

1995 年以来中国城市体系格局与演变

——基于航空流视角

于涛方¹, 顾朝林¹, 李志刚²

(1. 清华大学建筑学院, 北京 100084; 2. 中山大学城市与区域规划系, 广州 510275)

摘要: 在国内外城市体系研究航空流视角的成果基础上, 运用 1995 年以来的中国航空统计数据, 基于数据描述及重力模型和模糊参数等定量方法, 分析了中国城市体系格局和变迁。主要结论有: (1) 城市体系和城市群互动符合“距离衰减原则”。同时上海、北京两大全球性城市强化了在全国的枢纽机场的地位, 西部地区形成了若干区域性的枢纽机场。(2) 枢纽度最大的城市是京津冀、长三角、厦漳泉、珠三角、成渝等区域经济中心城市。辽中南、山东半岛、江汉平原的区域中心城市的枢纽度并不突出; 南京、杭州、福州和重庆虽然作为各自地区的主要经济中心城市, 但其枢纽度在一定程度上受到了地区首位城市或门户城市的压制。(3) 中国主要经济中心城市相对地位变化有如下几种类型: 稳定型、上升型、下降型、先升后降型和先降后升型。长三角的经济中心城市表现出强盛的区域带动势头, 而珠三角、京津冀发展相对平稳, 成渝在中西部具有特殊性, 表现出日益强化的区域枢纽地位, 辽中南、福建沿海、关中、江汉平原等地区经济中心城市的枢纽度则相对发展缓慢, 甚至有所下降。

关键词: 城市体系; 航空流; 经济中心城市; 枢纽度

文章编号: 1000-0585(2008)06-1407-12

从国际上看, 城市体系 (包括功能等级、功能联系和发展演变等) 研究经历了若干个阶段: 在 19 世纪中叶~20 世纪 70 年代末的城市体系研究中, 注重于通过静止、描述性的统计关系来判断城市的简单归类。20 世纪 60 年代以来, 受“系统思想”的影响, 通过一系列要素以及要素之间相互作用等进行城市体系的研究, 改变了城市体系缺乏基于流的“网络方法”研究格局。当前, 航空流已经成为研究城市体系乃至城市群空间结构较为独特但又越来越重要的一个视角和广泛应用的重要指标^[1~6], 因为它能够直接反映城市间的功能联系、交易流和连通度, 并且能够直接反映城市功能联系的空间演变格局。以航空流为研究视角和指标对城市体系的研究, 最早起源于美国, 以 Taaffe 等为代表^[7,8]。伴随着航空体系的发展, 其他国家和地区, 如欧洲、加拿大^[4]的研究也开始盛行起来。研究从某一个国家的层面开始拓展到某一州层面, 乃至全球层面, 分别关注国家城市体系、城市功能联系的格局/演化与航空流的关系、州层面乃至全球层面城市体系/网络与航空流的关系^[6]。2000 年以来, 亚洲的一些学者, 特别是日本以 Matsumoto 为代表的学者^[9~11], 也开始采用重力模型以及模糊数学等计量方法, 运用更为系统的航空流基础数据, 对国家乃至全球层面的城镇功能联系和城市体系演变进行了较为系统的分析。

收稿日期: 2007-10-15; 修订日期: 2008-02-16

基金项目: 国家自然科学基金重点基金 (40435013)、国家自然科学基金 (50578088) 和北京市哲学社会科学“十一五”规划项目 (06BdCS004) 联合资助。

作者简介: 于涛方 (1974-), 山东即墨人, 博士, 助理研究员。研究方向: 全球城市区、城市竞争与竞争力。

E-mail: yutaofang@tsinghua.edu.cn

我国学者对于城市体系的研究也开始逐步关注要素流和区际联系。我国学者,特别是城市地理学和城市经济学学者,如金凤君等进行区际要素流动研究由来已久。20世纪80年代以来国内航空运输网络日渐成熟和完善。借鉴国外的研究思路和方法,一些学者也对航空流本身作了较为系统的研究:包括机场体系与服务水平、轴—辐侍服理念的中国航空网络模式、网络的演进形态、网络和“流”的关系、航空公司对航空网络的影响等方面^[12~17]。与对航空流本身的研究相比较,国内关于航空流/机场体系与城市体系格局演变的互动关系等的研究还刚刚起步。20世纪90年代中期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^[18]。2002年,北京大学周一星等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,运用定性方法初步揭示了中国城市体系的结构框架,认为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^[19]。

如今我国所有的超大城市、几乎所有的特大城市以及多半的大城市都是空港城市。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。随着我国城市化进程的加快,航空流和城市体系格局、城市体系演变之间的互动作用日益强化。以航空流为视角探讨中国城市体系格局与演变,对城市体系规划以及机场体系规划具有重要的指导意义。

1 研究方法、内容和数据来源

1.1 研究方法

从航空流为研究视角和指标对城市体系的研究,美国的 Taaffe,日本的 Matsumoto 等都是采用以“重力模型”为基础的研究方法。Taaffe 在 20 世纪 50~60 年代,利用重力模型方法分析了美国最大城市的航空等级模式,并归纳了城市规模和人均城市航空流量之间的重力模型关系方面出现的偏差的几个可能原因^[7,8]; Matsumoto^[9~11]则在重力模型的基础上,采用了模糊数学的定量方法。本文对于中国城市体系的研究以重力模型定量研究为基础,定性描述分析为补充,同时借鉴 Matsumoto 的研究成果——即在重力模型基础上结合模糊数学方法,对中国城市体系格局和过程进行航空流视角的分析。

1.2 研究内容

首先选择 1995 年、2000 年、2004 年全国主要机场吞吐量、航段流量等数据,进行中国城市体系格局、相互作用以及演变过程的特征分析;借鉴国外城市体系研究的航空流视角的最新研究成果和方法,基于城市体系和航空流之间的相互关系,分析了 1995 年以来中国城市体系格局和演变的过程,其中对主导国家城市体系格局的主要经济中心城市,从航空流量、流向等角度就枢纽度及其变化作了定量分析。

