

文章编号: 1000-0585(2002)03-0276-11

# 从航空运输看中国城市体系的空间网络结构

周一星, 胡智勇

(北京大学城市与环境学系, 北京 100871)

**摘要:** 航空运输是研究城市体系空间结构较为独特但又越来越重要的一个视角。本文以航空港客运量和每周航班数为基础, 通过分析航空网络的结构特点来揭示中国城市体系的结构框架, 并依据航空网络结构形态以及国内外航空联系的变化预测未来城市体系空间结构的可能演变。

**关键词:** 航空港; 航空网络; 城市体系空间结构; 中国

**中图分类号:** K928.5; F562 **文献标识码:** A

## 1 引言

交通运输网络是形成城市体系网络系统的物质条件和必要前提。虽然其中航空运输只涉及我国约 21 % 的城市, 但因为它能够直接反映城市间的交易流和连通度, 越来越多地成为国家和国际级城市体系研究中被广泛应用的一个重要指标<sup>[1]</sup>。国外很早就利用航空运输资料来研究城市体系的结构和变化。Murayama 利用 1976 年加拿大和美国 91 个城市间航空客运资料对加拿大城市系统的开放性和独立性作了定量研究<sup>[2]</sup>。Goetz 研究了 1950 ~ 1985 年间美国航空客流与城市体系变动繁荣的关系<sup>[3]</sup>。Rimmer 把国际航空客货运作为重要指标之一来研究“世界城市”<sup>[4]</sup>和研究东北亚大城市之间的联系<sup>[5]</sup>。相对而言, 国内地理界在这方面的研究还不多见, 顾朝林利用航空资料对我国首位城市网络作过简单分析<sup>[6]</sup>, 郭文炯等依据航空客运资料粗略地划分了中国城市的航空运输职能等级<sup>[7]</sup>, 金凤君则研究了我国大陆航空客流网络体系的地域分异现象<sup>[8]</sup>。

本文试图通过对中国城市的航空港客运量、城市间航线运量、航班频率等数据的分析, 揭示开放条件下中国城市体系空间结构的网络特征, 并根据航空网络的未来变化, 预测城市体系的可能演变, 希望能对理解中国城市体系的空间结构提供一个新的思路。

## 2 开放条件下中国航空港的空间结构特征

航空港是城市对外网络连接的空中门户。拥有民用航空港的城市称为空港城市。绝大多数的空港城市都只有一个机场, 极少数特大城市或大城市有二个或二个以上机场。

改革开放之初的 1980 年全国只有 69 个民用空港, 其中近 41 % 集中在西部, 中部占

收稿日期: 2001-11-19; 修订日期: 2002-03-12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (49771032)

作者简介: 周一星 (1941-), 男, 江苏常州人, 教授, 博士生导师。主要从事城市地理的研究。

36%，东部最低，只占 23%。到了 1998 年全国的航空港飞速增加到 135 个，在总量增加的同时，空间分布格局也发生了变化：东部航空港的数目超过了中西部，占全国的 37.8%。中西部分别下降为 31.1%。80 年代新增航空港绝大多数集中在东部，而 90 年代新增航空港的空间分布较为分散。这种空间扩展趋势反映了中国改革开放开始于东南沿海，然后逐步向沿江、沿边、内陆省会城市推进，直至形成全方位对外开放的格局。与此同时，航空网络布局也打破了 70 年代以前的以北京为中心的结构，初步形成了以若干大城市为多中心的航空网络<sup>[9]</sup>。

2.1 航空网络与城市体系的规模等级高度相关

与其它运输方式相比，航空运输具有及时、高效、灵活的优势，尤其在长距离和国际客运方面的作用愈来愈重要。它不仅是我国经济发达地区综合交通联系的有机组成，更是西部边远地区城市对外联系的重要途径。在航空网络中有着良好连接的结点和门户被认为能提高所在区域的竞争优势<sup>[10,11]</sup>。中国空运市场中营运公司的进入虽然还处于计划控制之下，需经民航总局批准，但绝大多数的航线申请似乎都能得到批准<sup>[12]</sup>。发达的航空运输已成为中国城市迈向国际化的重要标志，它还常常与先进的通讯设施一起被认为是中国城市吸引外资、技术、人才的两个必需要素。

中国航空网络与城市体系的规模等级存在着相互对应的关系，一般来说，城市规模越大，城市的航空客运量就越多。表 1 显示，市区非农人口大于 300 万、100~300 万、50~100 万、20~50 万、小于 20 万城市的平均航空客运量分别为 735 万、143 万、80 万、22 万和 12 万，基本上呈正相关趋势。若把全部城市的非农人口与其航空客运量进行相关分析，相关系数为 0.779。我国所有的超大城市、几乎所有的特大城市以及半数以上的大城市都是空港城市。可以说航空网络的空间格局在很大程度上代表了城市体系空间结构的特征。

