

# 近10年来海南航空网络空间格局及演化研究

焦敬娟<sup>1,2</sup>, 王姣娥<sup>1</sup>

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所 区域可持续发展分析与模拟  
重点实验室, 北京 100101; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

**摘要:**以海航航空为研究对象,从企业尺度探讨其近10 a来的重组、收购和扩张对其航空网络空间结构及航空枢纽变迁的影响。研究发现:海南航空网络整体明显向北扩张,平均航距呈下降趋势;航班集中在少数通航城市和航线,但集聚趋势有所下降;并在中国全国和部分区域已基本形成了“轴-辐”模式为主、“点-点”模式为辅的空间结构,航空枢纽由海口、北京和西安转变为西安、北京和海口;首位联系度下降明显,进一步表明网络由集聚向均衡化发展。

**关键词:**航空公司重组;航空网络;海南航空

**中图分类号:**K902      **文献标识码:**A      **文章编号:**1000-0690(2014)05-0571-09

航空运输地理学作为交通运输地理学的重要分支学科,其发展历史比较短。航空运输地理学主要是研究航空线路起讫点和中途航空港的位置、功能和规模等级,即航空线路和航空港的布局<sup>[1]</sup>。目前,国内外对航空网络结构及演化机制的研究主要集中在对航空网络的拓扑关系<sup>[2-7]</sup>、航空网络的“轴-辐”系统<sup>[8-13]</sup>、航空网络的复杂性<sup>[14-22]</sup>以及航空市场自由化对结构演化的影响<sup>[23-31]</sup>等方面。其中,对航空网络“轴-辐”系统的探讨一直是研究的热点。

1978年,美国国会通过的《放松空运管制》法案,引发了美国乃至全球的航空放松管制。航空公司为了应对市场竞争,不断探索高效的运营组织模式,导致航空运输组织模式的变化,并促进了轴-辐理论的进一步发展。目前,已有一些学者对中国航空公司重组的空间效应进行研究。国内学者金凤君等通过对中国航空公司重组过程及其对中国航空网络结构的影响分析,认为航空公司的重组将会在很大程度上提高航空运输的效率<sup>[31]</sup>;国外学者Zhang等在系统分析1997年以来中国航空政策变化的基础上,认为中国航空公司的重组是面对国外航空市场化的自然反映<sup>[32]</sup>;Shaw等通过对比2001年和2004年中国主要航空公司网络结

构的变化,研究了政府导向型的航空公司重构对当地网络结构和竞争的影响<sup>[26]</sup>,等等。海航集团作为中国最大的股份制航空公司,为应对日益自由化的航空市场,近些年来开始对一些航空子公司进行重组与并购。针对于此,本文以海南航空为研究对象,重点研究近10 a海航航空网络空间结构的演化,一定程度上可以反映航空市场放松管制对航空网络空间结构的影响。

## 1 研究对象和数据来源

1993年,海南航空以海口为基地正式投入运营,这是国内首家采纳股份制的航空公司。目前,海南航空已经成长为仅次于国航、南航和东航的国内第四大航空集团。因此,对放松管制前后海南航空的网络格局、枢纽及其演变分析具有重要意义。本文数据来源于2004年(10月31日~2005年3月26日)和2012年(3月25日~10月27日)海航官方网站上公布的航班时刻表,包括通航城市、航线和航班数据。选择这2个年份的原因是,2002年海航集团完成了对海南航空、长安航空、新华航空、山西航空的重组(简称海南合并四家),形成具有一定规模的航空网络,并统一使用“HU”航空代

收稿日期:2013-01-23; 修订日期:2013-09-28

基金项目:国家自然科学基金项目(41371143、41171107)资助。

作者简介:焦敬娟(1988-),女,河南安阳人,博士研究生,主要从事交通运输地理与区域发展研究。E-mail:jiaojingjuan@163.com

通讯作者:王姣娥,副研究员。E-mail:wangje@igsrr.ac.cn

码。至2004年,其航线、航班的调整已基本完成,航空网络趋于稳定。之后,海航航空公司先后兼并和重组了祥鹏航空(2006年)、西部航空(2007年)、大新华航空(2007年)、天津航空(2009年)、首都航空(2010年)等航空公司。2012年为可获得的最新数据,海航航空数据由海南合并四家、天津航空、祥鹏航空、西部航空、首都航空、大新华航空等航空公司航班数据构成。这2个年份的对比研究可以在一定程度上反映航空放松管制对航空企业航线网络扩张和航班调整的影响。

研究以通航城市作为节点,对于拥有2个及以上机场的城市,将其数据进行合并。对于经停航线A-B-C,分解为A-B和B-C两条航段,不区分航线方向。所有数据经处理后共得到2004年通航城市78个、航线315条、航班5 263次,2012年通航城市111个、航线415条、航班12 232次。本研究所采用的社会经济数据来自于2011年《中国统计年鉴》和《中国城市统计年鉴》<sup>[33,34]</sup>。