1.3 主要数据来源

第一,关于航空流方面的数据,所涉及的主要机场客运吞吐量、货邮吞吐量,以及主要机场航空段之间的交通流数据、航空距离均来自历年中国民航出版社出版的《从统计看民航》。

第二,各相关城市的经济发展指标和人口规模指标数据来自《中国城市统计年鉴》,并参考“第四次人口普查”和“第五次全国人口普查”,进行了人口规模的校核。

2 航空流量、流向视角的中国城市体系格局与变迁分析

图 1~图 3 反映了 1995 年、2000 年、2004 年中国机场流量—流向的节点—网络结构^①。

^①该流量、流向中的数据是复合流量的口径。借鉴国外相关研究,一个复合流量等于 100kg 货物或 1 个客流^[9~11]。

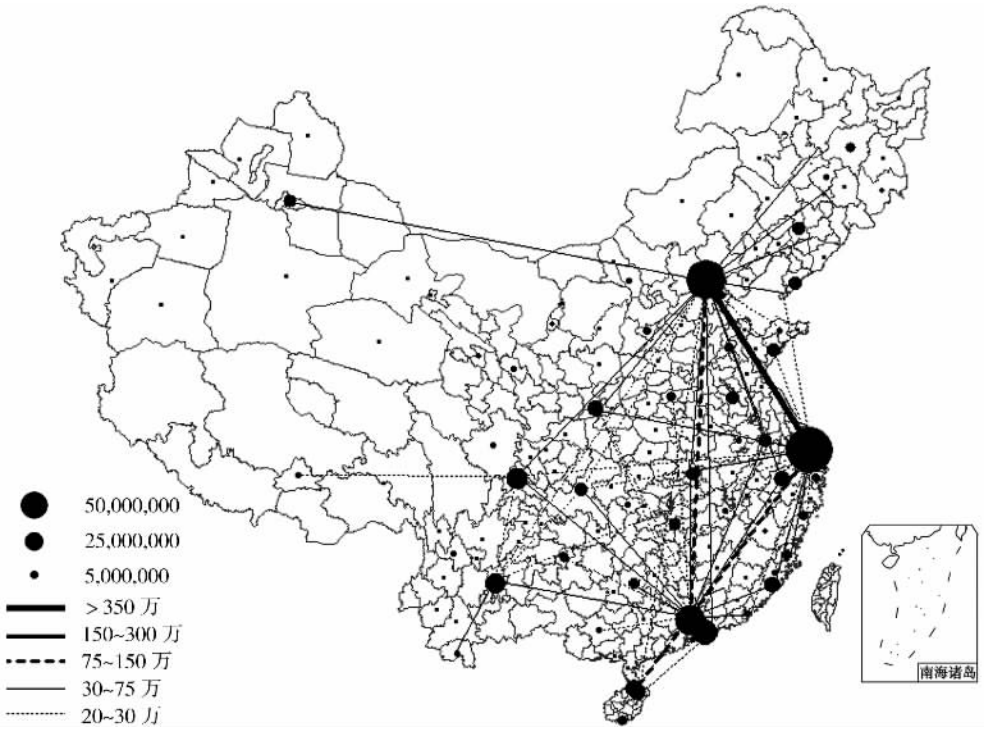


图 1 1995 年中国主要城市的航空复合吞吐量规模和主要航段流量

Fig. 1 Air flow network structures in 1995

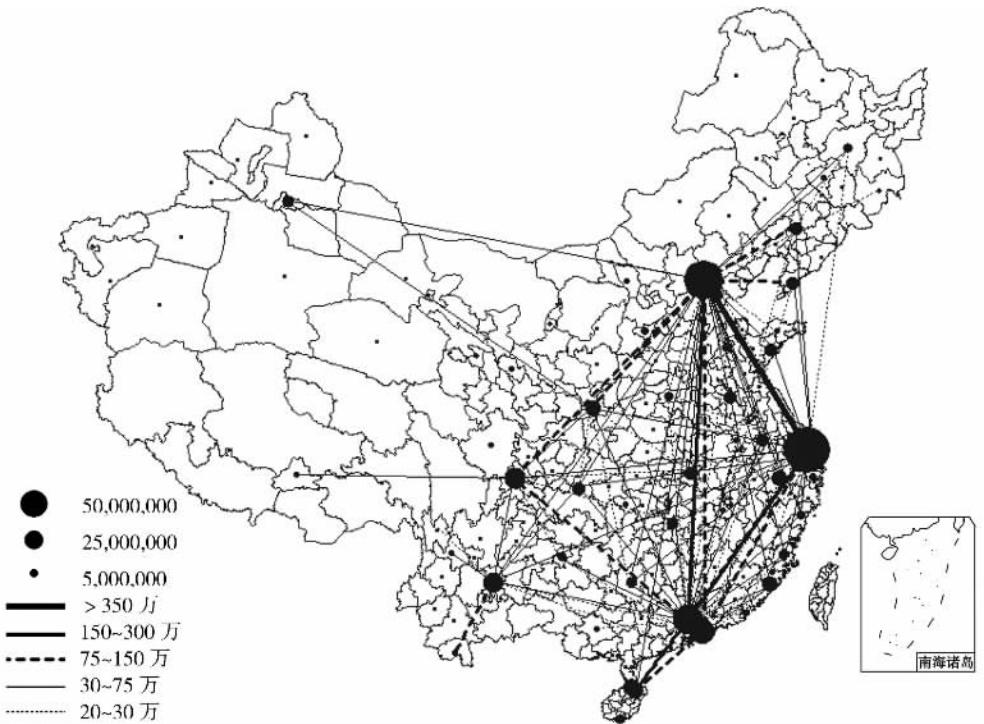


图 2 2000 年中国主要城市的航空复合吞吐量规模和主要航段流量

Fig. 2 Air flow network structures in 2000

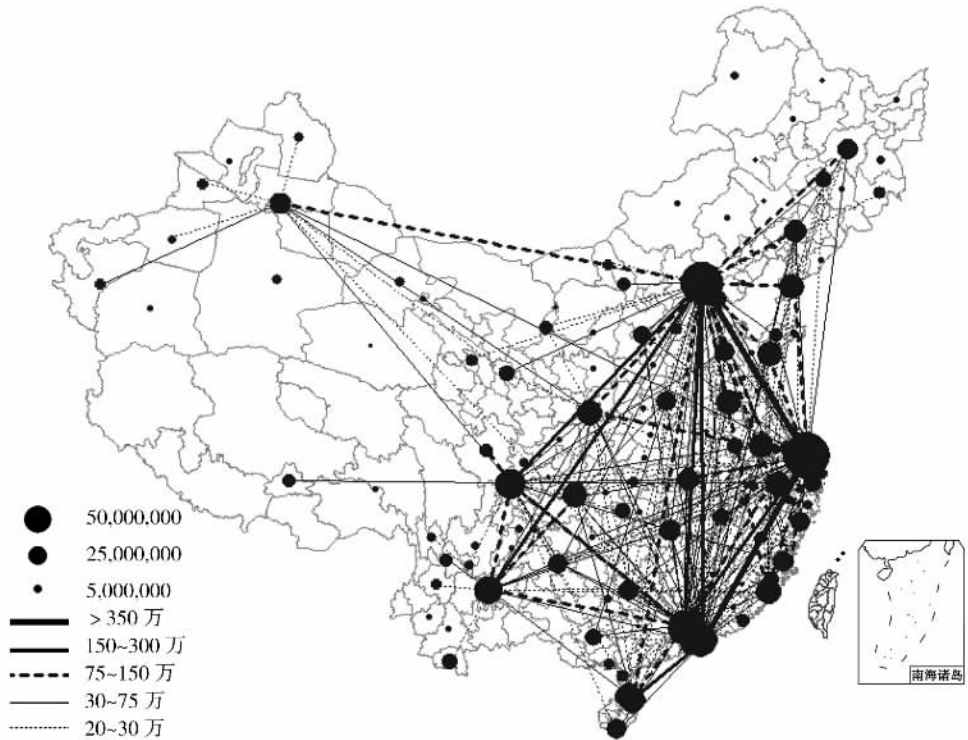


图 3 2004 年中国主要城市的航空复合吞吐量规模和主要航段流量

Fig. 3 Air flow network structures in 2004

2.1 中国城市体系格局：航空流视角

从 2004 年国内机场交通流量来看，上海市（虹桥机场和浦东机场数据合并，其他位于同一个城市的若干机场的数据也作合并处理）航空流量最大，其中旅客吞吐量为 3591 万人，货物吞吐量为 193 万吨，复合交通流量为 5527 万个单位。第二位是北京市，4157 万个复合交通流量（包括 3488 万人的旅客吞吐量和 66.9 万吨的货物吞吐量），第三位是广州市，2540 万个复合交通流量（其中旅客吞吐量为 2032 万人，货物吞吐量为 51 万吨）。这三者分别是长三角、京津冀和珠三角——中国三大城市密集区的核心城市，可见，中国的航空旅客流量和货物流量与最高等级城市之间相关性非常显著。