表 1 中国城市体系与航空网络对应关系

Tab. 1 The corresponding relationships between urban system and air transportation network in China

人口规模级 (万人)	300	100 ~ 300	50 ~ 100	20 ~ 50	< 20
城市数	7	30	49	206	373
空港城市数	7	27	24	43	29
平均客运量 (人)	7356986	1435592	807269	228155	126695

来源：根据参考文献 [13]、[14] 资料计算

2.2 分散是航空港结构的总体趋势，中间略有波动

集聚与分散是城市体系结构变化中所呈现的对立统一的过程。往往在集聚的过程中有分散，在分散的过程中有集聚，只是不同时期起主导作用的因素有所不同<sup>[15]</sup>。就航空运输而言，分散主导了改革开放以后航空网络结构演变的总体趋势，但中间略有波动。

表 2 列出了 1980、1985、1990、1998 年 4 个年份前 10 位空港城市的航空客运量占全部民航客运总量的比重。从中可以看出，客运量在前 10 位城市中的比重从 1980 年的 72% 下降到 1998 年的 62%，总体上呈分散状况，但 1980~1985 年前 10 位城市的集中度提高了 8 个百分点，有过波动。同时表 2 显示近 20 年来北京、上海、广州自始至终占据着客运量前 3 名的核心位置，只是不同年份的位序有所变换。1980~1998 年一直出现在

前 10 位的城市还有成都、西安，4 个年份中出现过 3 次的城市有昆明、桂林，出现过 2 次的城市有沈阳、重庆和南京。值得注意的是 1998 年深圳、厦门、海口三个特区城市取代一些传统的中心城市，在前 10 位城市中分别排第 4、第 7 和第 8 位。

表 2 中国航空客运量的前 10 位城市（1980~1998）

Tab. 2 The top ten cities in the amount of air passengers in China (1980~1998)

1980	比重	1985	比重	1990	比重	1998	比重
广州	21.02	北京	23.68	广州	19.93	北京	15.53
北京	19.02	广州	20.91	北京	15.90	上海	12.15
上海	9.93	上海	13.64	上海	13.14	广州	11.01
成都	4.97	桂林	5.31	成都	4.66	深圳	4.57
桂林	3.67	成都	4.39	桂林	4.61	昆明	4.37
西安	3.52	西安	4.22	厦门	3.81	成都	3.89
昆明	3.04	昆明	2.81	西安	3.32	厦门	3.10
沈阳	2.40	重庆	1.82	南京	2.38	海口	2.92
乌鲁木齐	2.28	沈阳	1.80	福州	2.38	西安	2.54
重庆	2.19	南京	1.75	海口	2.37	武汉	2.34
前 10 位累计	72.04	前 10 位累计	80.33	前 10 位累计	72.50	前 10 位累计	62.42

来源：根据参考文献 [13] 计算

由于近 20 年中国空港城市的数量已经翻了一番，为了具体分析航空港空间结构演化的细节特征，本文借鉴区域经济学中说明市场集中化程度的赫佛因德指数，构造了一个新的集中化指数（CI），用它来反映近 20 年中国航空客流的集散状况：

$$CI = (\sum_{i=1}^n pi^2 - 1/n) / (1 - 1/n) \tag{1}$$

式中，pi 为每年各空港城市的航空运量占总量的比重，n 为当年空港城市的数目，0 < CI < 1。当 CI 趋于 1 时，航空客运趋于集中；CI 趋于 0 时，航空客运趋于分散。

集中化指数主要反映了航空客运量在新增空港城市与已有空港城市之间的对比关系。如果把新增空港城市的数量和客运量的增加看成是航空网络的水平延伸，已有空港城市客运量的增加看成是航空网络的垂直扩展，那么集中化指数的时间变动可以认为是航空网络水平与垂直两个方向发展速度的相互比照：集中化指数上升，表明垂直扩展速度相对快于水平延伸速度；反之，指数下降，表明水平延伸速度相对快于垂直扩展速度。

表 3 中国航空客流的集中化指数（1980~1998）

Tab. 3 The concentration index of air passenger flow in China (1980~1998)

	1980	1985	1990	1998
全国	0.0878	0.1176	0.0839	0.0632
东	0.1507	0.1791	0.1282	0.1118
中	0.0690	0.1247	0.0790	0.1182
西	0.0823	0.1198	0.1302	0.1452

表 3 中全国集中化指数的变化表明 80 年代前 5 年，航空网络的演化主要体现在已有航空港客运量的增加，航空网络更注重内部连接。1985 年以后，新增航空港成为主导航