## 2 通航城市空间格局及演化

### 2.1 通航城市网络向西部扩张较为明显

通航城市总体增加,但空间分布不均衡,空间格局从“北多南少、东多西少”转为“西多东少”,整体有向均衡发展的态势。2004年,海南航空在全国的通航城市仅78个,2012年增加至111个。从东、中、西三大地带分析,2004年中国东部地区通航城市数量为27个,占总量的34.6%;中部地区30个,占总量的38.5%;西部地区21个,占总量的26.9%。东中西差异不甚明显,但东部略多于西部。2012年,东部地区通航城市较2004年仅增加了3个,中部地区增加了8个,西部地区增加了1倍多(22个)。空间差异从“东多西少”转为“西多东少”。从五大机场群分析(图1),2004年海航通航城市布局数量最多的是北方机场群,其次为华东机场群和南方机场群,而西北机场群和西南机场群的通航城市数量相对较少。2012年,海航通航城市布局第1位和第2位的机场群没有变化,而第3位则从南方机场群变为西北机场群。在绝对数量上,西北机场群中新增通航机场数量最多,达11个,其次为华东、西南和西北机场群,为8~9个,中南机场群则减少1个。从省区分析,各省区通航城市个数的差异较大,2004年和2012年标准差分别3.0和1.8,有差异减少的趋势。具体分析,2012年

通航城市分布较多的省区为新疆维吾尔自治区和内蒙古自治区,数量均在10个以上。但海航集团并没有在西藏通航。

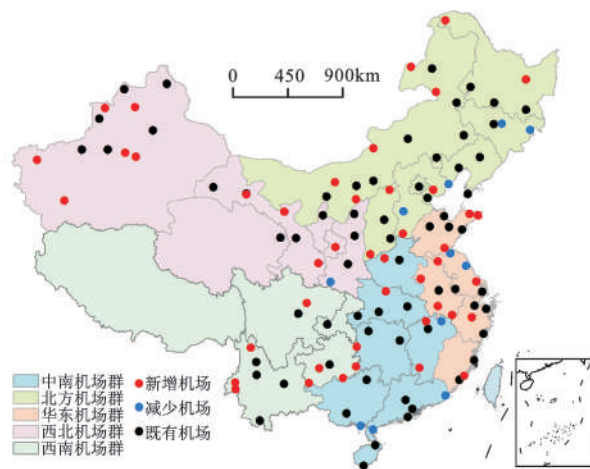


图1 2004年和2012年海航通航机场空间分布  
Fig.1 Spatial distribution of airports with scheduled flights by Hainan Airlines in 2004 and 2012

### 2.2 空间密度呈现出“北密南稀,东稠西疏”格局

从单位面积的通航机场数量分析,呈现出东中西递减的梯度格局。2004年和2012年东部地区的密度分别为0.26个/ $\text{km}^2$ 和0.29个/ $\text{km}^2$ ;中部地区为0.11个/ $\text{km}^2$ 和0.13个/ $\text{km}^2$ ;而西部地区仅为0.04个/ $\text{km}^2$ 和0.08个/ $\text{km}^2$ 。从单位人口通航机场数量分析,表现为相同的趋势,即东部的通航密度相对较高,中部次之,而西部最低。从五大机场群分析(表1),2004年西北机场群单位人口通航城市数量相对较多,而华东、中南和西南分布相对较少,低于全国的平均值;2004年西北机场群单位人口通航城市数量相对较多,而华东、中南和西南分布相对较少,低于全国的平均值;2012年除中南机场群以外,其他机场群的单位人口通航城市数量均有所增加,其中以北方和西北机场群增加较为明显。从省区分析,2004年新疆、内蒙古和海南单位人口通航城市数量相对较多,而四川和河南等人口较多的省份,单位人口通航城市分布较少。此外,新疆、内蒙古、甘肃和贵州等单位人口通航城市数量有明显的增加。

### 2.3 通航率有所提升但空间差异较大

在全国机场格局中,2012年海航集团的通航率(指各区域海航集团通航的机场占该区域总机

场的比重)总体有所提升,但省区间通航率差异较大。2004年,海南航空在全国机场总的通航率为56.9%,2012年提高至64.6%(表1)。在空间分布上,华东和西北机场群的通航率明显提升,均高于全国平均通航率,西南机场群的通航率有所提升,但仍较低;北方机场群和中南机场群的通航率有所下降,且中南机场群的通航率低于海南航空网络的平均通航水平。从省区来看,安徽、北京、甘肃、贵州、海南、湖北、内蒙古、陕西、上海和天津等10个省和直辖市的通航率为100.0%;其次为山东、新疆、河南、福建、江西、陕西、云南、广东、浙江和黑龙江等,其通航率均在50.0%以上。而四川和江苏相对通航率都较低,仅有2个机场通航。

表1 海航通航机场在五大机场群的分布

Table 1 Spatial distribution of airports with scheduled flights by Hainan Airlines in 2004 and 2012

区域	2004年			2012年		
	通航机 场(个)	通航率 (%)	每亿人 机场数(个)	通航机 场(个)	通航 率(%)	每亿人 机场数(个)
中南机场群	18	81.8	4.5	19	70.4	4.3
北方机场群	24	88.9	8.7	31	68.9	11.7
华东机场群	14	37.8	4.3	24	61.5	6.6
西北机场群	15	68.2	12.4	24	75.0	23.8
西南机场群	7	24.1	3.6	15	46.9	8.3
总计	78	56.9	5.8	113	64.6	8.5

