

文章编号:1005-0523(2020)05-0066-08

国航中转航班时空间分布特性及影响研究

张生润, 郑海龙

(南京航空航天大学民航学院, 江苏 南京 211106)

摘要:以中国国际航空公司(简称国航)在北京首都机场(PEK)的国内转国际中转航班为研究对象,从时空间维度研究其中转时间分布特性,提出可变最大中转时间、喂给能力和喂给利用指数3个表征指标,并构建回归模型分析其影响。结果表明国内经PEK中转西欧、东北亚、北美和东南亚的最大中转时间参考阈值均不同,同时,国航在PEK对喂给能力强的始发机场的直达航班利用程度不高。模型估计结果验证了表征中转时间时空间分布特性的指标对国航首都机场的中转航班量产生显著影响。结果将为全服务航空公司在其枢纽机场构建航班波系统结构提供理论参考。

关键词:中转航班;最大中转时间;喂给能力;喂给利用指数;国际市场

中图分类号:[U8];F561

文献标志码:A

本文引用格式:张生润,郑海龙. 国航中转航班时空间分布特性及影响研究[J]. 华东交通大学学报,2020,37(5):66-73.

Citation format:ZHANG S R,ZHENG H L. Study on characteristics and impacts of temp-spatial distribution for air china's indirect flights[J]. Journal of East China Jiaotong University,2020,37(5):66-73.

DOI:10.16749/j.cnki.jecjtu.2020.05.010

2018年11月26日,中国民航局在《新时代民航强国建设行动纲要》中强调“加大对主基地航空公司航线航班资源配置,打造具有全球竞争力、服务全球的世界级超级承运人”^[1]。全服务航空公司能否在其枢纽机场优化航班资源配置,生产高质量的中转航班产品,已成为其全球竞争力的重要表现。

国外学者对全服务航空公司在其枢纽机场构建航班波系统结构开展了大量深入研究。部分学者研究了航空公司航班时刻构建机理^[2],提出了航班波系统结构的基础理论^[3]。许多学者研究了航班时刻协调及航班波系统构建对航空公司网络结构^[4]、机场直接和间接连通性的影响^[7-8]等方面。国内学者已开始关注中国全服务航空公司对其枢纽机场稀缺时刻资源配置问题。王伟^[9]以30 min为单位,采用航班数量、航班频率和占航班总量比重3个指标将一天的时刻划分为10个区间,并对不同时刻区间赋予了不同属性,该研究对航班时刻精细化管理提供了地理学角度的参考。进一步,王成金等^[10]在中国航空公司重组背景下研究了四大航空公司集团在北京、上海、广州三大枢纽机场的时刻资源配置特征,明确了枢纽机场时刻资源配置的主体应当为航空公司,且大型基地航空公司比小型航空公司具有更强的时刻资源配置能力。但是以上研究忽略了枢纽机场在全服务航空公司轴辐式网络结构中发挥的中转作用,时刻资源配置的关键是为航空公司创造更多的中转衔接机会。仅有部分学者关注了枢纽机场中转能力的评估^[11-12]、以及通过构建航班波系统结构提高枢纽机场中转能力的优化模型^[13-18],但都从枢纽机场的角度而不是首位全服务航空公司角度分析。

近来,黄洁^[19]从航班中转可能性角度识别出三大航的航班波系统结构基本形态。该研究明晰了航班波系统构建的关键要素及其相互作用关系,但是对关键要素的阈值确定,如最大中转时间,仍直接参考欧洲市场的取值,未考虑中国航空市场区别于欧洲的政策和市场特征。

本文以国航在首都机场的国内转国际中转航班为研究对象,从时空间维度分析其中转时间分布特性,确定最大中转时间阈值。同时,从空间维度提出评估国航国内始发机场对首都机场国际航班喂给能力的指标,进而分析表征中转时间分布特性的指标对中转航班数量的影响。

收稿日期:2020-03-04

基金项目:国家自然科学基金项目(41701120,61603178)