空体系演变的主要因素，航空网络更重视网络的广域扩展。分区域看，东中西部的航空网络经历着不同的演变历程，特别是 1985 年以后，三大地带的变化方向更有着明显差异：东部新增航空港的客运增长一直快于已有航空港的增长；而西部地区已有航空港的客运增长一直快于新增航空港，中部地区在 1990 年以前以新增航空港为主，1990 年以后以已有航空港的发展为主。

2.3 网络连接强度存在省区差异，国内与国际网络分布趋势相一致

从图论的观点看，航空网络是由结点（航空港）和连接线（航线）所组成的无向图。全国的航空网络以省区为单元可细分为多个子网。由于经济水平、城镇化水平、地理区位等条件的差异，各子网与网络其它部分的空间联系总量并不相同，在不同方向上也表现出空间差异。一般来说，某个子网对外联系的总量越大，网络连接强度越高，它对于网络的整体连接的贡献就越大，在网络中的地位就越重要。为了量化地反映中国各省区在航空网络中的地位，作者把各省区每周的航班数分为省内、省际、国外三类，用每周省内、省际航班总数来描述省区的国内网络连接强度，用每周飞往国外航班总数来描述省区的国际

表 4 1996 ~ 2001 年中国各省区航空网络连接强度

Tab. 4 The linkage intensity of air transportation network of different regions in China (1996 ~ 2001)

省 区	省内航班比重 ( % )		省际航班比重 ( % )		国际航班比重 ( % )		航班总数 ( 班 )	
	1996	2001	1996	2001	1996	2001	1996	2001
京津冀	0.8	0.3	92.5	80	6.7	19.7	1653	3113
苏沪	1.4	0.3	91.8	81.2	6.8	18.5	1308	2781
广东	4.3	5.2	94.1	90.5	1.6	4.3	1856	3322
福建	2.8	4.7	92	85.7	5.2	9.7	647	1353
辽宁	0	5.8	96.6	86.7	3.4	7.5	531	1285
广西	1.6	5.4	97.9	87.6	0.5	7	378	930
云南	15.9	37.6	81.3	57.6	2.8	4.8	459	1275
山东	0	2.9	98.2	92.3	1.8	4.8	395	1201
川渝	7.6	5.4	92.1	91.5	0.3	3.1	700	1762
陕西	1	8.1	98.2	87.3	0.8	4.6	387	1033
浙江	3.9	7.4	96.1	89.6	0	3	535	1415
吉林	6.2	5.2	92.9	89.4	0.9	5.4	227	348
黑龙江	3.1	0	95.7	94	1.2	6	255	382
新疆	16.67	25.8	80.46	68.6	2.87	5.6	174	411
海南	1.7	2.2	98.3	96.3	0	1.4	423	1250
湖北	1.5	9.7	98.5	89.1	0	1.2	405	1044
湖南	5	7.4	95	91.4	0	1.2	262	811
安徽	5.7	6	94.3	92.6	0	1.4	159	285
江西	6.3	1.7	93.7	96.9	0	1.3	95	229
河南	0	3.1	100	96.2	0	0.7	181	453
贵州	0	0	100	99.2	0	0.8	112	364
西藏	0	3.7	100	90.7	0	5.6	19	54
甘肃	19.2	14.2	80.8	85.8	0	0	120	492
宁夏	0	0	100	100	0	0	3	184
青海	7.7	14.7	92.3	85.3	0	0	26	136
山西	0	0	100	100	0	0	63	158
内蒙古	16.7	45.3	80.7	54.2	2.6	0.5	78	402

来源：根据《1996 年航班时刻表》和参考文献 [16] 计算

网络连接强度(表4)。为了地域空间的可比,把上海与江苏合一,把北京、天津与河北合一,重庆与四川合一,全国共27个地域单元。

横向比较,东部沿海地带是我国国内外网络连接的核心区域:国内网络连接强度的前10位省区中有8个在东部;有7个沿海省区进入国际网络连接强度的前10位。其中,京津冀和苏沪两地牢牢占据了国际连接上的主导地位,2001年它们每周飞往国外的航班都在500架次以上,合计占全国国际航班总数的近60%。广东虽然在国际连接方面与前两者有明显差距,但它在国内连接中,遥遥领先于其他地区。随着香港回归后与内地联系强度的增加,广东将更多地承担珠江三角洲与省外的航空联系以及各省通过广东经陆路和香港、澳门联系。可以预计,即使在国家大力推行西部开发战略的新时代,东部沿海地区凭借其良好的基础设施和优越的外部联系将继续发挥其对全国经济的带动作用。