注:北京包括首都机场和南苑机场,上海包括虹桥机场和浦东机场。

3 航线距离及空间分布特征分析

3.1 平均航距

航线数量和总里程明显增加,但平均航距呈下降趋势,且航距频数呈偏正态分布。2004年海

南航空拥有航线315条,航线总里程43.0万km<sup>2</sup>,2012年增加至415条和48.2万km<sup>2</sup>,平均航线距离从1364km<sup>2</sup>下降为1162km<sup>2</sup>,下降幅度达到17%。从海南航空航线长度频数分布图分析,总体呈偏正态分布特征(图2),即短程航线(即航距在500km<sup>2</sup>以下)和长程航线(即航距在2000km<sup>2</sup>以上)比重相对较少,航距在均值附近的航线占有较大的比重。2004年短程航线占总航线数量的11%,而长程航线占总航线数量的19.7%;2012年短程航线比重上升至12.05%,而长程航线比重下降至10%。短程航线比重基本不变、长程航线比重明显减少、中程航线比重明显增加,导致2012年航线总里程基本不变而平均航距呈下降趋势。

3.2 航线分布

2004年航线主要分布在北方机场群-中南机场群、北方机场群内部及北方机场群-华东机场群之间,其约占总航线数量的1/3(表2)。2012年,五大区之间的航线数量总体增加,其中,增加最多的是华东-中南机场群之间的航线联系,往返航线共增加32条航线,增加近1.2倍;其次是北方机场群内部航线数量,其往返航线数量增加了近1倍左右(27条),并在2012年跃升为航线分布最多的区域;此外,北方-华东机场群、西南-中南机场群之间的航线增加了22条;值得注意的是,减少的航线均集中在西北机场群与4个大区之间,减少总量达到46条;而西北机场群内部的航线数量保持不变。由此可见,在西北机场群通航机场增加的情况下,其航线总量反而下降,导致单位机场的通航航线下降。究其原因,西北机场群对外联系的减少,且机场群内部城市之间联系多通过西安和乌鲁木齐中转(近90%)。尽管航线在空间分布上有所变化,但2012年海航的航线联系仍主要集中在北方机场

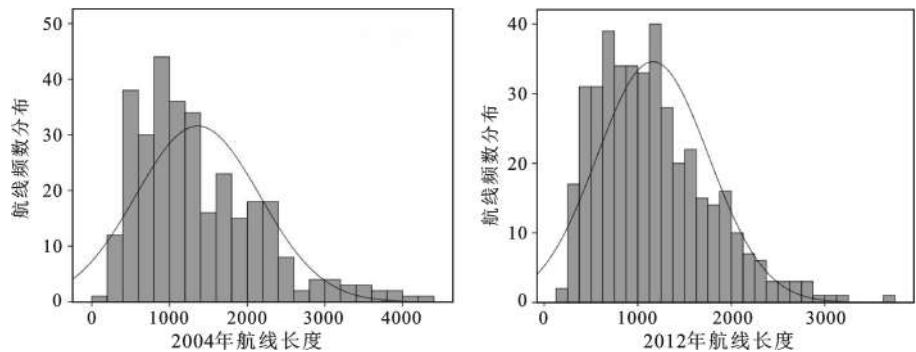


图2 海航航线长度分布

Fig.2 Frequency distribution of Hainan airlines' flight distance



表2 海航航线五大机场群(区)空间分布

Table 2 Spatial distribution of Hainan Airlines' air routes in the five multi-airport groups

2004年			2012年			变化量
往返航线	班次	位序	往返航线	班次	位序	
北方-北方	35	2	北方-北方	62	1	27
北方-华东	33	3	北方-华东	55	2	22
北方-西北	25	5	北方-西北	23	3	-2
北方-西南	14	11	北方-西南	17	4	3
北方-中南	46	1	北方-中南	51	5	5
华东-华东	16	10	华东-华东	25	6	9
华东-西北	24	6	华东-西北	5	7	-19
西南-华东	4	14	华东-西南	13	8	9
华东-中南	24	7	华东-中南	56	9	32
西北-西北	18	9	西北-西北	18	10	0
西北-中南	26	4	西北-中南	7	11	-19
西南-西北	12	12	西北-西南	6	12	-6
西南-西南	4	15	西南-西南	20	13	16
西南-中南	11	13	西南-中南	33	14	22
中南-中南	23	8	中南-中南	24	15	1

群内部及其与其他机场群之间。

### 3.3 航线数量和平均航距变化影响因素

航线数量的变化主要集中在2004年和2012年均通航机场间,通航机场数量的变化对其影响较小;而平均通航航距的减少则是由新增和减少航线引起的。此外,2012年较2004年短程航线比重的变化受到新增航线和减少航线的共同影响,而远程航距的航线比重的变化主要是受到减少航线的影响。2012年较2004年新增了243条航线,减少了143条,净增加了100条航线。结合通航城市的变化进一步分析发现,减少的航线中有20条是由于通航城市的减少引起的,仅占总减少航线的1/7;而增加的航线中有82条是由于新增通航城市引起的,约占总航线的1/3。这表明航线的增减主要受既有通航城市的影响。同时分析发现,新增航线中有近15%的航线的航距小于500 km<sup>2</sup>,仅约4%的航线航距大于2 000 km<sup>2</sup>,新增航线航距均值为900 km<sup>2</sup>,远小于2004年航线的航距均值。由此可见,新增航线航距偏小是导致平均航距下降的原因之一。此外,航距减少航线中有11%的航线航距小于500 km<sup>2</sup>,但约23%的航线航距在2 000 km<sup>2</sup>以上,减少航线航距均值为1 477 km<sup>2</sup>,远大于2012年航线航距的均值。因此,减少航线的航距偏长更进一步加剧了平均航距的下降。