作者简介:张生润(1985—),女,讲师,博士,研究方向为航空运输网络与经济。E-mail:zhangshengrun@nuaa.edu.cn。

1 基本概念和研究方法

1.1 最大中转时间概念及计算方法

中转是与直达相对的一种航空运输方式,从航线空间连接方式上看,中转航线由两条直达航线连接而成,构成中转航线的每一条直达航线通常称为航段,当两个航段由具有不同航班号的航班连接时,该航班称为中转航班。因此,对旅客而言,从始发机场到达目的机场时,需要在枢纽机场进行换乘。因此,中转时间是指乘坐中转航班的旅客在枢纽机场换乘时的等待时间。中转时间分为最小中转时间和最大中转时间。前者是指机场为保证旅客和行李换乘、以及飞机过站所设置的最小安全保障时间,该值对单个机场来说通常是固定的。后者是指旅客所能接受的最大等待时间,对旅客而言,中转航班的吸引力随着等待时间的增大而减小,目前该指标的取值是不确定的。

已有研究对最大中转时间的确定往往是假设一个定值,如 120 min 等,但未给出取值依据^[3,8,14,20,21]。与以上研究仅给出单个定值不同,DANESI A 认为最大中转时间是旅客能接受的最大等待时间和在该时间内中转航班数量的权衡产物,通过在最小中转时间和最大中转时间之间设置中间中转时间,为中转航班赋予不同质量^[8]。总结以上研究,最大中转时间的确定需要考虑 3 个因素:① 不同类型航班(如,国内转国内、国内转国际、国际转国内以及国际转国际)的最大中转时间取值不同;② 不同地理区域(如东南亚和欧洲等)的最大中转时间取值应不同;③ 在实际数据中,数值最大的中转时间并不能作为最大中转时间的阈值,因为该值可能超过了旅客能忍受的最大等待时间,可在最小中转时间和实际中转时间的最大值之间选择合适的值作为最大中转时间,而时间区间和中转航班数量将为最大中转时间的确定提供定量依据。

因此,本文提出的计算最大中转时间的方法步骤为:

第 1 步:将实际数据中所有出现的中转时间划分为若干区间;

第 2 步:考察每个区间内的中转航班数量及比重;

第 3 步:将中转航班数量占比最大的时间区间确定为最大中转时间产生目标区间,将该区间称为“目标区间”,目标区间中转时间的平均值即为最大中转时间。

同时,为了校准基于目标区间计算的最大中转时间,分别定义了“次目标区间平均中转时间”和“整体平均中转时间”两个指标,其中,次目标区间是指步骤 3 中中转航班数占比排名第二的时间区间,计算该区间内中转时间的平均值获得次目标区间平均中转时间;而整体平均中转时间为包括所有时间区间的中转时间的平均值。

1.2 航班中转时间空间分布特性分析方法

最大中转时间的确定是从时间维度分析不同目的区域的航班的中转时间分布特性,为了更全面地揭示航班中转时间分布特性,本文进一步从空间维度展开分析,采用的指标分别为始发机场喂给能力和枢纽机场对始发机场喂给直达航班利用指数(简称“喂给利用指数”)。在空间上,中转航班由始发机场、枢纽机场和终到机场连接而成(如图 1 所示),从始发机场到达枢纽机场的航班称为进港航班,而从枢纽机场出发到达终到机场的航班称为离港航班。通过对枢纽机场时刻进行高效组织和配置,在某个始发机场和终到机场间,一个进港航班可与多个离港航班衔接,从而生成数量较多和质量较高的一次中转航班(indirect connection)。同时,始发机场的一个进港航

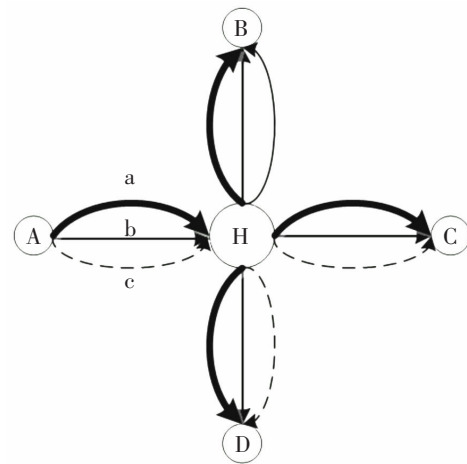


图 1 喂给能力和喂给利用指数计算示例图

Fig.1 The calculation illustration of feeding ability and feeding utilization index

