

Study on Tourist Radiation Range of Beijing Tianjin Hebei Airport Group

Xiaobing Cui¹, Mo Chen¹, Jingjing Guo², Luyang Wang¹, Tingwei Ding¹, Gaoxiang Xu³

¹School of Economics and Management, Civil Aviation University of China, Tianjin

²College of Computer Science and Technology, Civil Aviation University of China, Tianjin

³School of Aeronautical Engineering, Civil Aviation University of China, Tianjin

Email: 1145043401@qq.com

Received: May 8th, 2020; accepted: May 22nd, 2020; published: May 29th, 2020

Abstract

Under the general environment of the development of civil aviation, in order to promote the rational division of labor in the Jing-Jin-Ji, clarify the airport position and promote the coordinated development of the Jing-Jin-Ji, this study will forecast the radiation range of the airport group in the Jing-Jin-Ji region. In order to improve the rationality of the radiation range estimation results of the final airport group, an improved Wilson model was established and introduced about the internal and external development factors of the airport group. Based on the improved Wilson model, the radiation range of the airport group in the Jing-Jin-Ji region was accurately obtained. In this study, the results show that: (1) there are three airports in the Jing-Jin-Ji region with the main radiation capacity, namely Beijing capital airport, Tianjin Binhai airport and Shijiazhuang Zhengding airport; (2) the comprehensive strength of the airport development determines the spatial attraction of the airport to the greatest extent, while the comprehensive strength of the airport development is mainly determined by the operation of the airport itself, and the density of urban traffic also has a certain impact on it; (3) the radiation range of airports in the Jing-Jin-Ji region under competition is greater than that under cooperation. Under the cooperation, the radiation range of Beijing capital airport and Tianjin Binhai international airport is similar. The radiation intensity of Beijing capital airport is the highest in both competition and cooperation.

Keywords

Airport Group Radiation Range, Jing-Jin-Ji Region, Comprehensive Strength of Airport Development, Improved Wilson Model

京津冀机场群旅客辐射范围研究

崔晓冰¹, 陈默¹, 郭菁菁², 王璐阳¹, 丁庭葳¹, 徐高翔³

¹中国民航大学, 经济与管理学院, 天津

²中国民航大学, 计算机科学与技术学院, 天津

³中国民航大学, 航空工程学院, 天津

Email: 1145043401@qq.com

收稿日期: 2020年5月8日; 录用日期: 2020年5月22日; 发布日期: 2020年5月29日

摘要

在当今民航发展蒸蒸日上的大环境下, 为促进京津冀地区合理分工, 明确机场定位, 促进京津冀地区协调发展, 本次研究将针对京津冀地区机场群的辐射范围进行预测。为使得最终机场群辐射范围测算结果的合理性提高, 建立引入了关于机场内外部发展因素的改进Wilson模型, 基于改进Wilson模型准确得出京津冀地区机场群的辐射范围。在本次辐射范围的研究中, 结果表明: (1) 京津冀地区具有主要辐射能力的机场有三个, 分别为北京首都机场、天津滨海机场和石家庄正定机场; (2) 机场发展的综合实力最大程度上决定了机场的空间吸引力, 而机场发展的综合实力主要由机场自身运营情况决定, 同时城市交通的密度也对其产生一定影响; (3) 京津冀地区机场竞争状态下的机场辐射范围大于凝聚状态下的机场辐射范围。且在合作状态下, 北京首都机场与天津滨海国际机场的辐射范围较为相近。无论竞争或是合作状态下, 北京首都机场辐射强度都是最大。

关键词

机场群辐射范围, 京津冀地区, 机场发展综合实力, 改进Wilson模型

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. 背景

随着时代的进步, 民用航空业也在蓬勃发展。对于民航来说, 社会经济的繁荣十分重要, 同时政策的支持也是其稳定发展的坚实基础。民航局在公布的《中国民用航空发展第十三个五年规划》中显示, 计划在 2020 年使我国的民用航空机场数量达到 260 个左右, 同时建设与京津冀、长三角、珠三角三大城市群相适应的世界级机场群。随着大兴国际机场的建设完成和雄安新区的建设, 京津冀地区机场群的发展也进一步得到重视。