## 4 航班统计及空间分布特征分析

### 4.1 通航城市航班集聚趋势呈下降趋势

通航城市平均航班量呈现出增加的趋势,但集聚趋势有所降低。从总量来看,2004年通航城市往返航班量为5 263班,2012年增加了一倍多,达12 232班。从通航城市平均航班量来看,也表现出近似的趋势,即每个城市的平均航班量从2004年的67.5班增加至2012年的110班。从城市航班的位序-规模分布分析,呈现出幂指数分布特征(图3)。即航班数量主要集中在少数城市,但航班占有率呈现出下降趋势(表3)。2004年,前10位通航城市的航班量约占总量的52.5%,2012年下降至约42.8%,下降了近10个百分点;与此同时,前3位城市的航班占有率从27.4%下降为17.5%,也下降了近10个百分点。但北京、西安和海口一直位居前3位。与此相反的是,航班的首位度增加,由2004年的1.04上升至2012年的1.16,首位城市由海口迁至西安。进一步分析发现,2004年海南航空网络以海口、北京和西安为枢纽,而2012年航空网络则演变为以西安、北京和海口为枢纽,且天津、呼和浩特、重庆和乌鲁木齐的地位明显提升。

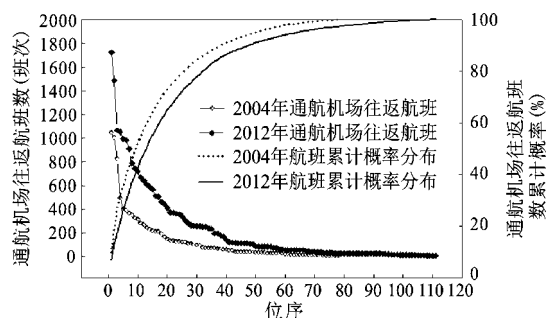


图3 通航城市航班规模位序规模及累计概率分布

Fig.3 Rank-size distribution of nodal flights by Hainan Airlines in 2004 and 2012

航班量的变化主要是由于共有通航城市航班数量变化而非通航城市增减引起的。从2004年和2012年通航城市航班变化来看,一共减少了6 969班。分析航班减少的原因发现,其中有89.64%的航班增加是由于原有通航城市航班量变化引起的,12.25%的航班增加是由于新增通航城市所致,1.89%的航班减少是由于通航城市数量的减少引起的,表明航班量的变化受通航城市增减的影响

表3 2004年和2012年海南航空通航机场  
往返航班次数前10位机场

Table 3 Top10 airports with flight number in 2004 and 2012

序号	2004年			2012年		
	城市	往返航班 (班次)	比重 (%)	城市	往返航班 (班次)	比重 (%)
1	海口	1045	9.93	西安	1724	7.05
2	北京	1006	9.56	北京	1486	6.07
3	西安	828	7.87	海口	1068	4.37
4	广州	492	4.67	天津	1052	4.30
5	太原	398	3.78	呼和浩特	994	4.06
6	乌鲁木齐	394	3.74	重庆	984	4.02
7	深圳	365	3.47	乌鲁木齐	910	3.72
8	宁波	352	3.34	三亚	790	3.23
9	天津	327	3.11	武汉	744	3.04
10	银川	314	2.98	广州	718	2.93
	合计	5521	52.45	合计	10470	42.80

注:每个通航航班连接2个城市,因此在每个通航城市只统计为0.5次。

较少,而受共有通航城市之间航班量变化的影响较大。具体分析发现,西安、呼和浩特、重庆、天津、三亚、武汉、乌鲁木齐和郑州等城市航班量增加较为明显,增加航班量在500次以上;其中,重庆和天津分别为西部航空(2006年通航)和天津航空(2009年通航)的主要运营基地;西安作为海南航空的主要运营基地,其地位也有明显的提升;呼和浩特航班数量的变化主要集中于与内蒙古自治区内其他城市之间通航的航班量增加导致。新增航班前10位城市中,均为2004年和2012年共有通航城

市。在减少的航班城市中,西宁和银川的航班量减少较为明显,减少航班量在200次以上。其次是湛江、汉中和宁波等,减少了在40次以上。同时,在减少航班前10位的城市中除盐城、石家庄、连云港3个城市不在通航外,其他为2004年和2012年均通航城市。