随后，超过 450 万个复合交通流量的城市分别是深圳（1858 万）、成都（1382 万）、昆明（1151 万）、海口（814 万）、杭州（762 万）、西安（710 万）、厦门（699 万）、重庆（611 万）、南京（575 万）、青岛（556 万）、大连（551 万）、沈阳（495 万）、武汉（494 万），这些城市位列第二等级，大多是珠三角、成渝、长三角、海峡西岸、山东半岛和辽中南、长江中游城市群等区域的经济中心城市或者门户城市。而乌鲁木齐（437 万）、长沙（423 万）、福州（362 万）、桂林（331 万）、哈尔滨（307 万）、贵阳（302 万）、郑州（285 万）、三亚（270 万）、济南（269 万）、温州（269 万）、天津（242 万）、宁波（211 万）等则是复合交通流量超过 200 万个单位的城市，其职能要相对多样些，既包括一些城市群的门户城市或经济中心城市，也包括一些旅游城市。

从城市间航空流向可以看出中国城市体系的内部联系特征。2004 年“北京—上海”

之间复合流量最高（567 万个单位，其中旅客数为 387 万人、货物量为 18 万吨），可见中国两大城市中心的联系最为紧密。其次是上海—深圳（350 万）、北京—广州（291 万）、上海—广州（262 万）、北京—深圳（220 万）、北京—成都（198 万）、北京—昆明（153 万）、深圳—海口（153 万）。广州—杭州、广州—海口、杭州—北京、广州—成都、成都—上海、上海—厦门、北京—西安、西双版纳—昆明、大连—北京、上海—青岛、成都—深圳、北京—沈阳、南京—北京、杭州—深圳之间的航空流也超过 100 万个复合流量单位。

城市群已经成为中国城市体系的重要形态。本文选择“长三角城市群、京津冀城市群、珠三角城市群、成渝城市群、海峡西岸城市群、山东半岛城市群、辽中南城市群、北部湾城市群、关中城市群、中原城市群、长江中游城市群”^①这 11 个相对具有代表意义的城市群作为对象，分析城市群与城市群之间的互动格局。结果表明：长三角、京津冀、珠三角 3 大城市群之间互动程度远远高于其他城市之间的互动作用。长三角和京津冀在人流方面的互动高于长三角和珠

