

# 基于 Logit 模型的港口收费对港口选择研究

王栋

(大连海事大学, 辽宁 大连 116026)

**摘要:** 为避免港口之间恶性竞争, 促使港口良性发展, 基于多项式 Logit 模型, 收集长江下游港口中转选择行为数据, 以港口收费、航运成本、港口基础设施三个属性作为效用变量对模型参数进行拟合验证, 分析了对集装箱选择中转港口的影响。结果表明, 港口收费和航运成本影响港口竞争力, 船公司对港口收费比航运成本更敏感, 竞争激烈的临近港口要适当调整策略, 以应对竞争。

**关键词:** 港口收费; 内河港口; Logit 模型; 港口竞争

中图分类号: [U6-9]

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2020) 07—0016—04

## 1 引言

近年来, 随着港口的不断建设与发展, 港口的服务范围也在不断地扩大, 造成一些临近港口的服务范围发生了重叠。临近的港口不得不进行激烈竞争, 抢占市场份额来提高自身的收益。这不仅是在国际上, 在国内也一样。长江下游作为我国港口密度最大的地区之一, 其货物吞吐量占据了全国一定比例。长江下游港口中, 江苏省内河港口就有 7 个, 分别为南京港、镇江港、扬州港、泰州港、江阴港、南通港和苏州港, 由于各个港口之间距离非常相近, 港口之间也面临着激烈的竞争。此外, 在长江入海口处还有上海的洋山港和外高桥港, 洋山港作为上海国际航运中心, 依托其 15m 深水港区和优越的航道条件承担着长江三角洲的远洋运输, 推动着上海发展。因此对港口之间的合作与竞争具有重要的研究价值。

目前有较多以 Logit 模型研究航线与港口选择, Niretal.(2003)<sup>[1]</sup> 使用 MNL 模型对台湾的航运信息进行分析, 得出不同的航线, 航线频率以及港口服务等因素影响了港口选择。Anderson(2009)<sup>[2]</sup> 设置了巢式 Logit 模型分析航运成本、时间、时刻表准确率及补贴对港口选择的影响。Simme(2013)<sup>[3]</sup> 使用巢式 Logit 模型来改进以前的模型, 并增加了新的变量增加研究的准确度, 结果表明巢式 Logit 模型有更好的统计效果, 且该模型可评估港口干预措施的影响。Wang(2015)<sup>[4]</sup> 使用 Logit 模型分析了船公司对航线选择的概率, 并考虑了船公司之间的竞争合作, 设计算法得出最优运费, 给船公司提供参考。Martinez(2016)<sup>[5]</sup> 考虑巴拿马运河拓宽后通过多项式 Logit (Multinomial Logit Model, 简称 MNL) 模型对航线选择进行分析, 认为主要影响因素有运输费用、运输时间和货物种类等, 为航线选择变化提供建议。Wang(2018)<sup>[6]</sup> 通过调查收集数据, 将北极航线的风险根据破冰船的有无进行分析, 建立带有风险因子的 Logit 模型, 为船公司提供了北极航线与苏伊士运河航线的风险与收益之间的比较。王红卫(2004)<sup>[7]</sup> 用多项式 Logit 来预测候选址的需求量, 效用函数考虑运输成本和物流成本两项对行为选择人至关重要的影响因素, 通过效用函数和 Logit 模

型的表达式, 预测出每个候选址备选的概率以及相对应分配的需求量大小。曹悦(2008)<sup>[8]</sup> 引用 Logit 模型用于竞争性选址研究, 将候选址对选择行为人的效用表示成两者之间距离的函数。蒋晓丹(2018)<sup>[7]</sup> 运用巢式 Logit 模型对多式联运方式和陆港选择进行研究, 得出陆港选择对多式联运有显著效果。

以上已有不少学者通过 Logit 模型研究海港之间的竞争, 只有较少的学者研究内河港口。所以本文研究航运成本、港口收费、港口基础设施在内河港口的竞争力, 通过问卷调查收集长江下游集装箱对港口中转的选择数据, 并通过多项式 Logit 模型对港口群内港口效用进行分析。