班可与多个终到机场的离港航班衔接,其多个进港航班也可与多个终到机场的离港航班衔接,从而实现枢纽机场网络的范围经济。

始发机场喂给能力是指针对某个始发机场,一天内能够实现与多个终到机场离港航班衔接的进港直达航班数^[19],这些直达航班可由不同航空公司在不同时刻提供。枢纽机场利用某个始发机场的直达航班,在一天内与多个终到机场实现连接,将产生的一次中转航班数与始发机场喂给直达航班数的比值,称为喂给利用指数。如图1所示,一天内始发机场A对枢纽机场H的喂给直达航班数为3个,H通过直达航班a、b、c产生的到达终到机场B、C和D的一次中转航班分别有3个(粗实线)、4个(细实线)和2个(虚线),则H对A的喂给利用指数为 $(3+4+2)/3=3$ 。

1.3 中转航班时空分布特性的影响分析

在明确表征中转时间分布特性相关指标的定义和计算方法的基础上,基于,进一步建立多元回归模型研究其对国航在首都机场中转航班量的影响,除选择最大中转时间、喂给能力和喂给利用指数作为自变量外,模型还考虑可用座位数、直达距离和绕行系数等因素的影响,如公式(1)所示

$$Con_i = \alpha_0 + \alpha_1 MaxCT_i + \alpha_2 FeedingAbility_i + \alpha_3 FeedingUtilization_i + \alpha_4 OriginH_i + \alpha_5 OriginM_i + \alpha_6 Seat_i + \alpha_7 GCD_i + \alpha_8 Circuity_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

其中: $\alpha_0 \sim \alpha_8$ 表示估计系数; ε_i 表示误差项; Con_i 为因变量,表示第*i*条中转航线上的中转航班量; $MaxCT_i$ 表示中转航线*i*的最大中转时间; $FeedingAbility_i$ 表示连接中转航线*i*的始发机场的喂给能力; $FeedingUtilization_i$ 表示PEK在中转航线*i*上对始发机场的喂给利用指数; $OriginH_i$ 表示连接中转航线*i*的始发机场是否为喂给能力强的机场,若是,其值为1,否则为0; $OriginM_i$ 表示连接中转航线*i*的始发机场是否为喂给能力中等的机场,若是,其值为1,否则为0; $Seat_i$ 表示中转航线*i*的总座位数; GCD_i 表示连接中转航线*i*的始发和终到机场间的直达距离,用km表示; $Circuity_i$ 表示中转航线*i*的绕行系数,其值等于连接中转航线的两个航段的直达距离之和减去始发终到机场间的直达距离。

2 样本与数据

本文以国航在首都机场国内转国际中转航班为研究对象,国航是中国载旗航空公司,首都机场是中国最主要的枢纽机场和国际门户机场之一,2018年起降架次为601 876,居全国第一。表1所示为2018年服务首都机场的各航空公司航班数量所占比例分布,可以看出,国航在首都机场航班数量所占比例约40%,远远高于其他航空公司,因此,国航为首都机场的主导航空公司。

表1 首都机场各航空公司航班量占比分布(2018年)
Tab.1 The distribution rate of flights for carriers at PEK (2018)

航空公司名称	航班数量/架次	比例/%
中国国际航空	238 848	39.7
中国南方航空	88 640	14.7
中国东方航空	82 183	13.7
海南航空	58 748	9.8
厦门航空	14 343	2.4
四川航空	11 427	1.9
山东航空	10 438	1.7
深圳航空	10 107	1.7
首都航空	7 924	1.3
其他	79 218	13.2
合计	601 876	100.0

本文数据来源为全球航班计划数据供应商 OAG (Official Airlines Guide) 提供的“Connections Analyser”模块,该模块提供全球 811 家航空公司的航班计划和中转衔接数据,包括始发、终到和中转机场、航班号、承运航空公司、出发时刻、到达时刻、航班频率、运营天数以及座位数等。根据研究目标,选取由国航承运的从中国国内机场出发经首都机场中转至全球其他国家机场的全部一次中转航班,其中,涉及全球区域有 8 个,分别为东北亚、东南亚、南亚、西欧、东欧、北美、太平洋西南和中东。研究时间为 2018 年 7 月 16 日,通过统计 2018 年夏秋航季国航在首都机场各周的中转航班数,发现 2018 年 7 月 15 日~21 日为最繁忙的一周,而 7 月 16 日是该周中最繁忙的一天,因此选择该典型日进行分析。