空间分布上,航班向北扩张明显。2004年各区域通航城市平均航班呈现出中南和西部较多的格局,而2012年北方和中南平均航班分布量较多(图4)。北方通航航班量的分布和通航机场的分布相一致,均位于首位。而西北地区2012年通航城市数量明显增加,而通航航班量的比重的变化呈现减少的趋势。2004年北方地区通航城市航班总量约占总航班量的28%,中南地区约占28%,两地区约占全国的近60%的航班量,成为全国航班分布量较多的地区;西北地区约占21%,华东地区约占14%,西南地区约占9%。2012年相对于2004年略有变化,北方、华东、西南地区的比重有所增加,分别为34%、25%、17%;而西北和中南地区比重降低,以西北地区最为明显。从通航机场城市的空间分布上来看(图5),航班呈不均衡分布,主要集中在部分核心城市。2004年航班量主要集中在北京、天津、广州、海南、西安、太原等城市,分布比较分散。2012年航班量较大的城市数量明显增加,北方以北京、天津和呼和浩特为主,中南以三亚、海口和广州为主,西南地区以重庆为主,西北以西安和乌鲁木齐为主,中南以武汉为主的区域性结构。从全国层面上来看,主要以西安和北京

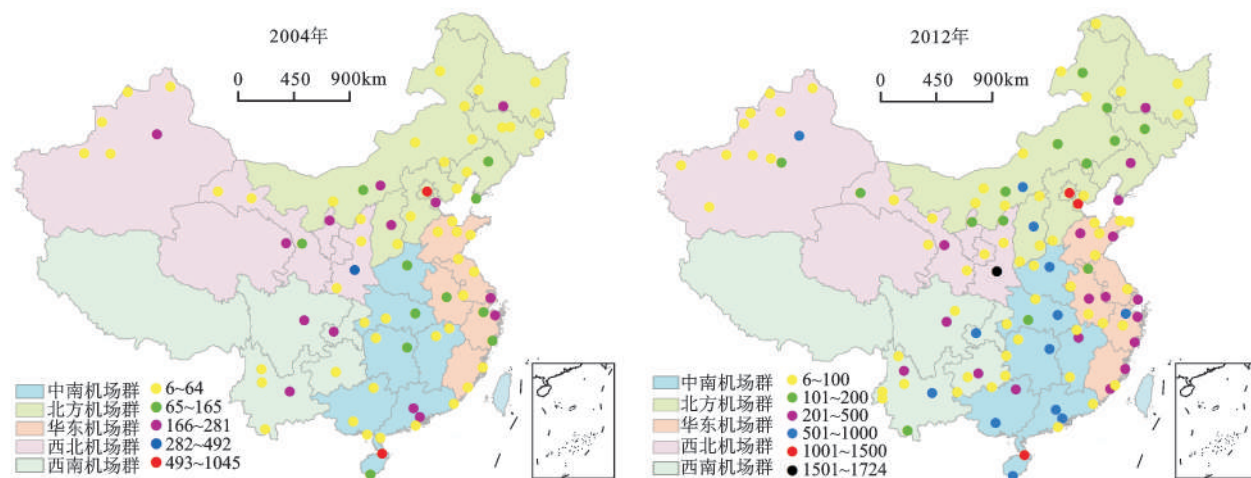


图4 2004年和2012年海南航空通航机场往返航班次数空间分布(班次)

Fig.4 Spatial distribution of Hainan airports' flights in 2004 and 2012

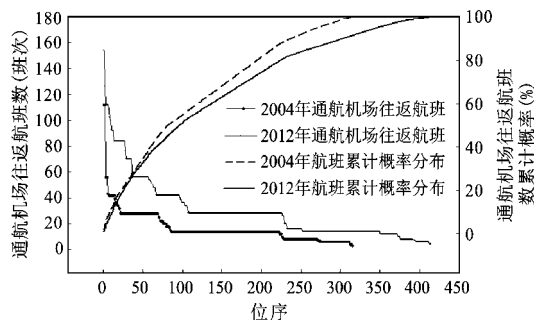


图5 通航航线航班规模位序及累计概率分布

Fig.5 Rank-size distribution of airlines' flights of Hainan airlines in 2004 and 2012

航班量最多。

#### 4.2 航空网络“轴-辐”和“点-点”模式并存

从航线航班的位序-规模来看,呈现出幂指数分布特征,但其集聚特征不如通航城市航班分布(图5)。2004年61.9%的航线占有80%的航班,而同年仅30%的通航城市已占有80%的航班;2012年,前3位航线仅占有3.2%的航班量,仅为城市航班占有率(17.5%)的1/5,前10位航线仅占有9%的航班量,远低于对应城市的航班占有率(42.8%)。以上均表明航线航班的集聚性不如城市航班。

从空间上分析,航线航班的空间布局向北扩张明显。如图6所示,2004年航线航班网络主要以海口、西安和北京为枢纽,向外辐射。2012年,呼和浩特、乌鲁木齐等枢纽形成明显。从每周往返航班前10位的航线来看,2004年依次为海口-深圳(112班)、海口-广州(112班)、北京-西安(56班)

班)、北京-海口(56班)、西安-榆林(56班)、北京-上海(43班)、广州-银川(42班)、北京-太原(42班)、西安-银川(42班)和西安-西宁(42班),主要是围绕海口、北京和西安向外辐射。其中以广州-海口、深圳-海口之间的航班最多主要是由于受琼海海峡的影响;2012年航班量分布前10位航线主要为西安-榆林(154班)、呼和浩特-锡林浩特(112班)、乌鲁木齐-库尔勒(112班)、西安-兰州(112班)、三亚-郑州(112班)、西安-杭州(108班)、海口-重庆(1020班)、呼和浩特-乌兰浩特(100班)、北京-呼和浩特(92班),这些航线主要围绕西安、呼和浩特及乌鲁木齐向外围展开。而核心城市之间的往返航班量减少,如北京和西安之间的航班(56班)仅为西安和榆林之间航班的1/3。这主要是受新增的天津航空仅经营支线航空业务的影响。