就目前而言, 国内国外对于机场协同发展的研究较少, 大多集中于机场之间的竞争。针对机场辐射范围研究, 陈思宇[1]通过运算机场发展潜力切入, 运用机场内外运营各项指标来预估机场的综合实力。针对辐射区界定, 2015 年李强强[2]通过分析机场客流辐射区与陆侧交通耦合机理, 由陆侧交通距离提出计算方法。而随着经济地理学的不断发展, 不少研究表明辐射范围的研究也同样适用于机场群的研究, 2017 年, 陈雨亭等[3]建立改进 Wilson 模型对长三角机场群进行辐射范围研究。

基于上述研究成果, 针对京津冀地区机场群内外部运营的各项指标, 本次研究将运用基于改进 Wilson 模型计算得出机场群的辐射范围。

2. 模型构建

Wilson 模型最初用于空间相互作用研究, 该理论考虑了距离的衰减特性, 进行了指数修正[4]。在机

场群中指机场 a 对机场 b 的辐射能力。影响机场辐射能力的主要因素是距离和衰减因子，从地理区域角度看，在机场登机的旅客来自周边若干个城市，这些城市到该机场的距离，就构成了该机场的辐射域[5]。为推算机场辐射半径公式，参考王铮等学者在 Wilson 模型应用研究中简化模型的方法，改进 Wilson 模型给定一个阈值

$$\theta = F_k S_{jk}^{\rho} \exp(-\beta r_k) \quad (1)$$

对式子两边取对数，得到机场的辐射范围公式

$$r_k = \frac{1}{\beta} \ln \left(\frac{F_k S_{jk}^{\rho}}{\theta} \right) \quad (2)$$

$$\beta = \sqrt{\frac{2T}{t_{\max D}}} \quad (3)$$

其中指机场 k 的辐射半径；用机场的综合因子来测度； θ 用综合因子与可达性乘积正值的最小数量级表示； β 为衰减因子； T 表示域元内传递因子的个数，即机场数； D 表示域元面积，即各机场所在城市的平均面积； n 指具有辐射功能的机场个数； S_{jk} 表示特定源地为区域 j，目的地为 k 的可达性，假设到达机场旅客来自各个源地的情况是等可能的，则关系式如下

$$S_k = \frac{\sum_{j=1}^n S_{jk}}{n} \quad (4)$$

$$S_{jk} = \sum_{m=1, m \neq k}^w F_m \exp(-\beta c_{jm}) \quad (5)$$

n 表示研究区域源地的数目； w 表示潜在目的地的数量，这里表示能够提供潜在民航运输服务的机场数量； F_m 为机场 m 的综合因子得分； c_{jm} 为运输费用为区域内源地 j 到机场 m 的平均地面距离。

改进的 Wilson 模型尚存在一些不足之处：1) 现有的研究方法考虑的是，某一地区之内的某些机场，并不适用于此地区的所有机场计算；2) 分析维度不够全面，并且数据较少，计算结果存在偏差；3) 区域和市场特性决定了多机场系统中竞争与协同的程度[6]，模型没有考虑机场之间的相互影响程度区别如何，仅分为全部合作与全部竞争两种情况。

基于京津冀地区机场辐射范围的 Wilson 模型构建中，研究中从事物原理角度建立具有明确的理论演绎基础。我们将京津冀地区各机场视做一个节点，将其民航资源总量作为分析的能力基础条件，对之前的研究成果进行了再一次的补充研究，分别从以下七个方面来研究机场的辐射范围：客运吞吐量，航线数量，航站楼面积，运营航空公司数量，通航城市，城市路网密度。不仅考虑到了各机场辐射范围与单机场辐射范围的不同，而且考虑了机场之间的影响，以及京津冀地区对于机场的影响。在测算机场辐射范围的同时，考虑了竞争市场或适合做市场的环境因素，结合现实情况，从而进一步提高了结果的合理性。