为了确定最大中转时间阈值,首先划分中转时间长度区间,国航在首都机场的最小中转时间为 90 min,数据显示中转时间的最大值为 480 min,以 60 min 为间隔,将 90 min 以上的中转时间划分为 7 个区间,分别是[90,120),[120,180),[180,240),[240,300),[300,360),[360,420)和[420,480)。对每一个区间,计算落入该区间的中转航班数,若某个中转航班对应的中转时间位于以上某个区间内,则该中转航班计入该区间内。

以 60 min 为时间间隔,将[0,480]划分为 7 个时间区间,但由于国航在首都机场的最小中转时间为 90 min,因此区间 [60,120)写作[90,120)。

3 国内转国际航班中转时间分布特性分析

3.1 始发和目的区域分析

国航经首都机场的中转航班将国内的 86 个机场与全球其他国家和地区的 36 个机场相连,共提供 3 061 个一次中转航班。如表 2 所示,国航经首都机场的国内转国际航班中,始发机场分布在中国七大地理分区,一次中转航班量占比最大的是华东地区,最小的是华北地区,体现了经济与政治联系、以及地理空间距离对中转航班选择的影响。首都机场位于华北地区,对于该地区旅客而言,选择乘坐高铁/高速公路到达首都机场,再乘坐直达航班到达目的地,比直接选择始发机场—首都机场—目的机场的中转航班更节省时间和成本。

表 2 始发和目的区域一次中转航班量空间分布

Tab.2 The spatial distribution rate of flights based on origin and destination regions

始发机场区域	中转航班比重/%	目的机场区域	中转航班比重/%
华东	32.5	西欧	25.4
西北	22.1	东北亚	22.6
东北	14.7	北美	18.9
西南	13.5	东南亚	15.1
华南	6.8	东欧	6.4
华中	6.1	南亚	4.7
华北	4.3	太平洋西南	3.7
		中东	3.3
总计	100.0	总计	100.0

在目的区域中,国内经首都机场的中转航班流向最多的区域为西欧,其次为东北亚,体现了国航网络中首都机场在连通国内至这两个区域的重要作用。西欧、东北亚、北美和东南亚四个区域占据了中转航班总量的 81.9%,因此重点分析目的机场位于这四个区域的中转航班

3.2 最大中转时间确定

国航经首都机场的国内转国际航班的中转时间整体分布范围为[90,480],各时间区间内的一次中转航班数分布如表3所示,占比最多的区间为[120,180),大约有20%,而约有19%的航班的中转时间介于180~240 min。与学者们给出的欧洲全服务航空公司在其枢纽机场的欧洲转洲际航班最大中转时间为90 min^[3]~180 min^[23],以及中国全服务航空公司在其枢纽机场的国内转国际航班最大中转时间为210 min^[20]相比,国航仍有46.9%的国内转国际航班的中转时间超过240 min,因此,最大中转时间应当基于具体航空公司的具体枢纽机场确定,不能一概而论。

表3 不同时间区间的一次中转航班量分布
Tab.3 The distribution rate of connecting flights based on time periods

区间/min	一次中转航班量	比重/%
[90,120)	405	13.2
[120,180)	624	20.4
[180,240)	594	19.4
[240,300)	450	14.7
[300,360)	378	12.3
[360,420)	331	10.8
[420,480)	279	9.1
总区间	3 061	100.0

最大中转时间也与枢纽机场所服务的目的区域相关,图3所示为国航从国内出发经首都机场中转去往四个最主要目的区域的航班在不同时间区间的分布情况。去往西欧、东北亚、北美和东南亚的航班中,占比最多的区间分别为 [180,240)、[120,180)、[120,180) 和 [300,360), 占比第二的区间分别为[120,180)、[180,240)、[180,240)和[360,420)。由于目标区间代表了最大中转时间的最终确定区间,四个区域的目标区间的不同意味着其最大中转时间取值也将不同。同时,比较四个区域的中转航班量在各时间区间的占比分布发现,国航对不同目的区域的中转航班采用差异化的时刻配置模式。西欧和北美呈现“下宽上窄”模式,意味着国航优先安排绝大多数飞往西欧和北美航班在首都机场的衔接,以最小化其中转时间。东北亚呈现“均匀分布”模式,而东南亚呈现“下窄上宽”模式,对于国内至东南亚市场而言,首都机场作为其中转机场在地理区位上并不处于中心位置,存在明显的绕行,中转时间超过240 min的航班占大约65%,意味着旅客对较长中转时间的容忍程度较高,由此推测,国航服务市场中,经首都机场中转飞往东南亚的旅客类型可能以对时间不敏感而价格敏感的经济舱旅客为主。