表 1 中国典型城市群之间的互动

Tab. 1 Interaction of typical urban agglomeration of China in terms of air flows

	旅客数(人)	货邮数(吨)	复合流量
■长三角-京津冀	6625417	217395	8799367
■长三角-珠三角	6206293	227214	8478433
■珠三角-京津冀	4288327	141807	5706397
珠三角-成渝城市群*	2979219	82919	3808409
长三角-成渝城市群	2506745	73379	3240535
京津冀-成渝城市群	2195195	48568	2680875
长三角-海峡西岸城市群*	1786657	26896	2055617
珠三角-海峡西岸城市群	1658956	22705	1886006
京津冀-海峡西岸城市群	1274203	29812	1572323
长三角-山东半岛城市群*	2133651	28007	2413721
京津冀-山东半岛城市群	1445941	9724	1543181
珠三角-山东半岛城市群	1057093	27782	1334913
京津冀-辽中南城市群*	2080988	20151	2282498
长三角-辽中南城市群	1284073	27521	1559283
珠三角-辽中南城市群	702779	24345	946229
京津冀-关中城市群*	1048365	10769	1156055
长三角-关中城市群	931875	16271	1094585
珠三角-关中城市群	490680	8674	577420
珠三角-北部湾城市群*	1392280	6413	1456410
长三角-北部湾城市群	918404	15107	1069474
京津冀-北部湾城市群	200205	3445	234655
长三角-长江中游城市群*	992288	11918	1111468
京津冀-长江中游城市群	560569	9266	653229
珠三角-长江中游城市群	465705	8435	550055
长三角-中原城市群*	520981	5422	575201
京津冀-中原城市群	412075	2287	434945
珠三角-中原城市群	273314	5246	325774

*：带有该符号说明相关城市群之间的影响腹地隶属关系。

①本文中长三角城市群包括上海、浙江、江苏以及安徽部分沿江地区；珠三角城市群以广东省为分析范围；京津冀地区包括北京、天津和河北省；山东半岛城市群以济南、青岛为中心，包括烟台、潍坊、淄博、东营、威海、日照等城市。辽中南城市群以沈阳、大连为中心，包括鞍山、抚顺、本溪、丹东、辽阳、营口、盘锦、铁岭等城市。中原城市群以郑州、洛阳为中心，包括开封、新乡、焦作、许昌、平顶山、漯河、济源在内共 9 个省辖（管）市。长江中游城市群以武汉为中心，包括黄石、鄂州、黄冈、仙桃、潜江、孝感、咸宁、天门、随州、荆门和荆州和河南省的信阳、江西省的九江和湖南省的岳阳。海峡西岸城市群以福州、厦门市为中心，包括漳州、泉州、莆田、宁德 4 市。成渝城市群是以重庆、成都两市为中心，包括自贡市、泸州市、德阳市、绵阳市、遂宁市、内江市、乐山市、南充市、眉山市、宜宾市、广安市、雅安市、资阳市等城市。关中城市群是以西安为中心，包括咸阳、宝鸡、渭南、铜川、商州等地级城市。北部湾城市群是指以南宁为中心的周边地区，包括南宁、北海、桂林、柳州等城市。

三角之间,但长三角与珠三角之间的货邮量要略高于长三角和京津冀地区之间。珠三角和京津冀之间的互动作用相对较弱,这符合城市体系互动的“距离衰减”规律。从长三角、珠三角、京津冀与其他9大城市群的航空流数据,可以看出三者的腹地影响范围和强度:与京津冀、长三角比较,成渝地区受珠三角的影响更为明显,虽然成渝和长三角同属所谓的“长江经济带”中;北部湾地区在人流联系上与珠三角更为紧密,但货流方向与长三角相对要强一些,但总体而言属于珠三角的影响范围;京津冀与北部湾之间的互动非常弱。此外,海峡西岸城市群、山东半岛城市群、中原城市群以及长江中游城市群等受到长三角的影响更为强烈些,而关中和辽中南则是京津冀地区的影响腹地。这些与周一星等^[20]、顾朝林所分析的经济区、“大区格局”结果比较一致。

2.2 中国城市体系变迁:航空流视角

从1995年、2000年、2004年3个时间节点的航空流数据来看,上海、北京两大全球性城市强化了在全国的枢纽机场的地位。特别是上海,在20世纪80年代的航空流量还落后于广州和北京,到了90年代,超过广州,而2000年以后,则超过了北京,居全国首位。其他主要城市群的经济中心城市,如深圳、杭州、南京、青岛也都相应地有所提升(表2)。总体而言,城市体系中,特大城市、大城市的集聚能力进一步加强,如表3所示。

此外,从图1~图3中的航空流量流向情况来看,航空流密度越来越高。除了东部沿海地区的北京、上海、广州等城市外,中西部地区,特别是西部地区也形成了若干区域性的枢纽机场,如成都、乌鲁木齐、昆明等,这些城市对周边的城市区域有了更强的辐射能力。

3 中国主要城市枢纽度(Hubness)分析:基于航空流量、流向视角

3.1 基于航空流量的分析

航空流量在很大程度上取决于一个机场所在城市和区域的经济规模和经济水平(如下公式(1)所示)。在这个前提下,来分析中国几个主要经济中心城市的“枢纽度”

表2 1995、2000、2004年前15位城市复合航空流变化
Tab. 2 Changes of the air flows of top 15 from 1995 to 2000 and to 2004

	1995年		2000年		2004年
北京	18981262	上海	34682636	上海	55272882
广州	15362852	北京	29792373	北京	41570093
上海	14739038	广州	17709679	广州	25396021
成都	5015323	深圳	8450115	深圳	18576756
深圳	4906927	成都	7125184	成都	13816043
厦门	4254997	昆明	6844430	昆明	11507390
昆明	3785724	海口	5073383	海口	8144040
海口	3144346	西安	4643438	杭州	7620132
武汉	2916718	厦门	4546371	西安	7096099
西安	2826523	武汉	3891425	厦门	6992909
重庆	2789008	重庆	3537569	重庆	6109454
杭州	2416122	大连	3514443	南京	5752007
汕头	2259521	杭州	3238752	青岛	5563396
南京	2231551	沈阳	3001835	大连	5511156
福州	2227238	南京	2991853	沈阳	4953604