总体来说，改进 Wilson 模型的准确性有了较大的提升，并且在机场群辐射范围研究中，均可使用此模型。

3. 参数计算

3.1. 样本选择

3.1.1. 评价体系构建

城市的网络越复杂，网络交错越多，城市的交通越好，易达性愈高，在某个城市体系中的地位就越

显重要[7]。城市路网密度反映了旅客从当前位置到机场的所需时间,从而影响旅客对于机场的选择[8],本研究报告选择研究的外界因素是城市路网密度(km/km²)。

机场内部运营决定着机场的综合实力,机场的综合实力影响着旅客的最终选择。机场的发展形态里,机场运输生产统计的核心指标中选取客运吞吐量和起降架次;航站楼面积体现机场的服务水平;航线数量、运营航空公司数量和通航城市数量反应航空公司的运营水平。

综合机场客运辐射范围的内部、外部运营影响因素考虑分析之后,设置了以下客运吞吐量、起降架次、航站楼面积、航线数量、运营航空公司数量、通航城市数量以及城市路网密度(km/km²)七个指标构建机场综合实力评价体系。

3.1.2. 数据说明

北京大兴国际机场和首都机场是京津冀机场群的门户机场,在国际航线上有一席之地;京津冀其他机场主要负责国内航线。针对京津冀机场群的特点,选择研究京津冀国内航班的辐射范围;北京大兴国际机场于2019年9月通航,数据不完整,故选择首都机场。

综上,我们选取了京津冀机场群中的8个机场:北京首都机场、天津滨海国际机场、石家庄正定机场、邯郸机场、唐山三女河机场、秦皇岛北戴河国际机场、承德机场、张家口宁远机场的数据作为分析对象,综合计算辐射范围。

本研究所用数据来自民航资源网、百度百科、各城市年度报告、统计年鉴及交通运输局数据,选择采用2018年的数据作为分析样本。

3.2. 综合因子参数计算

以下各参数的检验及计算,均依据京津冀8个机场综合实力影响因素的基础数据。

3.2.1. 数据的信度及效度检验

在进行因子分析之前,首先运用SPSS19.0软件对变量进行信度及效度检验。通过KMO(Kaiser-Meyer-Olkin)和Bartlett球形检验(Bartlett Text of Sphericity)(表1),判断变量是否适合作因子分析。从表可以看出KMO统计量为0.705,大于0.6,根据统计学家Kaiser给出的标准,因子分析具有可行性。Bartlett球形检验给出的相伴概率为0.000,小于显著性水平0.05,因此拒绝Bartlett球形检验的零假设,即变量间具有较强的相关性,认为适合做因子分析。综合判断本文所选取的数据适合作因子分析,具备统计学意义。

Table 1. Test of KMO and Bartlett

表 1. KMO 和 Bartlett 的检验

KMO 取样适切性量数		0.705
	近似卡方	121.071
巴特利特球形度检验	自由度	21
	显著性	0.000

3.2.2. 计算矩阵的特征值和贡献率

采用主成分分析法提取因子,得到因子的总体方差解释表。结果显示,提取一个特征根大于1的因子作为主因子,特征根 $\lambda = 6.382$,主成分的累计方差贡献率达91.171%,即涵盖了大部分信息。这表明