基于以上分析,表4计算得到不同区域的最大中转时间阈值。通过计算目标区间平均中转时间得到四大区域最大中转时间参考阈值分别为:西欧205 min,东北亚150 min,北美145 min,东南亚330 min。而根据次目标区间平均中转时间,得到四大区域的可选最大中转时间参考阈值分别为:西欧150 min,东北亚205 min,北美205 min,东南亚390 min。除西欧外,其他三个区域的最优最大中转时间参考阈值均低于可选最大中转时间参考阈值,此外,除东南亚外,其他三个区域的最优最大中转时间参考阈值均低于整体平均中转时间。

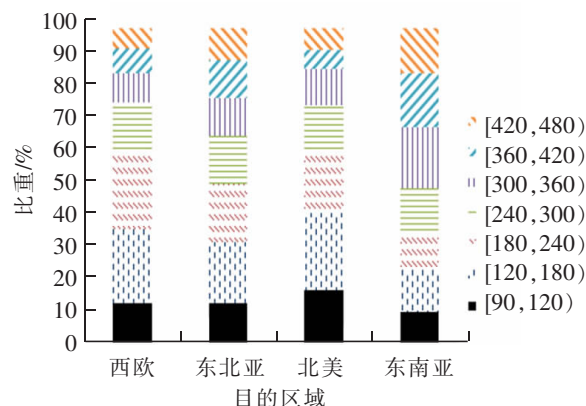


图2 基于目的区域和时间区间的一次中转航班量分布
Fig.2 The distribution rate of connecting flights based on destination regions and time periods

表4 不同目的区域最大中转时间确定
Tab.4 The maximum calculation of connecting time based on destination regions

区域	目标区间/min	目标区间平均中转时间/min	次目标区间/min	次目标区间平均中转时间/min	整体平均中转时间/min
西欧	[180,240)	205	[120,180)	150	230
东北亚	[120,180)	150	[180,240)	205	250
北美	[120,180)	145	[180,240)	205	230
东南亚	[300,360)	330	[360,420)	390	290

从为旅客提供高质量中转航班角度来讲,最大中转时间阈值设置地越小,航空公司生产的中转产品对旅客的吸引力就越大,否则可能导致中转旅客的流失。Zhang等^[24]研究发现,由于首都机场拥堵,致使其国际中转客流量溢出至其他更有竞争力的国内和国际枢纽机场。因此,对国航而言,要提高首都机场的枢纽连通性,构建更加科学的航班波系统,应当设置基于不同区域的、阈值相对较小的最大中转时间参考值。

3.3 国航航班中转时间空间分布特性分析

根据上文定义,分别采用始发机场喂给能力和喂给利用指数分析国航航班中转时间的空间分布特性。喂给能力强的机场为杭州、成都、上海虹桥和重庆;喂给能力中等的机场为深圳、大连、西安和广州;其他机场的喂给能力相对较弱。对于成都、杭州、上海、重庆等喂给能力强的始发机场,国航在首都机场对其直达航班的利用率并不高,而太原、大同、乌兰浩特、乌海等喂给能力小的始发机场的喂给利用指数反而比较高。

4 中转航班时空间分布特性影响研究

表5所示为采用最小二乘法对模型进行估计的结果,所包括的8个变量除绕行系数外,均对国航经首都机场中转的国际航班量产生显著影响。

在5%的显著性水平上,可变最大中转时间对国航首都机场的中转航班量产生负影响,最大中转时间的增加将导致中转航班量的少量减少。可见最大中转时间应当根据不同的国际目的区域采取差异化设置,不能简单地采用单一固定值,也不能直接采用适用于世界其他国家和地区的取值。

喂给能力和喂给利用指数都对国航首都机场的中转航班量产生显著的正影响。喂给能力和喂给利用指数的增加均使得中转航班量在较小程度上增加。该结果证明了喂给能力和喂给利用指数对枢纽机场的中转航班量具有显著影响,可为全服务航空公司中转航线产品设计提供参考。始发机场喂给能力的大小对中转航班量的影响不同,相比喂给能力小的机场,喂给能力强的始发机场连接的中转航班量更少,分别减少0.5和