## 2 问题描述

本文研究上海港口群的建设与发展对长江下游的江苏内河港口群所带来的影响, 并分析长江入海口处两个不同航向下的集装箱对港口的中转选择。受限于长江中游的航道深度和南京长江大桥的高度, 不少集装箱海轮无法直接进入长江中游, 集装箱需要在长江下游进行中转, 由江轮进行后续运输。本文研究船公司进出长江的中转港口由江苏港口群和上海港口群组成, 以多项式 Logit 模型模拟船公司对中转港口的选择, 且港口群内由于政府的作用采用合作的方式, 即港口群内合作, 港口群内竞争的情况。本文考虑如图 1 所示的长江入海口处会有北、南两个方向航线, 对江苏港口群与上海港口群在两个航向下对船公司的吸引力研究, 各港口的港口收费由政府设定, 船公司根据各港口的港口收费、各港口基础设施和航行成本对中转港口进行选择。



图 1 长江下游航行方向图

### 3 模型建立及数据收集

#### 3.1 Logit 模型理论

离散选择模型被广泛地应用于交通出行方面与交通路线的选择，而 Logit 模型是离散选择模型中使用最频繁的模型之一。由于离散选择的基础是“效用最大化”假说，故 Logit 模型也是以此为核心。根据效用最大化假说，决策者往往会在所有选择中取效用最大的决策。这里的效用通常被认为是随机的，原因如下：其一是因为在心理学上，同一条件下的个人效用存在随机性，即便对已有的选择充分了解也无法避免这一随机性；其二是在计量经济学中，由于决策者无法找到影响效用的全部因素，导致决策者的选择效用并非最大效用。这里使用效用函数对 Logit 模型模型进行表达，其公式如下：

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

其中  $U_{in}$  表示第  $i$  家船公司选择港口的效用； $V_{in}$  表示可观测到的效用因素，称为效用确定项，这些效用因素会影响船公司做出决策； $\varepsilon_{in}$  表示误差项，其表示一些未被考虑的因素以及未收集完整的数据所造成的误差。 $V_{in}$  由可观测到的因素通过线性公式表达，其公式为：

$$V_{in} = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \dots \quad (2)$$

其中  $x$  表示效用  $V$  的属性，即可观测到的因素； $\beta$  表示各因素的权重，即某一因素改变一个单位时对效用产生的影响。

Logit 模型由于其模型的简单方便，便于求解，被越来越多地应用于交通规划中。而且决策者在决定选择若干个选择枝的概率时，能够对一些无法直接观测到的因素构建选择概率相关的数学模型，从而提高模型的准确度。决策者的最优选择主要依据“效率最大化”假说，假设误差项  $\varepsilon_{in}$  之间相互独立且服从 Gumbel 分布，则决策者  $n$  选择  $i$  的概率模型，即 Logit 模型可表示为：

$$P_{in} = P(U_{in} \geq U_{jn}) = \frac{e^{V_{in}}}{e^{V_{in}} + \sum_{j \neq i} e^{V_{jn}}} \quad i \neq j \quad (3)$$

其中对于任意该公式都满足，表示第  $i$  家船公司选择港口的概率。Logit 模型中的参数向量一般由极大似然法来进行估计，其似然函数为：

$$L = \prod_{i=1}^I \prod_{j=1}^J (P_{in})^{f_{in}} \quad (4)$$

其中  $f_{in} = \begin{cases} 1 & \text{第 } i \text{ 个人选择 } n \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$  将式 (4) 转换成对数形式：

$$\ln L = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J f_{in} \ln P_{in} \quad (5)$$

通过最大化  $\ln L$  来参数  $\beta$  进行求解。

#### 3.2 问卷数据收集

为了准确了解集装箱船在长江下游进行中转时的港口选择，我们采用了 RP/SP 调查的方式对长江下游的部分船公司进行了问卷调查，以掌握船公司对中转港的选择偏好。问卷的调查内容为在长江入海口处，船舶分别从北、南两个方向进出时对港口的中转选择。对此，我们拟定从天津港以及广州港分别到武汉港的航行数据，

并加以处理，考虑不同的港口收费，船舶航行费用，港口基础设施和航行时间的情况来进行。可选择的港口有属于上海的外高桥港和洋山港以及属于江苏的苏州港，南通港，江阴港，泰州港，扬州港，镇江港，南京港这九个港口，分别用 1,2,3,...9 表示如下：

表 1 港口编号表

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
港口	南京港	镇江港	扬州港	泰州港	江阴港	南通港	苏州港	外高桥港	洋山港

