表明了各酒店在定量指标方面的相对有效性。然后, 利用等腰三角函数对该 DEA 成绩进行模糊化处理, 由评价集为  $V = (\text{优}, \text{良}, \text{中}, \text{差})$  计算得到的 DEA 成绩模糊化隶属度如表 5 所示。

**Table 4.** Statistical data of hotels' quantitative indicators

**表 4.** 各酒店定量指标统计数据

	信任度		质量			成本
	企业声誉	顾客满意度	交货质量	管理质量	产品合格率	产品/服务价格
酒店 1	4.6	4.3	4.2	4.2	92.2249%	898.00
酒店 2	4.95	4.8	4.7	4.8	99.9811%	1112.00
酒店 3	4.9	4.7	4.6	4.7	97.9337%	867.00
酒店 4	4.8	4.5	4.4	4.5	96.3415%	970.00
酒店 5	4.8	4.5	4.3	4.5	95.8271%	953.14

**Table 5.** Fuzzy membership of DEA results

**表 5.** DEA 结果的模糊化隶属度

	DEA 结果	优	良	中	差
酒店 1	17.9899%	0.4603	0.5397	0.0000	0.0000
酒店 2	16.5369%	0.5039	0.4961	0.0000	0.0000
酒店 3	18.9059%	0.4328	0.5672	0.0000	0.0000
酒店 4	17.0778%	0.4877	0.5123	0.0000	0.0000
酒店 5	17.0778%	0.4877	0.5123	0.0000	0.0000

## 4.3. 综合评价处理

经过上述评价步骤便将各分指标数据化为了总指标的隶属度, 接下来利用总指标对各评价单元进行综合评价。记定量指标和定性指标组成的权向量为  $A = (1/3, 2/3)$ , 相应的综合评价矩阵  $R$  如表 6 所示。

**Table 6.** Comprehensive evaluation matrix

**表 6.** 综合总评评价矩阵

	定量指标(0.3333)				定性指标(0.6667)			
	优	良	中	差	优	良	中	差
酒店 1	0.4603	0.5397	0.0000	0.0000	0.1167	0.6000	0.2833	0.0000
酒店 2	0.5039	0.4961	0.0000	0.0000	0.5167	0.3667	0.1667	0.0000
酒店 3	0.4328	0.5672	0.0000	0.0000	0.2500	0.5167	0.2333	0.0000
酒店 4	0.4877	0.5123	0.0000	0.0000	0.2333	0.6333	0.1333	0.0000
酒店 5	0.4877	0.5123	0.0000	0.0000	0.3500	0.5333	0.1167	0.0000

最后, 由  $B = AR$  计算得到各酒店的综合评价结果隶属度。根据最大隶属度原则选择模糊综合评价集  $B$  中最大分量所对应的等级“优、良、中、差”作为最终的评价结果, 具体数值如表 7 所示:

**Table 7.** Comprehensive evaluation results**表 7.** 各酒店最终评价结果

	综合评价结果隶属度				评价结果
	优	良	中	差	
酒店 1	0.2312	0.5799	0.1955	0.0000	良
酒店 2	0.5124	0.4098	0.1111	0.0000	优
酒店 3	0.3109	0.5335	0.1555	0.0000	良
酒店 4	0.3181	0.5930	0.0889	0.0000	良
酒店 5	0.3959	0.5263	0.0778	0.0000	良

## 5. 结论

从实证分析结果来看, 虽然采用数据包络分析方法和模糊综合分析方法对旅游供应链合作伙伴进行评价得出的是模糊的评价等级结果, 但是评价过程中对于可量化的指标采用数据包络分析方法进行定量处理, 这比单纯采用模糊综合分析方法得出的决策更为公平全面。另外, 由于旅游供应链中包含的领域众多, 可供选择与评价的合作伙伴企业数量也是极为庞大的, 因此各企业的各种评价指标数据难免与相近的地方, 而细微的数据差异也可能对最后的模糊评价结果产生巨大影响, 因此有必要全面地对各合作伙伴企业进行综合考量。

旅游服务商需要不断提高自身的竞争力并选择合适的合作伙伴企业以构建完整且快速响应的旅游供应链来满足人们日益增长的旅游需求。旅游供应链合作伙伴的选择就是通过构建一套完善的评价体系来对旅游供应链上的节点企业进行评估以选择最优的合作伙伴。针对旅游供应链中节点企业并行工作、生产与消费的同步性的特点, 本文构建了旅游供应链合作伙伴评价体系, 进一步运用 DEA 方法和 FCA 方法对旅游供应链合作伙伴进行评价选择。本研究将合作伙伴体系中的指标分为定量指标和定性指标, 对定性指标采用 FCA 方法计算其模糊化隶属度, 对定量指标采用 DEA 方法进行处理计算并将得到的成绩进行模糊化处理后得到的数据与定性指标的处理结果数据结合在一起, 再采用 FCA 方法进行处理, 进而得到最终的评价结果。实证研究结果表明了该方法对评价和选择旅游供应链合作伙伴是可行和有效的。

## 基金项目

深圳市哲学社会科学规划 2018 年度课题(项目编号: SZ2018B014)。

## 参考文献

- [1] Richard, T. and Font, X. (2004) Tourism Supply Chains: Report of a Desk Research Project for the Travel Foundation. Leeds Metropolitan University, Environment Business & Development Group. <http://icrtourism.com.au/wp-content/uploads/2012/09/TourismSupplyChains.pdf>
- [2] 黄猛, 舒伯阳. 以在线旅游服务商为核心的新型旅游供应链构建研究[J]. 湖北社会科学, 2015(4): 83-88.
- [3] 段茜, 黄梦醒, 万兵, 杨雄. 云计算环境下基于马尔可夫链动态模糊评价的供应链伙伴选择研究[J]. 计算机应用研究, 2014, 31(8): 2403-2406.
- [4] 林勇, 马士华. 供应链管理环境下供应商的综合评价选择研究[J]. 物流技术, 2000(5): 30-32.
- [5] Ávila, P., Mota, A., Pires, A., Bastos, J., Putnik, G. and Teixeira, J. (2012) Supplier's Selection Model Based on an Empirical Study. *Procedia Technology*, 5, 625-634. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2012.09.069>
- [6] 陈敬芝. 旅游供应链运作模式可靠性的评价指标体系构建研究[J]. 物流技术, 2013, 32(5): 71-72+98.
- [7] 马庆功. 基于模糊最优化模型的供应商选择方法研究[J]. 计算机工程与应用, 2016, 52(24): 256-261.
- [8] 柳顺, 杜树新. 基于数据包络分析的模糊综合评价方法[J]. 模糊系统与数学, 2010, 24(2): 93-99.