0.3个单位该结果从统计学上验证了国航在首都机场对喂给能力强的机场的航班利用效率不高。这反映了国航在构建以首都机场为主枢纽的轴辐式网络结构时,未充分考虑次级枢纽的培育,进而形成多枢纽轴辐式网络结构,该结构已被欧美大型全服务航空公司证明是一种缓解主枢纽拥堵、避免容量限制带来发展限制的更合理的网络结构类型^[25]。在次级枢纽形成后,喂给能力小的机场可不与主枢纽连接,而直接与次级枢

表5 最小二乘法估计结果

Tab.5 The estimation result of ordinary least squares

变量	估计结果
常数项	0.447*** (0.123)
<i>MaxCT</i>	-4.44e-04** (1.79e-04)
<i>FeedingAbility</i>	0.047*** (0.013)
<i>FeedingUtilization</i>	0.006*** (0.001)
<i>OriginH</i>	-0.547*** (0.151)
<i>OriginM</i>	-0.251** (0.101)
<i>Seats</i>	0.005*** (2.21e-04)
<i>GCD</i>	-5.36e-05*** (7.04e-06)
<i>Circuitry</i>	4.34e-04 (8.17e-04)
样本数	1,219
<i>R-squared</i>	0.912

(注:括号中显示异方差稳健型标准差。*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$ 。)

纽连接,支撑次级枢纽的发展;喂给能力相对较大的机场可保持与主枢纽的连接,形成频率更高、密度更大的“运输通道”。

可用座位数的增加使得中转航班量小幅度增加。航线直达距离的影响也较为显著且为负,航线直达距离的增加致使中转航班量略微减少。航线绕行系数的影响不显著,在中国特殊的、仍以管制为主导的背景下,国内转国际航线的开通受政策影响较大,国际航空运输的实现通常需签订双边协定,在协定中规定国际航线必须经过几个特定的城市,其中包括了 PEK。因此,尽管存在地理空间上的绕行,某些国际航线仍需在 PEK 中转。

5 结论

本文从时间和空间两个角度研究了国航在首都机场的航班中转时间分布特性。从时间维度,提出了最大中转时间参考阈值计算方法,通过总结国航从中国国内经北京首都飞往不同国际目的区域中转航班的分布规律,确定了最大中转时间参考值。从空间维度,提出了采用喂给能力和喂给利用指数两个指标研究国航在首都机场的中转航班空间分布情况。并进一步采用多元回归模型研究了中转时间分布特性对国航首都机场中转航班量的影响。

结果表明:① 国航国内转不同国际目的区域航班的分布呈现不同模式,最终确定的不同国际目的区域最大中转时间参考阈值也不同,且其值的设定,对中转航班量影响显著。② 空间分析结果表明国航在首都机场构建国际中转航班时对喂给能力强的始发机场的直达航班利用程度并不高,而喂给能力弱的机场的喂给利用指数反而较高。喂给能力和喂给利用指数的综合应用更全面地反映了为枢纽机场提供喂给航班的始发机场的空间分布情况,为全服务航空公司航线网络结构构建和评价提供了新思路。

基于研究结果,对国航航班运行提出如下建议:① 为了避免国际中转客流溢出至其他更有竞争力的枢纽机场,国航应当设置基于不同区域的、阈值相对较小的最大中转时间参考值,以提高首都机场的枢纽连通性,构建更加科学的航班波系统。② 在轴辐式网络结构建设时,国航应注重次级枢纽的培育,以形成多枢纽轴辐式结构。

参考文献:

