

# 航空运输与台湾城市体系的空间网络结构

唐次妹\*

## 一、前言

交通网是形成城市体系网络结构的重要物质条件和必要前提,在现代化和物质文明高度发达的当今社会,航空更是快速长距离运输的重要途径。因为航空运输能够直接反映城市间的交易流和连通度,外国很早就有学者利用航空运输资料来研究城市体系的结构和变化,现已成为较高级城市体系研究中被广泛应用的一个重要指标。Goetz 研究了 1950 ~ 1985 年间美国航空客流与城市体系变动的关系<sup>②</sup>。日本亚太中心对日本、韩国和马来西亚城市体系的比较研究也将航空运输作为一个重要指标<sup>③</sup>。国内这方面研究较为薄弱,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>④</sup>,周一星对中国航空运输与城市体系的空间网络结构作了较深入的分析<sup>⑤</sup>。

与其它运输方式相比,航空运输具有及时、高效、灵活的优势,是人流、物流和信息流输送的重要途径,尤其是在长距离和国际客运方面,航空运输更是具有不可替代的重要作用。一个城市在社会经济发展到一定程度后必然要求具有自己的航空港口,以加强城市对外部的联系往来,航空港的合理运用和发展也反过来促进城市 and 所在区域的进一步发展。可以说,在航空网络中有着良好连接关系的结点和门户,在相当大的程度上能够提高所在区域的竞争优势。

航空运输因为能够直接反映城市间的交流和连通度,可作为城市体系研究的一个重要指标。本文研究台湾航空运输网络与城市体系空间结构的相互关系,试图通过对台湾航空港运量、航班频率等数据的分析,从航空运输网方面考察台湾城市体系空间结构的网络特征。研究发现,航空网络不但与城市体系的规模等级高度相关,而且航空港的空间分布、航空网络联接强度的区域差异都与城市体系的空间分布结构紧密相联,双方在时空上的演变也密不可分。

## 二、台湾本岛航空港的空间分布及其与城市体系的关系

航空港是城市对外连接的空中门户。目前,世界上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两个或两个以上机场。台湾的空港城市一般只有一个机场(如果桃园中正机场归属台北市,那么台北市就有两个机场)。目前台湾地区正在使用的机场共有 16 个,其中本岛机场 9 个,外岛机场 7 个。外岛机场无论是航班次或是客运量都只占很少的比例<sup>①</sup>,对于主题城市体系并无多大影响。因此本文只涉及考察台湾本岛的航空体系。

目前台湾的航空港及空港城市有:桃园中正机场、台北国际机场、高雄国际机场共三个国际机场,以及花莲机场、台东机场、台中机场、台南机场、嘉义机场、屏东机场。其中只有桃园机场是一个特例,它不在任

---

\* 作者为厦门大学台湾研究院博士研究生。

何一个城市附近,而是在桃园县西北部滨海平原上,不过它作为台湾最大的国际航空港,而且距台北仅 30 - 40 公里,因此可以将桃园国际机场归入台北市。其余的机场分别在空港城市台北、高雄、台中、台南、嘉义、花莲、台东、屏东市的市内或郊邻。

仔细考察,台湾航空港空间布局与城市体系有着高度密切的关系:

1. 航空网络与城市体系的规模等级高度相关

台湾航空网络与城市体系的规模等级存在着相互对应的关系。航空港都是分布在规模较大的城市,如台北、高雄两大直辖市,台湾五大省辖市除了基隆是邻近台北国际机场的海港、新竹邻近桃园国际机场而没有自己的航空港外,其余台中、台南和嘉义市都有自己的机场。一般来说,城市规模越大,城市的航空客运量就越多。因此可以说,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 台湾城市体系与航空网络对应关系表

人口规模级 (万人)	100 ~ 300	50 ~ 100	25 ~ 50	10 ~ 25	< 10
城市数 (个)	2	3	10	17	6
空港城市数 (个)	3	2	1	3	0
平均客运量 (人/年)	12,279,299	1,446,033	536,636	445,320	0

说明:中正机场归入台北市计算。

资料来源:根据“行政院卫生署”家庭计划研究所编《1999 年台湾地区县乡镇区人口统计资料汇编》和《“中华民国”交通统计月报》第 415 期资料计算整理。客运量是 2001 年数据。

表 1 显示城市人口规模与航空客运量基本上呈正相关趋势。其中三个航空港所在城市花莲、台东和屏东都属于县级市,与前述直辖市和省辖市相比,人口只有 10 万出头(屏东稍高有 21 万),因此空港客运量也最少,平均不到 45 万。

2. 航空港的空间分布与城市体系的空间结构相呼应

台湾本岛城市体系以台北为最高层级的中心城市,其范围覆盖全岛,高雄作为全岛的次中心,同时也是南部台湾的中心城市。台湾的城市在空间上的分布集中于北、中、南三大区域,并有向三个都会区集聚发展的趋势:北部是台北、基隆都会区,以台北为核心城市,台北市人口 264 万,基隆 38.5 万,周边集中了包括板桥、三重、中和、新庄、新店、桃园、中坜等在内的 8 个人口规模在 25 ~ 50 万的中等城市,以及 7 个人口规模在 15 ~ 25 万的小型城市;南部的高雄和台南都会区以高雄(147 万人)和台南市(72.8 万人)为核心城市,包括凤山、永康、新营以及屏东市,城市分布沿西南滨海成带状分布。南部都会区的城市数目和城市规模都不如台北基隆都会区,两者在规模上有一定的差距;中部是台中都会区,以台中市(人口 94 万)为核心城市,包括丰原、大里、太平市,以及邻近的彰化市等,城市个数和人口规模与南部都会区有一定距离,与北部都会区相差更远。台湾东部地区台东市和花莲市由于地理条件的差异,开发较迟,经济发展程度远不如其他区域发达,城市数量少,规模也小。东部只有两个城市台东和花莲,人口约 10 万。