同时，假定上海的港口收费为 400 元/TEU，江苏港口为 300 元/TEU，重油的价格为 3500 元/吨，2000TEU 海轮的航速为 24km/h，300TEU 江轮的航速为 13km/h，所有港口的港口装卸成本均为 200 元/TEU。通过以上数据，我们可以整理出两个航行方向下江苏与上海港口的属性数据如下表：

表 2 不同航向下在各港口中转的航行成本和航行时间

港口		洋山	外高桥	苏州	南通	江阴	泰州	扬州	镇江	南京
天津— 武汉	港口收费	400	400	300	300	300	300	300	300	300
	航行成本	944	853	861	870	873	881	889	902	907
	总成本	1344	1253	1161	1170	1173	1181	1189	1202	1207
	航行时间	149	137	141	145	146	150	153	159	161
广州— 武汉	港口收费	400	400	300	300	300	300	300	300	300
	航行成本	973	916	924	934	937	944	952	965	970
	总成本	1373	1316	1224	1234	1237	1244	1252	1265	1270
	航行时间	156	150	154	158	159	163	166	172	175

其中，航行成本单位为元/TEU，航行时间单位为小时发放的纸质调查问卷和网络调查问卷总共 300 份，有效回收 293 份，通过问卷收集到的中转港口选择数据如下表所示：

表 3 不同航运方向下各个港口的选择概率

港口	洋山	外高桥	苏州	南通	江阴	泰州	扬州	镇江	南京
北方向	32.08%	36.52%	4.10%	3.75%	4.10%	4.44%	3.41%	4.78%	6.83%
南方向	43.34%	28.33%	3.75%	3.75%	3.75%	4.10%	3.07%	4.44%	5.46%
总计	37.68%	32.42%	3.94%	3.82%	3.88%	4.19%	3.23%	4.51%	6.34%

从上表我们可以看出，上海的港口，即洋山港和外高桥港占据长江内河集装箱中转的比例约为 70%。说明上海港口群作为长江内河集装箱的主要转运港口，承担了大部分集装箱在长江下游的中转。但是，洋山港在北方向的概率明显低于南方向，相应的，外高桥港的选择概率则有所上升。我们认为这是由于北方向的集装箱选择洋山港中转时，航行距离要比在其他港口中转要远，航运成本过高导致的。而在江苏港口群中，南京港的选择概率最大，镇江港与泰州港其次，说明这些港口相对于其他江苏港口有一定的优势。

### 4 实例验证

#### 4.1 多项式 Logit 模型建立

本文主要研究江苏内河港口群与上海港口群在竞争环境下，船公司对中转港的选择行为，主要考虑港口收

费, 航行成本以及航行时间这些因素对船公司选择的影响。通过船公司对长江下游中转港的选择问卷调查, 我们设定模型的变量如下:

表 4 模型变量说明

变量	符号	赋值
港口收费	$x_{pi}$	实际值
航行成本	$x_{ci}$	实际值
港口基础设施	$a_i$	拟合值
港口收费权重	$\beta_1$	拟合值
航行成本权重	$\beta_2$	拟合值

结合以上的模型结构可以得到各个港口的效用公式为:  $V_i = \alpha_i + \beta_1 x_{pi} + \beta_2 x_{ci} \quad i \in I$  (6)

#### 4.2 参数估计

通过问卷调查将收集得到的数据代入其中, 并通过软件 Biogeme 对所建立的模型进行参数估计以及模型准确验证。因为航行时间的 p 检验值为 0.738, 说明航行时间的参数并不准确, 其原因如下: 首先, 由于问卷调查所采用的时间单一, 无法有效地体现时间的效用, 若有实际的航行数据则将会准确; 其次, 由于不同情况下运输距离相差并不远, 选择不同港口所产生的时间差较小; 而且运输时间与运输距离有较强的相关性, 导致航运时间的影响不显著。对此, 我们将航运时间移除, 以仅考虑航运成本和港口收费的情况来进行二次拟合估计, 结果如下:

Init log likelihood:	-1287.574
Final log likelihood:	-948.3859
Rho-square for the init. model:	0.263

图 1 Logit 模型拟合似然函数图

二次拟合的极大似然函数值为 -948.3859, 而拟合度 Rho-square 为 0.263, 一般 Logit 模型的拟合度在 0.2~0.3, 说明模型是比较准确的。模型的参数估计结果如下表:

表 5 模型参数估计结果

Coefficient	Value	t-test	p-value
$\alpha_1$	-0.86	-3.55	0.000388
$\alpha_2$	-1.22	-4.92	8.5e-07
$\alpha_3$	-1.76	-6.76	1.41e-11
$\alpha_4$	-1.69	-6.8	1.08e-11
$\alpha_5$	-1.8	-7.01	2.39e-12
$\alpha_6$	-1.89	-7.14	9.05e-13
$\alpha_7$	-2.13	-6.94	3.91e-12
$\alpha_8$	5.18	9.29	0
$\alpha_9$	6.18	10.1	0
$\beta_1$	-0.0494	-6.87	6.27e-12
$\beta_2$	-0.0146	-2.87	0.00408

#### 4.3 结果分析

根据表 5 我们可以得出每个港口相对应的效用函数为:  $V_i = \alpha_i - 0.0494x_{pi} - 0.0146x_{ci} \quad i \in 1, 2, \dots, 9$  (7)

其中, 表 5 第一列表示的是拟合的各个参数; 第二列表示的是各个参数对应的值; 第三列表示的是参数的 t 检验值, 检验值的绝对值超过 1.96 时可以认为其对决策者的选择产生影响; 第四列表示的是参数的 p 检验值,

和 t 检验值一样, 是判断参数对决策的影响,  $p < 0.01$  说明参数影响显著。

从表 5 中可以得到以下结果:

(1) 航运成本与港口收费的 p 检验值都接近于零, 说明航运成本与港口收费对中转港选择产生重要影响。

(2) 港口收费与航运成本的参数值分别为 -0.0494 和 -0.0146, 说明这两个因素与港口选择呈负相关, 即航运成本和港口收费越高, 效用则越低, 选择此港口的概率也会降低, 符合船公司选择的实际情况, 并且港口收费的权重要高于航运成本, 所以船公司对港口收费的价格更敏感。

(3) 洋山港与外高桥港的港口基础设施参数远大于江苏港口, 体现了上海港口的港口基础设施要优于江苏港口。苏州港与南通港的设施建设并不比江苏其他港口差, 而反映出港口基础设施参数低于江苏港口平均值, 说明过于临近上海港口导致竞争激烈, 无法体现自身港口优势, 建议适当调整港口收费, 增强港口对船公司的吸引力从而扩大港口的市场份额, 提升港口的竞争力。

#### 5 结论

本文在考虑长江下游不同航向的情况下, 研究基于 Logit 模型的集装箱船对江苏港口群与上海港口群中转选择行为, 定量研究各因素影响情况, 通过数据分析得出以下结论:

(1) 港口设施建设, 港口收费和航运成本对中转港口选择的竞争有着重要影响。通过降低港口收费和航运成本, 能有效提高自身在市场上的竞争力, 增加该港口的市场份额; 而较好的港口设施更能够吸引集装箱船的中转。

(2) 可以适当调整苏州港和南通港在江苏港口群中的港口收费, 提升港口的吸引力, 以减缓上海港口带来的竞争影响。

本文对影响港口竞争力的因素考虑得不完善, 且由于收集的数据原因, 导致无法对航行时间进行研究。未来计划研究巢式 Logit 模型对港口群竞争博弈的影响。

#### 参考文献:

- [1] Nir A S, Lin K, Liang G S. Port choice behaviour--from the perspective of the shipper[J]. Marit Policy & Management, 2003, 30(2): 165 - 173.
- [2] Anderson C M, Opaluch J J, Grigalunas T A. The demand for import services at US container ports[J]. Maritime economics & logs, 2009, 11(2): 156-185.
- [3] Veldman S, Garcia-Alonso L, Vallejo-Pinto J A. A port choice model with logit models: a case study for the Spanish container trade[J]. International Journal of Shipping & Transport

# 粤港澳大湾区广东九市与台湾航运市场分析

谈超凤, 王智利, 刘鹏, 李伯棠

(广州航海学院, 广东 广州 510725)