- [1] 中国民航局. 民航局关于印发新时代民航强国建设行动纲要的通知[EB/OL]. [2019-07-26]. http://www.caac.gov.cn/XXGK/XXGK/ZFGW/201812/t20181212_193447.html.
- [2] REYNOLDS-FEIGHAN A. Traffic distribution in low-cost and full-service carrier networks in the US air transportation market [J]. *Journal of Air Transport Management*, 2001, 7(5):265-275.
- [3] BURGHOUWT G, DE W J. Temporal configurations of European airline networks[J]. *Journal of Air Transport Management*, 2005, 11(3):185-198.
- [4] BURGHOUWT G, HAKFOORT J, RITSEMA V E J. The spatial configuration of airline networks in Europe[J]. *Journal of Air Transport Management*, 2003, 9(5):309-323.
- [5] BOOTSMA P D. Airline flight schedule development: analysis and design tools for european hinterland hubs[D]. Universiteit Twente, 1997.
- [6] DENNIS N P. Scheduling strategies for airline hub operations[J]. *Journal of Air Transport Management*, 1994, 1(2):131-144.
- [7] IVY R L. Variations in hub service in the US domestic air transportation network[J]. *Journal of Transport Geography*, 1993, 1(4):211-218.
- [8] DANESI A. Measuring airline hub timetable co-ordination and connectivity: definition of a new index and application to a sample of European hubs[J]. *European Transport*, 2006, 34:54-74.
- [9] 王伟. 枢纽机场航班时刻资源配置的时空网络模式——以北京首都国际机场为例[J]. *地理学报*, 2013, 68(6):762-774.

- [10] 王成金,王伟,王姣娥. 基于航空公司重组的枢纽机场航班配置网络演变——以北京、上海和广州为例[J]. 地理研究,2015,34(6):1029-1043.
- [11] 杨新渥,齐莉. 枢纽机场中转水平度量评价研究[J]. 中国科技论文,2015,10(7):803-807.
- [12] 王玫. 基于国际市场的运输服务优化研究——以中国大型机场的中转服务优化为例[J]. 北京科技大学学报(社会科学版),2013,29(4):105-112.
- [13] 李学哲. 基于最大中转机会的枢纽机场航班波构建[D]. 天津:中国民航大学,2016.
- [14] 齐莉. 基于航班波运行的枢纽机场航班时刻优化研究[D]. 天津:中国民航大学,2016.
- [15] 张生润,郑海龙,胡越. 产品差异化对航空公司进入国际市场影响研究[J]. 华东交通大学学报,2019,36(6):55-63.
- [16] 刘振. 枢纽机场航班波优化研究[J]. 交通企业管理,2015,30(7):69-71.
- [17] 孙启玲,苏欣. 首都机场航班波分析与优化[J]. 中国民用航空,2013(10):30-31.
- [18] 李雯. 枢纽机场航班波构建方法研究[D]. 南京:南京航空航天大学,2010.
- [19] 黄洁,王姣娥. 枢纽机场的航班波体系结构及其喂给航线的空间格局研究[J]. 地理科学,2018,38(11):1750-1758.
- [20] HUANG J,WANG J. A comparison of indirect connectivity in Chinese airport hubs: 2010 vs. 2015[J]. Journal of Air Transport Management,2017,65:29-39.
- [21] GOEDEKING P. Networks in Aviation[M]. Berlin Heidelberg: Springer,2010:37-44.
- [22] DENNIS N. Scheduling strategies for airline hub operations[J]. Journal of Air Transport Management,2013,1(3):131-144.
- [23] DANESI A. Measuring airline hub timetable co-ordination and connectivity: definition of a new index and application to a sample of European hubs[J]. European Transport TrasportiEuropei,2006,34(5):54-74.
- [24] ZHANG S,FUELLHART K,WANG Y,et al. Congestion spillover effects of Chinese hub airports on international connecting traffic[J]. Transportmetrica A:Transport Science,2019:1-21.
- [25] RYERSON MS,HIM H. Integrating airline operational practices into passenger airline hub definition[J]. Journal of Transport Geography,2013,31:84-93.

Study on Characteristics and Impacts of Temp-spatial Distribution for Air China's Indirect Flights

Zhang Shengrun,Zheng Hailong

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

Abstract: This paper investigates the temporal and spatial distribution characteristics of connecting time for Air China's connections at its hub airport - Beijing International Airport (PEK) for domestic to international connecting flights. Three indicators, i.e., maximum connecting time, feeding ability and feeding utilization index, were proposed to characterize the indirect connections. A multivariate regression model was further established to study their impacts. The result shows that the threshold of maximum connecting time varies among different regions. Meanwhile Air China does not fully explore the nonstop flights of origin airports when creating indirect connections. The model shows that factors representing the characteristics of connecting time have significant impacts on the number of indirect flights. The results will provide a theoretical basis for Chinese full-service carriers to build wave-system structure in their hub airports.

Key words: indirect connection; maximum connecting time; feeding ability; feeding utilization index; international market