航线航班量变化的主要原因是由于共有节点之间航线增加所致,而减少航线和共有航线对整个网络航班量的影响不大(表4)。从通航节点分析,共有节点之间航班量的变化是导致航班量变化的主要原因,其贡献率约为95.26%;从航线分析,2012年航班量的增加主要是由于新增航线所致,其贡献率达到88.31%。再具体分析通航航班变化量最大的10条航线发现:相比2004年而言,2012年每周航班量增加较多的前10位航线包括库尔勒-乌鲁木齐(112班)、三亚-郑州(112班)、大连-天津(106班)、呼和浩特-锡林浩特(106班)、海口-重庆(102班)、西安-榆林(98班)、西安-杭州(94班)、呼和浩特-乌兰浩特(92班)、三亚-武汉

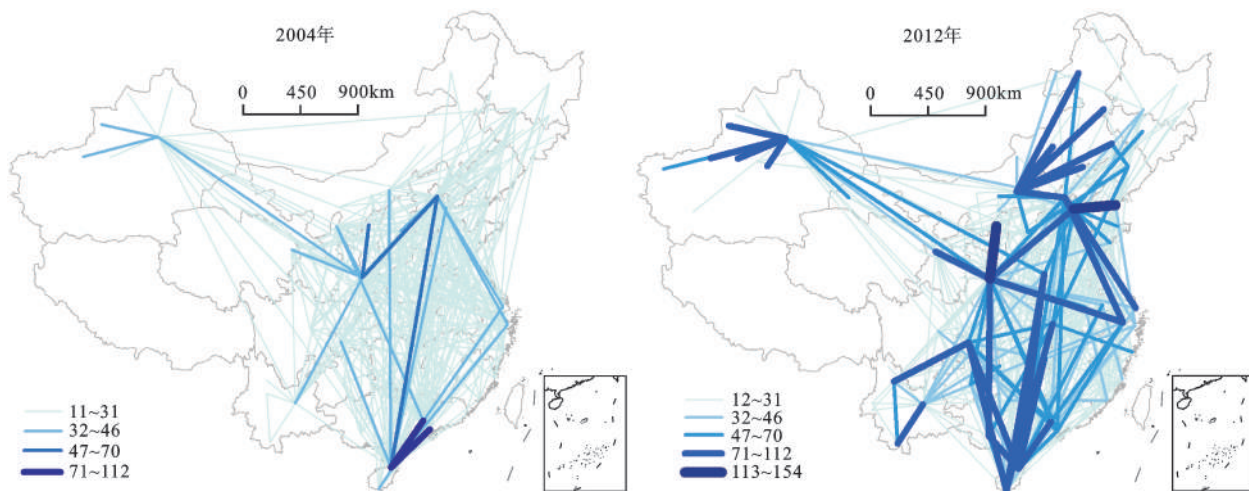


图6 2004年和2012年海南航空公司航线和航班次数分布(单位:班/周)

Fig.6 Spatial distribution of Hainan airlines and flights in 2004 and 2012(Unit: number/week)



(92班)、西安-兰州(87班),增加的航线主要围绕西安、呼和浩特等城市展开。且在这十位航线中,仅库尔勒-乌鲁木齐、三亚-郑州、海口-重庆、三亚-武汉等为新增航线,其余六条为既有航线的航班增加。每周航班减少的前十位航线包括海口-深圳(-64班)、广州-银川(-42班)、海口-广州(-36班)、海口-天津(-36班)、海口-呼和浩特(-34班)、海口-重庆(-32班)、包头-广州(-28班)、海口-包头(-28班)、北京-太原(-28班)、成都-哈尔滨(-28班),减少航线主要围绕海口、广州等城市展开;在这10条航线中,除海口-深圳、广州-海口、北京-太原在2012年仍运营外,其余航线均已停航。

表4 航线及节点变化对航班变化的贡献率  
Table 4 Contribution of air routes and node changes to flight change

航线类型	航班变化量(班)	贡献率(%)	航线类型	航班变化量(班)	贡献率(%)
共有节点-共有节点	6639	95.26	新增航线	6066	87.04
共有节点-新增节点	1708	24.51	减少航线	-1976	28.35
共有节点-减少节点	-1272	-18.25	共有航线	2879	41.31
减少节点-减少节点	-106	-1.52			
合计	6969	100	合计	6969	100

注:新增节点指2012年相比2004年开通航的节点,减少节点指2012年相比2004年停航的节点,共有节点指2004年和2012年均通航的节点;新增航线指2012年相比2004年新开通的航线,减少航线指2012年相比2004年停航的航线,共有航线指2004年和2012年均运营的航线。