第一个主成分能够代表最初的 7 个指标来分析京津冀机场群的发展水平，故提取第一个指标即可。

3.2.3. 因子旋转

选择最大方差法对因子载荷图进行旋转，得到旋转后的因子分析结果以及因子旋转的示意图，也被称为因子空间载荷图(图 1)。

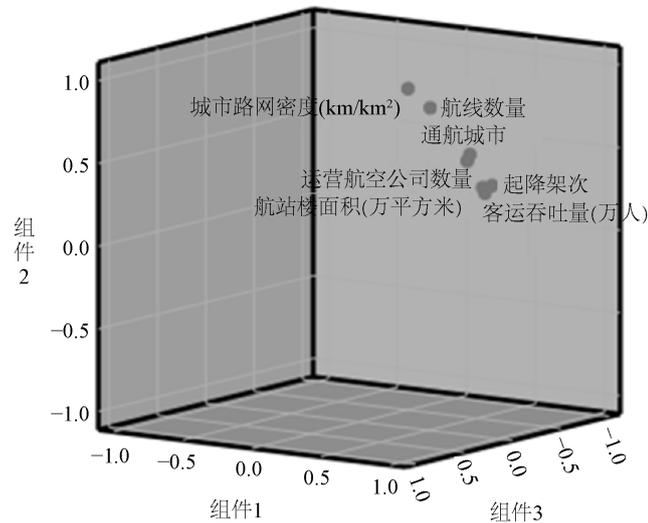


Figure 1. Components in the rotated space
图 1. 旋转后的空间中的组件

从结果看出，指标客运吞吐量、起降架次、航站楼面积、航线数量、运营公司数量、通航城市、城市路网密度决定了第 1 主因子。主要表现机场内部运营因素，定义为机场发展的综合实力因子。

3.2.4. 京津冀地区 8 个机场综合因子得分

以因子的方差贡献率作为权重将因子得分进行加总得出综合因子(表 2)。

Table 2. Component scores of 8 airports in the Jing-Jin-Ji in 2108

表 2. 2018 年京津冀 8 个机场主因子得分

机场	FAC1_1	综合因子	排名
北京首都机场	2.16313	5.46	1
天津滨海国际机场	0.66121	1.67	2
石家庄正定机场	0.20153	0.51	3
邯郸机场	-0.54144	-1.37	4
秦皇岛北戴河国际机场	-0.56370	-1.42	5
唐山三女河机场	-0.60389	-1.53	6
张家口宁远机场	-0.64427	-1.63	7
承德机场	-0.67258	-1.70	8

从表可知，北京首都机场、天津机场、石家庄机场综合因子得分较高。本文拟将这些得分大于 0 的机场视为具有辐射能力的机场，重点对这三个机场的辐射半径进行测算。

3.3. 其他参数的计算

3.3.1. 衰减因子 β

根据京津冀区域总面积，求得 $D = 19077$ 平方千米，本文共选择京津冀地区的 8 个机场，故 $T = 8$ ；根据计算的机场综合因子得分，得分大于 0 的机场具有辐射效应，所以 $t = 3$ ，根据式(3)，最后计算出阻尼系数 $\beta = 0.0167$ 。

3.3.2. 可达性

本文选取京津冀中综合实力排名靠前的 8 个城市作为京津冀区域的旅客源地，主要通过网络地图测算地面距离值 c_{jm} 。源地 j 到达机场 k 的地面距离如表(表 3)，数据 c 单位为 km。

Table 3. Ground distance from sources to radiant airports

表 3. 各源地至辐射机场地面距离

源地	目的机场		
	北京首都	天津滨海	石家庄正定
北京	29	129	259
天津	149	24	293
石家庄	322	329	40
邯郸	477	473	197
唐山	188	116	390
秦皇岛	299	256	520
承德	212	280	486
保定	188	195	109

由公式(4) (5)可知基于竞争目的地的机场可达性(表 4)

Table 4. Airport accessibility based on competition destinations

表 4. 基于竞争目的地的机场可达性表

源地 j	目的地机场 k		
	北京首都机场	天津滨海国际机场	石家庄正定机场
北京	0.220086674	3.441137244	3.645047445
天津	1.142184073	0.508003476	1.640798369
石家庄	0.27756066	0.30052062	0.040243007
邯郸	0.02267385	0.024457329	0.003509341
唐山	0.262009695	0.270665796	0.530686638
秦皇岛	0.027911529	0.045783386	0.073446447
承德	0.019140841	0.183895686	0.202608445
保定	0.162900529	0.358829428	0.343413841
S_k	0.266808481	0.64166162	0.809969192

4. 辐射半径

由上述计算可知，为机场 k 综合因子得分， $\beta = 0.0167$ ，所得值的数量级的最小值在百分之一，阈值 $\theta = 0.01$ ，以下将从 $\rho = 1$ 与 $\rho = -1$ 两种情况，由公式(2)求得辐射半径如表 5：

Table 5. Airport hinterland/km
表 5. 机场辐射范围/km

机场	$r_k (\rho = 1, \theta = 0.01)$	$r_k (\rho = -1, \theta = 0.01)$
北京首都机场	298.2871137	456.5175541
天津滨海国际机场	279.8981812	333.0352095
石家庄正定机场	222.8183573	248.058964