**摘要:** 粤港澳大湾区纳入国家顶层设计, 是我国新一轮改革开放的重要平台, 经济新增长点, 与台湾地缘相近, 也将对台湾产生辐射影响力, 形成新的巨大发展机遇, 本文从粤港澳大湾区广东九市的货运需求入手, 了解两岸货运往来的现状, 并对经营两岸直航航线的某航运公司进行实例分析, 找出粤港澳大湾区广东九市与台湾航运市场存在的问题, 从企业角度和政府角度, 分别提出在粤港澳大湾区的发展背景下, 促进双边航运共同发展的建议。为粤港澳大湾区的具体航运政策及对台湾的航运政策的制定提供科学的决策依据。服务于政府、港口和航运相关企业, 为粤港澳大湾区及台湾的航运相关企业共同参与粤港澳大湾区的建设, 共建合作发展平台, 共同融入国家发展大局, 增强同胞福祉提供决策依据。

**关键词:** 粤港澳大湾区; 台湾; 航运市场

中图分类号: [U6-9]

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2020) 07-0019-06

## 1 引言

粤港澳大湾区覆盖香港、澳门、广州、深圳、珠海、东莞、佛山、惠州、中山、江门、肇庆等 11 座城市, 国土面积占全国不及 1%, GDP 占全国 10.8%, 全球前十大港口, 粤港澳大湾区包含 3 个, 是我国开放程度最高、最具经济活力的区域之一, 巨大的对外贸易体量及港口布局决定了这里广阔的航运发展空间。粤港澳大湾区也是服务“一带一路”建设的重要战略支点; 是中国参与全球竞争、建设世界级城市群的重要载体。多重战略叠加, 也将给这一区域的对外贸易与航运业的发展带来全新的契机。同时粤港澳大湾区也是台商前往大陆投资最早、最为热门的地方, 迄今为止, 仍然是台商汇聚规模数一数二的重地。据统计, 广东省广州、深圳、东莞、惠州、江门、珠海、中山、佛山、肇庆等九市各行业台资企业占大陆台商总数的三分之一左右, 与台湾的航运贸易往来密切。粤港澳大湾区成为大陆新一轮改革开放的重要平台, 经济新增长点, 与台湾地缘相近, 必将对台湾产生“辐射”影响力, 对台湾形成新的巨大发展机遇。深入全面地分析粤港澳大湾区广东九市与台湾地区的航运市场状况, 以探讨应对之策, 有助于促进两

地航运、贸易与经济的发展; 有助于增强台胞“两岸命运共同体”的直接体验; 有助于促进双方互利互惠以及相互依存关系的形成。更有助于台湾外向型经济的积极发展, 有更多的机会和实力打开“一带一路”沿线的亚洲新兴市场; 为其他“一带一路”沿线国家和地区的深入合作具有重要的参考意义。

## 2 粤港澳大湾区广东九市与台湾地区货运量现状及预测

根据近 3 年海关的数据进行统计分析, 得出 2016, 2017, 2018 年三年粤港澳大湾区九市对台货运数据, 见表 1、表 2 和表 3。

表 1 2016 年粤港澳大湾区九市与台湾货运量

城市	2016 年			
	进口		出口	
	箱量	货运吨	箱量	货运吨
广州	39742	753479	36320	1105678
深圳	28263	464441.5	47547	308451.8
东莞	22986	727939.9	3131	59736.56
珠海	2523	180145	3075	22270.99
惠州	1128	23437.9	750	7509.081
佛山	7741	101454.7	16026	7509.081
中山	6365	80589.19	11568	69725.66
肇庆	762	10315.92	1272	16761.54
江门	1999	22021.2	6441	47263.77

Logistics, 2013, 5(4-5):373-389.

[4] Wang S, Wang H, Meng Q. Itinerary provision and pricing in container liner shipping revenue management[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2015, 77:135-146.

[5] Martinez C, Steven A B, Dresner M. East Coast vs. West Coast: The impact of the Panama Canal's expansion on the routing of Asian imports into the United States[J]. Transportation Research Part E, 2016, 91:274-289.

[6] Wang H, Zhang Y, Meng Q. How will the opening of the Northern Sea Route influence the Suez Canal Route? An empirical

analysis with discrete choice models[J]. Transportation Research Part A Policy & Practice, 2018, 107:75-89.

[7] 王红卫. “无水港”建设及离散选择理论在选址中的应用[D]. 上海: 上海海事大学, 2004:1-59.

[8] 曹悦. 基于顾客选择行为的 Logit 效用函数的竞争性选址问题研究[D]. 上海: 复旦大学, 2008:1-121.

[9] 蒋晓丹, 范厚明, 张琰雪, et al. 港口与运输方式及陆港联合选择的巢式 Logit 模型[J]. 交通运输系统工程与信息, 2018, 18(05):36-41.