纵向比较,1996~2001年,全国绝大部分省区的航班结构都呈现相同的变化趋势:省际航班占省区所有航班总量的比重不同程度的下降,国际和省内的航班比重不断上升。省区航班结构的上述变化一方面体现了开放条件下各地区加强外向型联系的迫切愿望和要求,另一方面也意味着中国各省区的空间联系正朝着构建省内、省际、国际相协调,不同层次相补充的高效网络连接演进。

## 2.4 省区的网络连接类型形式多样

不同省区的网络连接类型并不一样,有些省区与省外的航空联系通过单一的城市来实现,有些省区则有两个或两个以上的联系出口;有些省区与省外和国外的网络联系都通过同一城市,有些省区却分散在不同的城市。为了反映这些差异,作者以空港城市每周省际和国际航班总数占其所在省区每周省外、国际航班总数的比重来刻画该城市在省区对外网络连接中的主导地位(表5)。

表5表明,行政中心仍然在中国的城市体系中有着举足轻重的地位。在全部27个地域单元中,绝大多数的省会在其网络连接中起着最主要的作用,我国的航空网络所体现的地域特征仍带有显著的计划经济色彩。但不可忽视的是,20世纪90年代以来,激发航空客流增长的因素发生了较大变化,除行政和经济管理因素外,经济合作、贸易交流、旅游等因素对航空客流发展的影响力越来越大<sup>[8]</sup>。一些省区内具有较强经济或旅游职能的非省会城市在内外动力推动下发展迅速,对外联系的强度和广度不断提高,这些非省会空港城市开始在对外网络连接中占据重要地位。例如内蒙古的包头、吉林的延吉、浙江的温州和宁波、安徽的黄山、湖南的张家界、广东的深圳、海南的三亚。部分空港城市的影响力则已经超过了省会城市,例如辽宁的大连超过沈阳、山东的青岛超过济南、福建的厦门超过福州,广西的桂林超过南宁。

表5显示各省区国内网络连接的主导城市和国外网络连接的主导城市基本上是一致的。这与前述国内和国际连接强度的空间重合现象相吻合。但也可细分为不同类型:大多数省区都以省会城市为国内和国际连接的出口;部分省区的国际连接走省会城市,国内连接主要通过省内新兴发达城市,如广西国内连接的主导城市是桂林,国外连接的主导城市是南宁;还有一些省区的国内外连接都通过非省会城市,如辽宁的大连,福建的厦门,等等。这种差异在某种程度上也决定了各省区城市体系发展的特点和未来方向。

表 5 中国省区航空网络连接的主导城市

Tab. 5 The leading cities of air transportation network linkage in different Chinese regions

省区	国内航班主导城市	国外航班主导城市
京津冀	北京 (86 %)	北京 (95 %)
山西	太原 (100 %)	
内蒙古	呼市 (52 %)、包头 (32 %)、海拉尔 (12 %)	呼和浩特 (100 %)
辽宁	大连 (51 %)、沈阳 (44 %)	大连 (58 %)、沈阳 (42 %)
吉林	长春 (60 %)、延吉 (38 %)	长春 (100 %)
黑龙江	哈尔滨 (94 %)	哈尔滨 (100 %)
苏沪	上海 (71 %)、南京 (23 %)	上海 (93 %)
浙江	杭州 (38 %)、温州 (27 %)、宁波 (25 %)	杭州 (76 %)、宁波 (17 %)
安徽	合肥 (65 %)、黄山 (29 %)	合肥 (50 %)、黄山 (50 %)
江西	南昌 (92 %)	南昌 (100 %)
山东	青岛 (51 %)、济南 (32 %)、烟台 (12 %)	青岛 (78 %)、烟台 (22 %)
福建	厦门 (47 %)、福州 (37 %)	厦门 (65 %)、福州 (35 %)
河南	郑州 (88 %)	郑州 (100 %)
湖北	武汉 (80 %)、宜昌 (14 %)	武汉 (100 %)
湖南	长沙 (71 %)、张家界 (27 %)	长沙 (100 %)
广东	广州 (45 %)、深圳 (38 %)	广州 (78 %)、汕头 (15 %)
广西	桂林 (52 %)、南宁 (26 %)、北海 (17 %)	南宁 (86 %)
海南	海口 (79 %)、三亚 (21 %)	海口 (61 %)、三亚 (39 %)
川渝	成都 (57 %)、重庆 (35 %)	成都 (57 %)、重庆 (43 %)
云南	昆明 (76 %) 西双版纳 (10 %)	昆明 (97 %)
贵州	贵阳 (100 %)	
西藏	拉萨 (90 %)	拉萨 (100 %)
陕西	西安 (93 %)	西安 (100 %)
甘肃	兰州 (67 %)、敦煌 (27 %)	
宁夏	银川 (100 %)	
青海	西宁 (86 %)	
新疆	乌鲁木齐 (85 %)	乌鲁木齐 (100 %)