海航航空网络的分布呈现出“轴-辐”和“点-点”模式并存(图6)。2004年通航城市航班首位联系的城市主要集中在北京、西安和海口三个城市,联系度分别为37.2%、25.6%和23.1%。2012年首位联系城市演变为北京、西安、呼和浩特和乌鲁木齐等,但联系比重有所下降。如以北京和西安为首位通航城市的比重下降为14.1%,并列为第1位。而海口首位联系度的排名由第2下降为第7。从五大机场群来看,2004年北方机场群的71.9%通航机场以其他机场群的城市作为首位城市;2012年该比重下降至16.2%,且形成了以呼和浩特、北京、天津为首位城市的区域航空网络。而华东机场群一直以北京为主要的首位通航城市。对于西北机场群而言,2004年的首位城市并不明显,而

2012年50%以上选择乌鲁木齐作为首位联系城市。对于西南机场群而言,首位联系城市则由2004年区外的北京、广州和海口演化为2012年区内的贵阳和昆明。同样,对于中南机场群而言,首位联系城市则由海口和北京演变为海口、重庆和西安。综上所述,虽然海航航空网络整体上各个通航城市的“轴心”作用降低,“点-点”模式仍存在,但北京和西安作为枢纽地位的格局没有改变。且从机场群的角度分析,西北、北方、西南机场群的区域内部“轴心”已经形成,即海南航空网络在局部区域已经形成了以“轴-辐”模式为主的网络结构。

5 结论与讨论

本文以海航集团重组为背景对比分析了其通航城市、航线以及航班分布的空间特征及演变,探讨了航空公司重组对海南航空网络空间结构的影响。研究发现,海南航空通航城市的分布在三大地带和五大机场群尺度均呈现均衡化的发展趋势,与全国机场的布局演化相一致。而航线数量虽然呈增加趋势,但平均航距却有所减少,与全国趋势相同(全国国内平均航线距离由2004年的1 116 km<sup>2</sup>下降至2012年的1 081 km<sup>2</sup>),即全国与海航新增(或重组吞并)的航线均以中短程航线为主。从空间上分析,海航航空网络逐步向北扩张,其核心枢纽也随之向北迁移,即从海口、北京、西安演变为西安、北京、海口,公司总部所在地海口在整个网络中的重要性下降。另一方面,海航的枢纽布局也与全国航空网络的枢纽(北京、上海、广州)有所不同,表明以公司为主体的航空网络构建,会综合考虑政策、航空公司的地方性、市场需求与竞争等多方面的因素,更多的是寻求区域性而非全国性的航空市场。当然,本文仅仅采用航线和航班来评价海南航空网络的空间结构,缺乏对其复杂网络结构特征以及中心性方面进行分析,在未来的研究中可进行延伸。同时,为进一步了解放松管制对海南航空网络空间结构的影响,未来可对放松管制政策、海航重组、网络扩张及航空市场与利润方面进行综合研究,并对放松管制前后不同航空公司的枢纽选择、空间市场份额进行对比分析。

参考文献:

[1] 崔功豪.航空运输地理[C]//.胡乔木.中国大百科全书(地理学

- 卷).北京:中国大百科全书出版社,1995.
- [2] Chou Yuehong. Airline deregulation and nodal accessibility[J]. *Journal of Transport Geography*, 1993, **1**(1): 36-46.
  - [3] Bowen J. Airline hubs in Southeast Asia: national economic development and nodal accessibility[J]. *Journal of Transport Geography*, 2000, **8**(1): 25-41.
  - [4] Suau-Sanchez P, Burghouwt G. Connectivity levels and the competitive position of Spanish airports and Iberia's network rationalization strategy, 2001-2007[J]. *Journal of Air Transport Management*, 2012, **18**(1): 47-53.
  - [5] O'Connor K. Global air travel: toward concentration or dispersal? [J]. *Journal of Transport Geography*, 2003, **11**(2): 83-92.
  - [6] Shaw S L, Ivy R L. Airline mergers and their effect on network structure[J]. *Journal of Transport Geography*, 1994, **2**(4): 234-246.
  - [7] 周 蓓. 四川省民用航空网络的拓扑结构特征及其演化机制[J]. *经济地理*, 2006, **26**(4): 577-580.
  - [8] O' Kelly M E. A geographer's analysis of hub-and-spoke network[J]. *Journal of Transport Geography*, 1998, **6**(3): 171-186.
  - [9] O' Kelly M E. A quadratic integer program for the location of interacting hub facilities[J]. *European Journal of Operational Research*, 1987, **32**(3): 393-404.
  - [10] Morton E O' Kelly. A geographer's analysis of hub-and-spoke networks[J]. *Journal of Transport of Geography*, 1998, **6**(3): 171-186.
  - [11] Patrick J, Gao Song, Gang Yu. Airline network design and hub location problems[J]. *Location Science*, 1996, **4**(3): 195-212.
  - [12] Lin Chengchang. The integrated secondary route network design model in the hierarchical hub-and-spoke network for dual express services[J]. *Production Economics*, 2010, **123**(1): 20-30.
  - [13] 金凤君, 王成金. 轴-辐待服务理念下的中国航空网络模式构筑[J]. *地理研究*, 2005, **24**(5): 774-784.
  - [14] Amaral L, Scala A, Barthélemy M. Classes of small-world networks[J]. *PNAS*, 2000, **97**(21): 11149-11152.
  - [15] Guimerá R, Amaral. Modeling the world-wide airport network [J]. *Eur. Phys. J. B*, 2004, **38**(2): 381-385.
  - [16] Chi Liping, Wang Ru, Su Hang et al. Structural properties of US freight network[J]. *Chin. Phys. Lett.*, 2003, **20**(8): 1393-1396.
  - [17] Bagler Ganesh. Analysis of the airport network of India as a complex weighted network[J]. *Physica A*, 2008, **387**(12): 2972-2980.
  - [18] Ramasco J. Transport on weighted networks: when the correlations are independent of the degree[J]. *Physical Review E*, 2007, **76**(6): 1539-3755.
  - [19] Reggiani A, Nijkamp P, Cento A. Connectivity and competition in airline networks—A study of Lufthansa's network[J]. *Tinbergen Institute Discussion Paper*, 2011, **8**: 1-38.
  - [20] 刘宏鲲, 周 涛. 中国城市航空网络的实证研究与分析[J]. *物理学报*, 2007, **56**(1): 106-112.
  - [21] 王姣娥, 莫辉辉, 金凤君. 中国航空网络空间结构的复杂性[J]. *地理学报*, 2009, **64**(8): 899-910.
  - [22] 莫辉辉, 金凤君, 刘 毅, 等. 机场体系中心性的网络分析方法与实证[J]. *地理科学*, 2010, **30**(2): 204-212.
  - [23] 王法辉, 金凤君, 曾 光. 中国航空客运网络的空间演化模式研究[J]. *地理科学*, 2003, **23**(5): 519-525.
  - [24] Akpoghomeh O S. The development of air transportation in Nigeria[J]. *Journal of Transport Geography*, 1999, **7**(2): 135-146.
  - [25] Gillen D, William G, Morrison. Regulation, competition and network evolution in aviation[J]. *Journal of Air Transport Management*, 2005, **11**(3): 161-174.
  - [26] Shih-Lung Shawa, Feng Lub, Jie Chenb, et al. China's airline consolidation and its effects on domestic airline networks and competition[J]. *Journal of Transport Geography*, 2009, **17**(4): 293-305.
  - [27] Derudder Ben, Witlox Frank. The impact of progressive liberalization on the spatiality of airline networks: a measurement framework based on the assessment of hierarchical differentiation[J]. *Journal of Transport Geography*, 2009, **17**(4): 276-284.
  - [28] Shaw Shih-Lung, Lvy Russell L. Airline mergers and their effect on network structure Original Research[J]. *Journal of Transport Geography*, 1994, **2**(4): 234-246.
  - [29] Andrew R. Deregulation, competition, and antitrust implications in the US airline industry[J]. *Journal of Transport Geography*, 2002, **10**(1): 1-19.
  - [30] Dennis N. Industry consolidation and future airline network structures in Europe[J]. *Journal of Air Transport Management*, 2005, **11**(3): 175-183.
  - [31] 金凤君, 孙 炜, 萧世伦. 我国航空公司重组及其对航空网络结构的影响[J]. *地理科学进展*, 2005, **24**(2): 59-67.
  - [32] Zhang Yahua, Round David K. China's airline deregulation since 1997 and the driving forces behind the 2002 airline consolidations[J]. *Journal of Air Transport Management*, 2008, **14**(3): 130-142.
  - [33] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
  - [34] 国家统计局城市社会经济调查司. 中国城市统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.



## Spatio-temporal Evolution of Hainan Airlines' Network in the Last Decade

JIAO Jing-juan<sup>1,2</sup>, WANG Jiao-e<sup>1</sup>

(1. *Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling/Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*; 2. *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*)

**Abstract:** To face the aviation market liberalization all over the world, Chinese government and airlines have prompted a series of strategies from the 1990s. Hainan Airline as one of the four biggest airlines in China, has reconstructed some small airlines from 1993, which largely reflects the interactions of national strategies and market patterns. Till to 2004, Hainan Airline has recombined Chang'an Airline, Xinhua Airline, Shaanxi Airline, and all these four airlines adopted "HU" as their flight signal and were called "four recombined airlines of Hainan", which stands for the completing of the first stage of airlines recombined. In 2004-2012, Hainan Airline has restructured Tianjin Airline, Western Airline, Changjiang River Express Airlines and so on. Until 2012, Hainan Airline has owned 111 domestic nodes and 415 domestic airlines, compared to these in 2004, the nodes increased 33 and the airlines increased 97. The restructure of airlines leads to the expansion of Hainan airlines, while how these influence the structure of Hainan airline network is not clear. Therefore, this article will analyze the impacts of its reconstruction, acquisition and expansion on the aviation network structure and aviation hub of Hainan Airline for nearly 10 years. To have a clear understanding of the reconstruction pattern, the article studies the changes of the distribution of aircraft network and the flights they own. Through this study, we get several conclusions: Hainan Airline expands its network to north significantly, and the average flight distance has a downward trend; flights are concentrated in a few navigable cities and routes, but the gathering trend declines; the network presents two special patterns, which are "hub-spoke" and "point to point" patterns, while the aviation hubs change from Beijing, Xi'an, Haikou to Beijing, Xi'an; the first contact of the network decreased significantly, which reflects the network tends to be balance.

**Key words:** airlines reorganization; air network; Hainan airline