表3 1995~2004年不同级别城市的复合流量所占总量的变化

Tab. 3 Change of air flow distributions among different grade cities between 1995 and 2004

	1995年	2004年
北京、广州、上海	41.04	41.10
复合流量前5位城市	49.34	51.99
复合流量前15位城市	73.46	75.27
复合流量前30位城市	91.20	90.68
复合流量前50位城市	97.49	97.27

及其变化,从这个角度,可以看出经济中心城市区域相对地位的升降态势。

$$V_i = A_i \times P_i^\varphi \times G_i^\chi \quad A_i = \frac{V_i}{(P_i^\varphi \times G_i^\chi)} \quad (1)$$

其中, V_i 表示第 i 个城市机场的流量, A_i 表示城市 i 的枢纽度, P_i 为城市的总人口, G_i 表示第 i 个城市的地区生产总值。本公式的 φ, χ 分别取 1。即 $A_i = \frac{V_i}{(P_i \times G_i)}$, 其中 P_i 根据人口普查数据作了相应年份的校核, 接近于常住人口的范围。

本文的经济中心城市包括北京、天津、沈阳、大连、青岛、上海、南京、杭州、广州、深圳、福州、厦门、重庆、成都、武汉、西安, 分别是环渤海湾地区、长三角地区、珠三角地区、福建东南沿海地区、成渝地区、武汉经济区、关中经济区的经济中心城市。根据上述公式, 计算中国主要经济中心城市枢纽度的年度变化, 如表 4 所示。

表 4 20 世纪 90 年代以来主要中心城市机场复合流量“枢纽度”变化
Tab. 4 Changes of hubness of major core cities in terms of air flows since the 1990s

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
北京	2.37	2.31	2.75	2.37	2.51	2.62	2.49	2.35	2.29	2.16
天津	0.22	0.31	0.38	0.26	0.20	0.17	0.15	0.15	0.16	0.16
沈阳	0.48	0.50	0.69	0.53	0.56	0.50	0.46	0.44	0.49	0.49
大连	0.51	0.52	0.68	0.60	0.67	0.66	0.65	0.61	0.54	0.60
青岛	0.35	0.39	0.52	0.43	0.49	0.47	0.48	0.48	0.45	0.51
上海	1.26	1.26	1.62	1.45	1.61	1.58	1.64	1.76	2.03	1.99
南京	0.62	0.62	0.23	0.60	0.63	0.59	0.61	0.58	0.65	0.62
杭州	0.55	0.52	0.62	0.56	0.56	0.51	0.55	0.60	0.62	0.68
广州	2.88	2.52	2.88	2.43	2.32	2.01	1.95	1.90	1.79	1.67
深圳	2.67	2.49	2.91	2.54	2.75	2.72	2.85	2.41	3.36	2.83
福州	0.82	0.59	0.66	0.59	0.57	0.52	0.50	0.47	0.40	0.43
厦门	3.73	3.44	3.89	3.18	3.01	2.60	2.36	2.39	2.59	2.22
重庆	0.24	0.22	0.27	0.23	0.24	0.23	0.24	0.25	0.23	0.24
成都	0.92	0.85	1.02	0.86	0.58	0.91	1.02	0.93	0.93	1.04
武汉	0.68	0.69	0.78	0.57	0.54	0.46	0.47	0.46	0.52	0.46
西安	0.93	0.95	1.08	0.92	0.99	0.99	0.95	0.89	0.84	0.91

从 2004 年的各个经济中心城市的复合流量“枢纽度”来看, 北京、上海、广州、深圳、厦门、成都的枢纽度都大于 1 (由于厦门所辖区县范围较小, 一定程度上也相对夸大了其“枢纽度”数值)。其次是西安(0.91)、杭州(0.68)、南京(0.62)、大连(0.60)、青岛(0.51)、沈阳(0.49)、武汉(0.46)、福州(0.43)。而天津(0.16)、重庆(0.24)最低。这些一方面反映了城市的对外开放程度, 另一方面则反映了城市的区域辐射带动作用。北京、上海、广州、深圳、成都等区域枢纽作用非常显著, 其航空服务范围不仅仅局限于本市。而重庆则由于其区域地位相对较低, 同时对外开放程度较小, 因此导致区域枢纽度的低下, 天津则由于北京机场的竞争, 虽有较强的对外开放度, 但仍然表现出较低的区域枢纽度。

从 1995 年到 2004 年各个经济中心城市的“枢纽度”变化来看, 各个经济中心的相对地位变化有 4 种类型:

(1) 平稳上升型。长三角的上海市和杭州市最为典型, 山东半岛的青岛市也表现出较为显著的上升态势。

(2) 平稳下降型。如珠三角的广州市、福建的福州市和厦门市等。

(3) 先升后降型。如环渤海湾的北京、天津、沈阳和大连, 中西部的武汉和西安。

(4) 平稳型。如南京市、深圳市、重庆市、成都市等。

从上述的结果可以归纳出: 长三角地区的中心城市地位上升较为显著, 而珠三角、福建和京津冀地区的经济中心城市地位相对有所下降。

3.2 基于航空流向的分析

日本学者 Matsumoto 通过主要经济中心城市之间的交通流数据分析城市枢纽度的变化, 从而判断出相关城市的等级地位和竞争力。借鉴该研究方法和其所采用的计算公式(2), 来进行中国主要经济中心城市的相对地位变化的研究:

$$V_{ij} = \frac{A(G_i G_j)^\alpha (P_i P_j)^\beta e^{\gamma D_{ij}} e^{\Delta D_1} e^{\varepsilon D_2} e^{\zeta D_3} e^{\eta D_4} e^{\theta D_5} e^{\iota D_6} e^{\kappa D_7} e^{\lambda D_8} e^{\mu D_9} e^{\nu D_{10}} e^{\xi D_{11}} e^{\gamma D_{12}}}{(R_{ij})^\gamma} \quad (2)$$