来源：根据参考文献 [16] 计算

2.5 网络连接强度与紧密度的空间分离

紧密度是反映不同区域间旅客交流强弱的指标，张文尝、金凤君<sup>[17]</sup>定义它的公式为：

$$H_{ij} = O_{ij} / O_i + O_{ij} / O_j + O_{ji} / O_i + O_{ji} / O_j \tag{2}$$

式中， $H_{ij}$ 表示区域*i*与区域*j*之间旅客联系的紧密程度， $O_{ij}$ 和 $O_{ji}$ 分别表示从*i*到*j*和从*j*到*i*的客流量， $O_i$ 和 $O_j$ 分别表示*i*和*j*客流总量。以每周航班数来计算， $O_{ij}$ 与 $O_{ji}$ 相等，因此 (2) 可以简化成下式：

$$H_{ij} = O_{ij} \times (O_i + O_j) / (O_i \times O_j) \tag{3}$$

作者利用《2001（夏季） - 2001（秋季）中外航空班期时刻表》的基础资料，以城市间每周航班数表示城市间的连接强度，用公式 (3) 计算得到的数字表示城市间的连接紧密度，并把连接强度前 10 位的城市对和连接紧密度前 20 位的城市对反映在图上，可以很

清楚地看到两者的空间关系（图 1）。

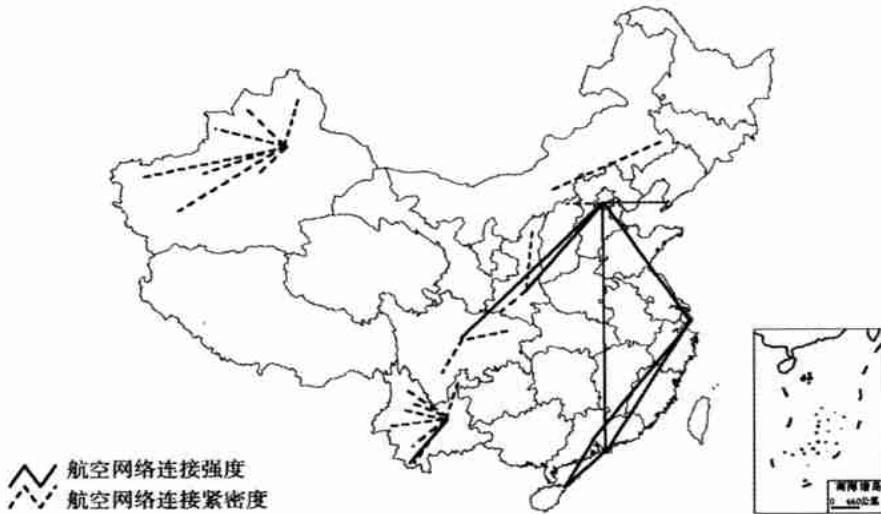


图 1 中国城市间航空连接强度与连接紧密度最高的航线

Fig. 1 The airlines with highest intensity and tightness airline network linkage among Chinese cities

图 1 显示，连接强度列前 10 位的航线基本上以北京、上海、深圳、广州几大城市为中心向外辐射，而且主要集中在东部。在全部 10 个城市对中上述 4 个城市分别出现了 5 次、3 次、3 次和 2 次，另两个城市海口、大连分别出现 2 次和 1 次，西部城市西安、成都、昆明、西双版纳各出现了 1 次，中部却没有一个城市。

连接紧密度最高的 20 条航线分别以乌鲁木齐、昆明、成都、西安、北京、呼和浩特为交叉点向外发散。与连接强度不同，紧密度高的航线主要集中在西部，在全部的城市对中，东部只出现过 1 次，中部出现了 3 次，而西部出现了 36 次。

如果把连接强度高的航线看作是中国航空网络的骨架和主干，那么连接紧密度高的航线就可以认为是航空网络的脉络和枝叶。在理想的轴辐式航线结构下，高强度航线与高紧密度航线应该相互衔接，互相配合：后者为前者提供稳定的旅客来源，前者把后者纳入整个网络当中。虽然从表面上看，目前中国航空网络的连接强度与连接紧密度已在西安、成都、昆明这几个城市结点处接合起来，初步形成了主干航线和分支航线相连接的雏形，但总体上，航空网络连接强度和连接紧密度的空间分离还很突出，表现在一方面放射状航线结构最为典型的新疆、云南等西部广阔地域还没有高连接强度的航线与全国的航空主干网络相连接；而东部地带众多的航空结点还未能能在纷繁复杂的对外航线联系中确定高紧密度的主要联系方向；另一方面，连接紧密度与连接强度形式上的相互衔接并没有构成实质上主干与支流的互补，连接紧密度最高的 20 条航线的连接强度值都比较低，只相当于全部航线的平均强度。