综合实例结果，可以得到以下分析：

1) 北京首都机场辐射范围最大且显著大于区域内其他机场，天津滨海国际机场和石家庄正定的机场的辐射强度较弱。

2) $\rho = -1$ 的情况下三个机场的辐射强度均大于 $\rho = 1$ 情况下的辐射强度。

3) 在 $\rho = 1$ 的情况下，北京首都机场的辐射范围略大于天津滨海国际机场；而在 $\rho = -1$ 的情况下，北京首都机场的辐射强度远大于滨海国际机场。因此北京首都机场在竞争状态下辐射优势明显，天津滨海国际机场在合作状态下辐射优势与北京首都机场相近。

5. 结论

研究京津冀地区机场的辐射范围可以促进京津冀地区各机场合理分工，明确机场定位，促进京津冀地区机场协调发展。本文基于改进 Wilson 模型研究得出京津冀地区机场的辐射范围，并总结得到以下结论：① 机场发展的综合实力最大程度上决定了机场的空间吸引力，而机场发展的综合实力主要由机场自身运营情况决定，同时城市交通的密度也对其产生一定影响；② 京津冀地区具有辐射能力的机场为北京首都机场、天津滨海国际机场以及石家庄正定机场，其中北京首都机场辐射能力最强，天津滨海国际机场和石家庄正定机场辐射能力较弱；③ 改进的 Wilson 模型加入竞争目的地影响参数后，得出分别在竞争型力量和凝聚型力量为主导时，各机场的辐射范围的变化。可以明显看出京津冀地区机场竞争状态下的机场辐射范围大于凝聚状态下的机场辐射范围。且在合作状态下，北京首都机场与天津滨海国际机场的辐射范围较为相近。无论竞争或是合作状态下，北京首都机场辐射强度都是最大。

通过计算与分析，机场运营的内部情况对机场辐射范围的影响最大。其中，运营航空公司数量，通航城市，起降架次，航站楼面积四项指标在机场发展的综合实力因子成分比例中占据前四。而北京首都机场的这四项指标都远高于其他机场，因此不论何种市场环境下，北京首都机场的辐射范围都大于其他机场。

研究机场的辐射范围对于协同发展、资源分配具有重要意义。机场间的辐射范围具有一定的相对性，基于改进 Wilson 模型计算得出的辐射范围并非完全准确，有一定的研究意义但还有待改进。同时除却机场自身运营情况，机场的外部环境也存在很多影响因素，如何提高指标体系的完整性以及参数计算的科学性，使得到的机场辐射范围结果更加精确，还有待相关学者们的进一步探索。

资助项目

中国民航大学大学生创新创业计划 IEXCAUC2019023。

参考文献

- [1] 陈思宇. 成都双流机场发展潜力分析——基于机场辐射力范围的视角[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南财经大学, 2013.
- [2] 李强强. 机场客运辐射区与陆侧交通网络耦合机理研究[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 合肥工业大学, 2015.

- [3] 陈雨亭, 曾小舟, 王进贤. 基于改进 Wilson 模型的机场辐射范围研究[J]. 华东交通大学学报, 2017, 34(5): 56-64.
- [4] 张新民, 汝宜红, 王瑞江, 等. 基于 Wilson 模型的区域物流园区辐射能力研究[J]. 物流技术, 2010, 29(2): 41-43.
- [5] 刘晓明, 夏洪山. “城市对”航空客运量与机场辐射域优化[J]. 系统工程, 2007, 24(10): 64-69.
- [6] 陈雨亭. 多机场辐射域及竞合效应研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京航空航天大学, 2018.
- [7] 宋媛. 基于 Wilson 模型改进的物流节点空间相互作用分析[J]. 合肥学院学报, 2014, 31(5): 113-116.
- [8] Choi, J.H., Wang, K., Xia, W., *et al.* (2019) Determining Factors of Air Passengers' Transfer Airport Choice in the Southeast Asia—North America Market: Managerial and Policy Implications. *Transportation Research Part A: Policy & Practice*, **124**, 203-216. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.03.008>