其中 V_{ij} 代表城市 i 和城市 j 之间在某一年份的航空流量; G_i 是城市 i 的人均地区生产总值; G_j 是城市 j 的人均地区生产总值; P_j 是城市 j 的人口总量; P_i 是城市 i 的人口总量; R_{ij} 表示城市 i 和城市 j 之间的航空距离; D : 城市模糊系数 ($D_1 \cdots D_7 \cdots D_{12}$ 分别表示特定的经济中心城市); A : 常数。

在公式(2)的基础上, 进行对数形式转化, 如公式(3)所示。然后通过最小二乘法进行回归分析。表5反映的是2004年中国主要经济中心城市之间航空流的分析结果。

$$\ln V_{ij} = \ln A + \alpha \ln G_i G_j + \beta \ln P_i P_j + \gamma D_{ij} + \Delta D_1 + \varepsilon D_2 + \zeta D_3 + \eta D_4 + \theta D_5 + \iota D_6 + \kappa D_7 + \lambda D_8 + \mu D_9 + \nu D_{10} + \xi D_{12} - \gamma \ln R_{ij} \quad (3)$$

可见, GDP参数(α)对于机场客流量和货邮流量、复合流量的估计值较大, 分别是3.15、2.863和3.26, 人口(β)参数相应的估计值则分别为1.99、1.871和2.06。GDP和人口对于机场之间的流量都有较大的相关性, 但GDP要明显的高于人口参数, 这说明人口在解释航空流方面的重要程度相对低于GDP, 即经济规模因子。距离参数(γ)对于航空流的估计值分别为0.33、0.316和0.27, 这反映了城市之间的航空流与距离因素之间在一定程度上呈现反比关系。括号中的数值('e'的模糊参数次方)相应地揭示了各个区域中心城市的枢纽度(Hubness)大小。该数值一方面反映了城市在区域中的地位(机场辐射服务范围), 另一方面反映了城市在经济发展过程中的开放性(与其他城市的互动关系)。

表5中机场的复合流量枢纽度方面, 北京得分最高(1.92), 其次是厦门、西安、深圳、成都、广州和上海。从航空流向的角度, 这些城市的区域枢纽度最大, 分别属于京津冀、长三角、厦漳泉、关中、珠三角、成渝等地区的主要区域经济中心城市之一。应当指出的是厦门由于所辖市域面积较小, 因而很大程度上直接导致了枢纽度的提高。同时珠三角地区的深圳、广州的得分都比较高, 主要是由于两个城市的经济开放性都比较高、区域服务功能突出并且高度集中于这两个城市。上海的机场复合流量枢纽度远远小于北京、厦门, 甚至西安和成都, 这是因为厦门、西安和成都是所在地区的唯一或者是最重要的门户枢纽城市或经济中心城市, 他们除了服务本市的对外交流以外方面, 还承担了整个区域的服务功能, 而上海周边的城市, 如南京、杭州、宁波以及无锡和常州都有机场, 上海机场的区域服务职能没有绝对的垄断地位。得分在0.5~1.0的城市有沈阳、大连、青岛、南京、杭州、福州、重庆和武汉, 可见, 辽中南、山东半岛、江汉平原的区域中心城市的枢

表 5 2004 年回归分析结果

Tab. 5 Regression coefficient in 2004

		客运流量	货物流量	复合流量
常数	$\ln A$	-79.9	-80.05	-83.49
GDP	α	3.15	2.863	3.26
人口	β	1.99	1.871	2.06
距离	γ	0.33	0.316	0.27
北京	Γ	0.65 (1.92)	0.64 (1.91)	0.65 (1.92)
天津	Δ	-1.69 (0.18)	-1.78 (0.17)	-1.71 (0.18)
沈阳	ϵ	-0.49 (0.62)	-0.92 (0.40)	-0.56 (0.57)
大连	ζ	-0.36 (0.69)	-0.76 (0.47)	-0.44 (0.65)
青岛	η	-0.28 (0.75)	-1.0 (0.37)	-0.4 (0.67)
上海	θ	-0.07 (0.93)	0.29 (1.34)	0.02 (1.02)
南京	ι	-0.24 (0.79)	-0.54 (0.58)	-0.3 (0.74)
杭州	κ	-0.11 (0.89)	-0.22 (0.80)	-0.13 (0.87)
广州	λ	0.06 (1.06)	0.30 (1.35)	0.12 (1.12)
深圳	μ	0.19 (1.22)	0.48 (1.61)	0.26 (1.30)
福州	ν	-0.15 (0.86)	-0.82 (0.44)	-0.26 (0.77)
厦门	ξ	0.58 (1.79)	0.35 (1.42)	0.54 (1.71)
重庆	\omicron	-0.54 (0.58)	-0.80 (0.45)	-0.59 (0.56)
成都	π	0.20 (1.23)	0.18 (1.20)	0.20 (1.22)
武汉	ρ	-0.09 (0.92)	-0.78 (0.46)	-0.20 (0.82)
西安	ψ	0.54 (1.72)	-0.15 (0.86)	0.43 (1.54)

纽度并不突出,反映了这些城市的区域服务能力较低、经济对外开放性较低;另外,南京、杭州、福州和重庆虽然作为各自地区的主要经济中心城市,但其枢纽度则一定程度上受到了地区首位城市的压制。得分小于 0.5 的城市只有天津 (0.18),反映了天津在京津冀地区的地位,但从其他类似城市的情得到明显的提升。

对比各个城市的客运流量、货邮流量的枢纽度得分情况,只有上海、广州和深圳的货邮流量的枢纽度明显地高于客运流量的枢纽度,其两者的比值分别为 1.44、1.27 和 1.32。这 3 个城市外向型经济发展均占相当比重,尤其是一些电子信息等时效性强的产品对机场货邮流量的贡献率很高,同时其周边的一些城市,如上海周边的苏州、无锡、昆山,深圳周边的东莞,广州周边的佛山,都有很强的货物出口需求,