这种网络连接状况从一个侧面反映了现阶段中国城市体系的网络结构还很不稳定。如果以轴辐式网络结构和连接强度与紧密度的空间接合作为将来城市体系空间结构的目标和

方向，目前的这种空间分离现象可以看成是城市体系动态演变过程中的一个阶段。

### 3 未来城市体系空间结构的可能演变

航空网络的现状格局影响着城市体系的空间结构，航空网络的未来变化也影响着对未来城市体系的可能演变。

#### 3.1 从航线结构变化看城市体系空间结构的变动

航空港的增加和城市间航班频率的提高是近 10 年来航空运输发展的直观表现，同时也代表了远期航空网络变化的整体趋势。随着空港数的不断扩大，单纯的城市间“点对点”直达航线的弊端也日益显现。对比国内外航线结构发展的历程，构建合理的轴辐式结构将是中国航空网络进一步演变的必然选择，而被选定为航空网络的枢纽城市（hub city）由于处在不同方向航线的交汇点，连接度和网络通达性都将大大提高，对人员、资金、技术、信息等要素的吸引力将得到增强，逐渐占据网络中的控制和支配中心位置。

我国地域辽阔，在全方位开放条件下，处于对外开放前沿的沿海、沿边城市以及地处内陆的中心城市都是枢纽城市的有力竞争者。现实中，由于“绕远”因素作用，轴辐式结构要么是以东西向为主，要么是以南北向为主。从我国对外开放和现实联系的格局来看，沿海地带的北京、上海每天飞往世界各地的航班最为频繁，尤其是北京与亚、非、欧、南北美的主要城市都有直接或间接的航班往来，这两个城市最有可能发展成为全球性的航空枢纽。广州（含深圳）、大连、青岛既有航空运输条件，又具备长距离海运优势，两种运输方式的有效配合能大大提升它们在区域交通运输与物资交流中的地位。目前大连与俄罗斯远东地区联系较多，而青岛主要与韩国、日本等东北亚国家联系密切，广州（含深圳）则多与泰国、新加坡等东南亚国家相往来，由于它们都有较为广阔的国内腹地作为依托，有可能发展成为洲际性枢纽。其他城市如昆明、乌鲁木齐、哈尔滨处在国际交往的内陆前沿地带，每周有少数航班飞往邻国，其中昆明主要飞往曼谷、新加坡等东南亚城市，乌鲁木齐主要飞往伊斯兰堡、新西伯利亚、塔什干等中亚和南亚城市，哈尔滨则与伯力等远东城市有航班来往，它们具备成为跨国区域型枢纽的区位条件和历史基础。另外还有一些内陆腹地城市如武汉、西安、重庆综合运输条件良好，通过加强与上述几类城市的航班联系可确定它们国家型枢纽的地位。

当然，这种理想的空间格局的形成不能简单地依靠行政命令和干预，它只能在政府的积极引导下通过各城市在航空网络中的空间竞争和联合来实现。但不管怎样，这些城市能否成长为国家或区域发展的枢纽将对未来城市体系的空间格局产生重大影响。

#### 3.2 从国外航空联系看城市体系空间结构的变动

改革开放拓宽和加深了中国城市与外界的交往和联系。就航空运输而言，城市的国外航空联系带动了城市国内网络连接结构的变化。

如表 6 所示，与 1990 年相比，1998 年中国城市与日本的联系大大增强，尤其是上海，与日本主要城市东京、名古屋、福岡、大阪的客运量分别排在前 4 位，这种外向型联系的变化也带动了国内航运联系的演变：上海直达东京的航线从 1990 年的第 1 位下降到 1998 年的第 9 位，北京直达东京航线从 1990 年的第 2 位下降到 1998 年的第 6 位，上海直达大阪的航线甚至跌出了前 10 位。相反，北京 - 上海 - 东京航线则由 1990 年的第 10 位急速上升到 1998 年的第 1 位，同时 1990 年前 10 位航线中并未出现的西安 - 上海 - 名古



屋、北京 - 上海 - 福岡、北京 - 上海 - 悉尼航线分别在 1998 年排第 2 位、第 3 位和第 10 位。这些都是国外航空联系对国内联系引导的有力佐证。

表 6 1998 与 1990 年中国主要国际航线对比

Tab. 6 The comparison of the main international airlines of China between 1998 and 1990