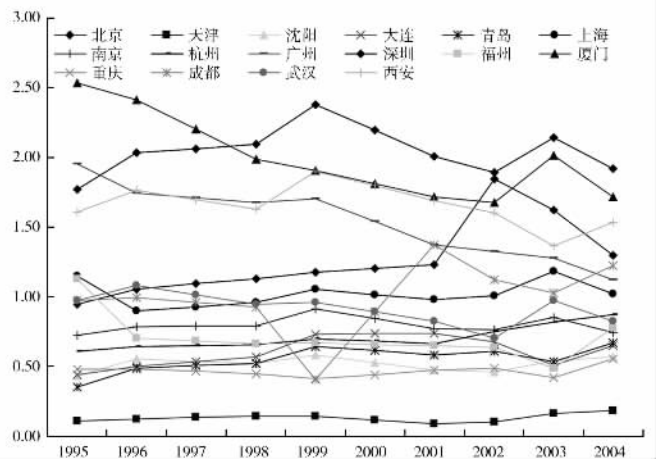


图 4 基于复合流量流向分析的经济中心城市枢纽度分析时序变化

Fig. 4 Time-series changes in each estimated value of parameters from 1995 to 2004 (Compound air flows)

提升了这些区域中心城市的货邮流量枢纽度。此外成都、厦门和杭州也有较高的货邮流量枢纽度。货邮流量枢纽度远远小于客运流量枢纽度（不超过 70%）的城市包括西安、武汉、福州、青岛、大连和沈阳，这些城市有的属于经济落后、货邮运输需求不高的中西部城市，有的属于沿海港口城市，其出口产品的海港航运替代性较高。

另外，通过上述方法进行复合流量、客运流量、货邮流量等“枢纽度”的时间序列分析，其结果如图 4~图 6 所示。从图 4 中可见，1995 年至 2004 年，总体而言，枢纽度变化可归纳为如下几类：（1）稳定型：沈阳、上海、南京等。（2）上升型：天津、杭州、青岛等；（3）下降型：广州、福州、厦门、武汉、西安等。（4）先升后降型：如北京、大连、深圳等。（5）先降后升型：如重庆、成都等。该结果与表 1 中的结果具有较高的吻合性。而通过图 5、图 6 可以看出不同城市客流量和货邮流量的枢纽度的变化情况。总体而言，长三角的经济中心城市表现出强盛的区域带动势头，而珠三角、京津冀相对平稳发展，成渝地区在中西部中具有特殊性，表现出日益强化的区域枢纽地位，而辽中南、福建沿海、关中、江汉平原地区等经济中心城市的枢纽度则相对发展缓慢，甚至有所下降。

4 结论与讨论

本文运用 20 世纪 90 年代以来的航空统计数据，分析了中国城市体系格局和时间变迁，并根据重力模型等方法，分析了主要经济中心城市的枢纽度和变化。主要结论是：

（1）从 1995 年、2000 年、2004 年 3 个时间节点的航空流量、流向数据来看，上海、北京两大全球性城市强化了在全国的枢纽机场的地位，城市体系中，特大城市、大城市的集聚能力进一步加强。从航空流量流向数据来看城市体系和城市群的互动，符合“距离衰减原则”；从地域空间上来看，西部地区形成了若干区域性的枢纽机场，如成都、乌鲁木齐、昆明等。

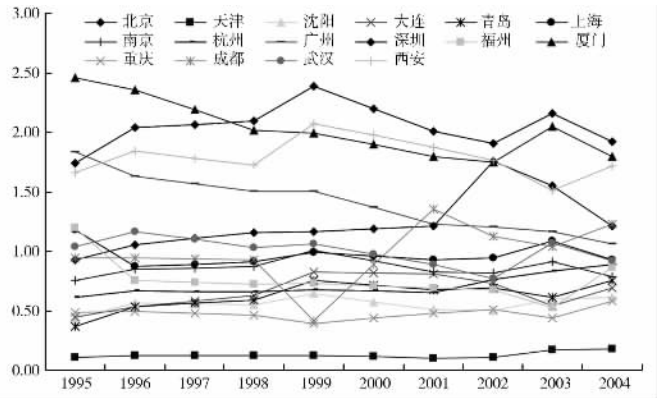


图 5 基于客流量流向分析的经济中心城市枢纽度分析时序变化

Fig. 5 Time-series changes in each estimated value of parameters from 1995 to 2004 (Passengers)

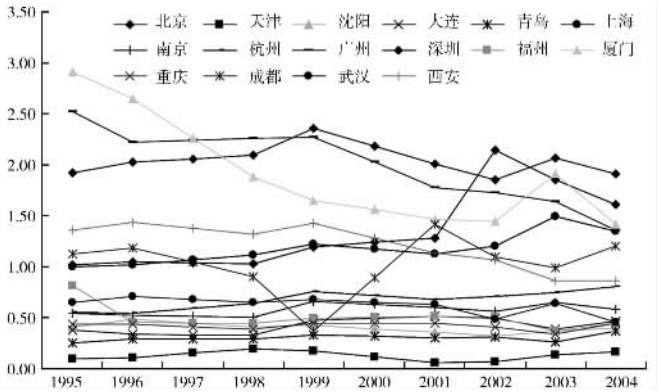


图 6 基于货邮流量流向分析的经济中心城市枢纽度分析时序变化

Fig. 6 Time-series changes in each estimated value of parameters from 1995 to 2004 (Cargo)