1990 前 10 位国际航线	旅客运输量 (人)	1998 年前 10 位国际航线	旅客运输量 (人)
上海 - 东京	117522	北京 - 上海 - 东京	253493
北京 - 东京	103758	西安 - 上海 - 名古屋	212493
北京 - 上海 - 大阪	82805	北京 - 上海 - 福岡	202162
北京 - 上海 - 洛杉矶	55949	北京 - 上海 - 大阪	194260
上海 - 大阪	53221	北京 - 上海 - 洛杉矶	164229
北京 - 广州 - 新加坡	52102	北京 - 东京	126381
北京 - 法兰克福	38347	上海 - 新加坡	112214
北京 - 大连 - 东京	37213	上海 - 大阪	109957
北京 - 上海 - 纽约	37205	上海 - 东京	108051
北京 - 上海 - 东京	31435	北京 - 上海 - 悉尼	103377

来源：参考文献 [18]、[19]

中国对外开放的重点是向东，这一主导方向在很长一段时间内都不会有大的变动，随着对外开放的深入将使中国对外联系的范围和强度不断扩大。同时，在外向型联系的牵引下，一方面沿海地带内部城市间的联系将更加紧密，形成跨越省区的城市网络；另一方面内陆枢纽城市也积极与其外向型联系方向上的东部沿海城市相连，探寻最便捷的对外联系走廊，寻找与世界经济最为有利的整合途径。未来城市体系将随着包含空中走廊在内的快速通道网的建设发展，逐步由中心 - 腹地体系的蛛网系统向联系各个经济重心的通道网发展脊转化<sup>[20]</sup>，形成由东部沿海城市密集地区相互连接的跨大区城市网络，并通过交通网与电子通讯设施建设与内地专门化城市连接成网的与世界城市体系相连的新城市体系<sup>[21]</sup>。

3.3 从城市的国内竞争与合作看城市体系空间结构的演变

航空港不仅是城市对外联系的空中门户，同时也是一个城市树立国际城市形象的重要组成部分。因此有一定经济实力的城市都倾向于独自新建航空港。这就客观上造成了区域内重复建设、重复投资的一种既成事实。这一点在珠江三角洲表现得最为突出，在 4.16 万平方公里的范围内已有广州、深圳、珠海 3 个现代化机场，另外还有中山、惠州、湛江、汕头、韶关、佛山等地方机场，如果再加上香港和澳门机场，那么珠江三角洲的航空港更显得密集。如果不能很好地统筹规划区域内航空港的职能分工，必然会造成城市间的恶性竞争，削弱区域的整体竞争能力。

包括香港、澳门在内的珠江三角洲是中国目前经济发展水平最高的都市连绵区，其中广州在改革开放前一直是华南地区的首位城市，设立深圳特区后，深圳成为我国与香港乃至世界各国经济联系的最大门户城市。1997 年香港回归中国以后，香港实际上成为中国参与世界经济体系的最大的门户城市。今后，香港 - 深圳间互补关系的加强以及香港在广州和深圳货物出口方向上的地位决定了广州、深圳只有借助香港已有国际城市的地位走向世界，甚至加上澳门、珠海等珠江三角洲其它城市，才能共同进入国际城市的行列<sup>[22]</sup>。因此，加强穗、港、澳、深、珠之间的合作与协调就显得尤为重要。这方面北京机场和天

津机场合并，实现资源重组的先例值得借鉴。

## 4 结论

航空运输是研究城市体系空间结构的一个新视角。虽然目前我国的航空运输还主要只涉及省区首府、重要的旅游城市以及边远地区的城市，但通过航空港客运量、城市间航班数等数据的分析仍然能对中国城市体系的空间结构有框架性的认识：

(1) 改革开放以来，中国航空网络的结点数不断增多，航空网络的规模不断扩大，它与城市体系的规模等级之间基本上呈正相关关系。

(2) 总体上分散主导了我国航空港空间结构的演变，但中间略有波动。在不同时期和不同地带，航空港数量的增加和既有航空港运量的增加对航空网络的扩展起着不同方向的作用。

(3) 以每周航班数衡量的网络连接强度存在省区差异，东部沿海地带是我国国内外网络连接的核心地区，其中京津冀和苏沪的国际枢纽作用突出，而广东的国内枢纽地位更为显著。

(4) 省会城市在各省区对外网络连接中仍占据主导地位，但部分省区的经济发达城市的影响力已超过省会，成为所在省区国内外联系的主要结点。

(5) 航空网络连接强度和网络连接紧密度在空间上相分离，表明中国城市体系的空间网络结构还处在动态演变过程中。

(6) 航线结构的变化、与国外航空联系的强弱、空港城市的竞争与合作等因素都将对未来的城市体系结构产生影响。

## 参考文献：

- [1] Keeling D J. Transport and the world city paradigm. Cambridge: Cambridge university, 1995. 115 ~ 131.
- [2] Murayama Y. Canadian urban system and it's evolution process in terms of air passenger flows. Geographical Review of Japan, 1982, 55: 380 ~ 402.
- [3] Goetz A R. Air passenger transportation and growth in the US urban system 1950 - 1987. Growth and Change, 1992, 23: 218 ~ 242.
- [4] Rimmer P J. Transport and Telecommunications among World Cities. Fuchen Lo and Yue-man Yeung. Globalization and the World of Large Cities. Tokyo: United Nations University Press, 1998. 433 ~ 470.
- [5] Rimmer P J. Flow of goods, people and information among cities of Northeast Asia. The Korean Journal of Regional Science, 1999, 15(2): 39 ~ 74.
- [6] 顾朝林. 中国城镇体系——历史、现状、展望. 北京: 商务印书馆, 1992. 275 ~ 313.
- [7] 郭文炯, 白明英. 中国城市航空运输职能等级及航空联系特征的实证研究. 人文地理, 1999, 14(1): 27 ~ 31.
- [8] 金凤君. 我国航空客流网络发展及其地域系统研究. 地理研究, 2001, 20(1): 31 ~ 39.
- [9] 陈航, 张文尝, 金凤君, 等. 中国交通运输地理. 北京: 科学出版社, 1993. 120 ~ 130.
- [10] Irwin M D. and Kasarda J D. Air passenger linkages and employment growth in US Metropolitan areas. American sociological Review, 1991, 56: 524 ~ 537.
- [11] Debbage K G. Air transportation and urban-economic restructuring: competitive advantage in the US Carolinas. Journal of Air Transport Management, 1999, (5): 211 ~ 221.
- [12] Zhang A M. Industrial reform and air transportation development in china. Journal of Air Transport Management, 1998, (4): 155 ~ 164.
- [13] 中国民用航空总局计划司编. 从统计看民航 1999. 北京: 中国民航出版社, 1999.

- [14] 国家统计局. 中国城市统计年鉴 1999. 北京:中国统计出版社,2000.
- [15] 胡序威,周一星,顾朝林,等. 中国沿海城镇密集地区空间集聚与扩散研究. 北京:科学出版社,2000. 20~26.
- [16] 中国民航宣传广告公司. 中国航空旅游指南 2001 夏季—2001 秋季. 北京:中国民航宣传广告公司,2001.
- [17] 张文尝,金凤君. 空间运输联系——理论研究、实证研究、预测方法. 北京:中国铁道出版社,1992. 69.
- [18] 中国交通运输协会. 中国交通年鉴 1991. 北京:中国交通年鉴社,1991.
- [19] 中国交通运输协会. 中国交通年鉴 1999. 北京:中国交通年鉴社,1999.
- [20] 建设部“跨世纪中国城市发展战略”课题组. 经济全球化与中国城市发展对策. 城市规划,1999 23(7):8~11.
- [21] 阎小培. 信息产业与世界城市体系. 经济地理,1995,15(3):18~24.
- [22] 周一星. 新世纪中国国际城市的展望. 管理世界,2000,(2):18~25.

## Looking into the network structure of Chinese urban system from the perspective of air transportation

ZHOU Yi-xing, HU Zhi-yong

(Department of Urban and Environmental Science, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract:** Air transportation is a unique and increasingly important perspective in studying spatial structure of urban system. This paper illustrates the framework of urban system by analyzing structural features of air transportation network based on the data of the amount of airport passenger transportation and the number of weekly flights. (1) Since open to the outside world, the nodes in China's air transportation network increased quickly accompanied with the expansion of air transportation network scale which presents positive correlation with the scale rank of urban system. (2) On the whole, dispersion dominates the evolution of airport's spatial structure. But in the variant periods and zones, the newly built airports and the increase of transportation capacity of the existing airports exert different influences on the expansion of air transportation network. (3) Network linkage intensity differs in various provinces. But the eastern coastal zone is still the core region of domestic and international airline linkage in which the international hub function of Beijing-Tianjin-Hebei and Jiangsu-Shanghai is distinctive while Guangdong mainly acts as home hub. (4) The capital city of a province is still of vital essence to this province's outward connection, but more and more developed cities of some provinces have partly substituted the capital cities. (5) The spatial distribution of intensity and tightness of air-network linkage separate from each other, which manifest that the spatial network structure of China's urban system is still in the process of dynamic evolution. (6) The factors such as the change of airline structure, the airline linkage with foreign countries and the cooperation and competition of domestic airport cities will all influence urban system structure in future.

**Key words:** airport; air transportation network; spatial structure of urban system; China