(2) 从机场的复合流量方面,北京枢纽度得分最高,其次是厦门、西安、深圳、成都、广州和上海。从航空流向的角度,这些城市的区域枢纽度最大,他们分别属于京津冀、长三角、厦漳泉、关中、珠三角、成渝地区等的主要区域经济中心城市之一。其次是沈阳、大连、青岛、南京、杭州、福州、重庆和武汉,可见,辽中南、山东半岛、江汉平原的区域中心城市的枢纽度并不突出;南京、杭州、福州和重庆虽然作为各自地区的主要经济中心城市,但其枢纽度则一定程度上受到了地区首位城市/门户城市的压制。枢纽度最低的城市是天津(得分只有0.18,唯一小于0.5的城市),反映了天津目前在京津冀的地位,但从其他类似城市的情况,如珠三角、长三角等,天津未来的地位可能会得到明显的提升。

(3) 根据枢纽度的时间序列分析,可以归纳出中国主要的经济中心城市相对地位主要有如下几种类型的变化。第一,稳定型:如沈阳、上海、南京等。第二,上升型:如天津、杭州、青岛等。第三,下降型:广州、福州、厦门、武汉、西安等。第四,先升后降型:如北京、大连、深圳等。第五,先降后升型:如重庆、成都等。总体而言,长三角的经济中心城市表现出强盛的区域带动势头,而珠三角、京津冀相对平稳发展,成渝在中西部中具有特殊性,表现出日益强化的区域枢纽地位,而辽中南、福建沿海、关中、江汉平原地区等经济中心城市的枢纽度则相对发展缓慢,甚至有所下降。

参考文献:

- [1] Harvey D. Airline passenger traffic pattern within the United States. *Journal of Air Law and Commerce*, 1951, (18): 157~165.
- [2] Richmond S B. Forecasting air passenger traffic by multiple regression analysis. *Journal of Air Law and Commerce*, 1955, (22): 434~443.
- [3] Long W H. The economics of air travel gravity model. *Journal of Regional Science*, 1970, (10): 353~363.
- [4] Murayama Y. The national urban system: The evolution of the Canadian Urban System. In: *Spatial Structure of Traffic Flows*. Kokon-Shoin, Tokyo, 1991. 175~205.
- [5] Goetz A R. Air passenger transportation and growth in the US urban system 1950-1987. *Growth and Change*, 1992, 23 :218~242.
- [6] Keeling D J. *Transport and the World City paradigm*. Cambridge: Cambridge university, 1995. 5~13.
- [7] Taaffe E J. The urban hierarchy: An air passenger definition. *Economic Geography*, 1962, (38): 1~14.
- [8] Taaffe E J. Air transportation and United States urban distribution. *The Geographical Review*, 1958, (2): 219~238.
- [9] Matsumoto H. Hubness of Asian major cities in terms of international air passenger and cargo flows. *The Korean Transport Policy Review*, 2003, (10): 103~123.
- [10] Matsumoto H. International urban systems and air passenger and cargo flows: Some calculations. *Journal of air Transport Management*, 2004, (10): 239~247.
- [11] Matsumoto H. Effects of new airports on hubness of cities: A case of Osaka. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 2005, (6): 648~663.
- [12] 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.
- [13] 金凤君. 轴-辐侍服理念下的中国航空网络模式构筑. *地理学报*, 2005, (5): 774~784.
- [14] 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. *地理科学进展*, 2005, 24(2) :59~68.
- [15] 王成金, 金凤君. 从航空国际网络看我国对外联系的空间演变. *经济地理*, 2005, (5): 667~672.
- [16] 王法辉, 金凤君, 等. 中国航空客运网络空间演化模式研究. *地理科学*, 2003, 23(5): 519~526.
- [17] 王娇娥, 金凤君, 等. 中国机场体系的空间格局及其服务水平. *地理学报*, 2006, (8): 829~838.

- [18] 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.
- [19] 周一星, 等. 从航空运输看中国城市体系的空间网络结构. *地理研究*, 2002, (3): 276~286.
- [20] 周一星, 张莉. 改革开放条件下的中国城市经济区. *地理学报*, 2003, (2): 271~283.

China's urban systems in terms of air passenger and cargo flows since 1995

YU Tao-fang¹, GU Chao-lin¹, LI Zhi-gang²

(1. School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 2. Department of Urban and Regional Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: This paper examines patterns and changes of China's urban systems in terms of air traffic flows since the 1990s. The related analysis approach is mainly based on the gravity model and the fuzzy variable method. The main findings are as follows:

Firstly, the pattern, the interaction and changes of China's urban systems conform to the law of "Distance Decay". The global cities, or the mega-cities, such as Beijing and Shanghai have enforced their position nationwide. While in some economic centers of the western region, such as Chengdu, Kunming, and Urumqi, the hub airports gradually grow up into regional centers.

Secondly, cities of Beijing, Xiamen, Xi'an, Shenzhen, Guangzhou and Shanghai are evident as regional hubs. Most of these cities are located in the urban agglomerations, such as the Beijing—Tianjin—Hebei Region, the Yangtze Delta Region, the Xiamen—Zhangzhou—Quanzhou Region, the Pearl River Delta Region, the Guanzhong Region, and the Chengdu—Chongqing Region etc. While cities in Liaoning, Shandong and Hubei provinces, their airports do not show evident regional hubness. And also other cities, such as Nanjing, Hangzhou, Fuzhou and Chongqing have small hubness index, because of the influence of related gateway cities or primary cities, such as Shanghai, Xiamen and Chengdu.

Thirdly, the types of changes of China's main economic centers include the following ones: the steady type (eg Shenyang, Shanghai, Nanjing), the growing type (eg Tianjing, Hangzhou, Qingdao), the decaying types (eg Guangzhou, Fuzhou, Xiamen, Wuhan, Xi'an), the "increasing—decreasing" types and the "decreasing—increasing" ones. Generally speaking, cities in the Yangtze Delta Region show strong roles of regional motors, while those in the Pearl River Delta and the Beijing—Tianjin—Hebei Region show steadiness. Hubness of cities in Liaoning Province, the coastal Fujian Province, the Guanzhong Region, and the Jiangnan Region, show slow growth, even remarkable decreasing tendency.

Key words: urban systems; air traffic flows; regional economic centers; hubness