与这种城市空间结构相对应,台湾的航空网络的空间分布也以北部、南部和中部为最。台湾北部是城市数量最多,城市人口规模最大的集中区域,台湾最大的两个航空港台北松山和桃园中正国际机场就座落于这一区域,这两大空港无论是航班频率或客运量都大大超出其它空港,而且承担着台湾与世界各地航空往来的重要功能,是台湾对外航空门户。2001 年中正和台北机场客运量占台湾本岛航空港客运量的 67%。南部都会区较北部都会区规模小,拥有高雄国际机场以及台南机场、屏东机场三个航空港,2001 年三者客运量合计占本岛空港客运量的 23.6%。台中都会区最小,航空港也只有一个台中机场,客运量只占 2.9%;东部的花莲和台东港只占 5.1%<sup>⑥</sup>;嘉义机场由于受到邻近的高雄、台南、台中港的挤压,客运量和所占比重都不大,仅有不到 1.3% 的比例。

### 3. 航空港的空间分布朝向分散的方向发展

集聚与扩散是城市体系结构变化中所呈现的对立统一的过程。在集聚的过程中往往有分散,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。就航空运输而言,分散主导了战后台湾航空网络结构演变的总体趋势,但中间略有波动。

台湾民用航空机场在60年代前只有台北国际机场、花莲机场,而台南国际辅助机场和台中机场都是借用军用机场。随着社会经济的发展和航空业务增加的需要,逐步增设了新的机场并扩建旧机场。1965年新增加的机场有高雄机场和台东机场。台北和高雄两个机场经过长期扩建也发展成为国际机场。1979年又增加了中正和嘉义机场的使用。1981年台湾本岛的民用机场有中正国际机场、高雄国际机场、台北机场、花莲机场、台南、台中、台东机场。前三大机场是台湾南北最大的机场,也是台湾地区的国际空运门户。日月潭和梨山还有供直升机和轻型飞机起降用的小机场。

表2分析了台湾空港城市的航空客运量及其占全部民航客运总量的比重。前3位城市的集中度从1970年的96.6%下降到1981年的84.7%,总体上呈分散状况。但1992年的集中度又有所上升(见表2)。30多年来,台北和高雄两个机场自始至终占据着客运量前3名的核心位置。更值得注意的是,中正国际机场在上世纪70年代末启用后,第二年就远远超过了台北机场和高雄机场而雄居榜首至今,而且所占比重也远高于第二和第三名。

表2 台湾航空客运量的比较(1970年、1981年、1992年和2001年)

排名	1970	客运量	比重	1981	客运量	比重
1	台北	1522764	66.76	中正	3853024	42.15
2	高雄	356308	15.62	台北	2210494	24.18
3	花莲	325128	14.25	高雄	1680689	18.39
4	台南	55431	2.43	花莲	797820	8.73
5	台中	21369	0.94	台南	268811	2.94
6	中正	/	/	台东	246697	2.70
7	台东	/	/	嘉义	69556	0.76
8	嘉义	/	/	台中	13216	0.15
9	屏東	/	/	屏東	/	/
总计	/	2,281,000	100	/	9,140,307	100
排名	1992	客运量	比重	2001	客运量	比重
1	中正	12072536	46.42	中正	18460827	43.33
2	台北	5928638	22.79	台北	10092269	23.69
3	高雄	5192339	19.96	高雄	8284604	19.45
4	台南	883774	3.41	台南	1645760	3.86
5	花莲	805007	3.09	台中	1246307	2.93
6	台东	613680	2.36	花莲	1244811	2.92
7	台中	349547	1.34	台东	948306	2.23
8	嘉义	163218	0.63	嘉义	536636	1.26
9	屏東	/	/	屏東	142843	0.33
总计		26,008,739	100		42,602,363	100

资料来源:1970年和1981年数字根据台湾省方文献会编印《重修台湾省通志》卷四之经济志交通篇中有关航空统计数字计算而得。1992和2001年数字根据台湾“交通部统计处”编印之《“中华民国”交通统计月报》有关航空港客运量统计计算而得。

本文参考周一星的研究方法<sup>⑦</sup>,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30年台湾航空客流的集中分散状况:

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

式中, $p_i$ 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。

表3 台湾航空客流的集中化指数(1970~2001)

年 份	1970	1981	1992	2001
集中化指数	0.3679	0.1763	0.2116	0.1963

资料来源:根据表2各年航空量套入上述公式计算而得。

从表3可以看出,台湾航空客流的集中系数不高,最高是1970年的0.3679,最低为1981年的0.1763。也就是说台湾航空客运处于较分散的状态。具体来说,上世纪70到80年代,台湾航空网络趋于分散发展的趋势。从80年代到90年代又有小的波动,此后仍处于分散状态。30年来,尽管稍有波动,但台湾航空体系总的趋势朝向分散的方向发展。前10年,不但增加了几个新机场(中正、台东和嘉义),而且客运量由集中于台北机场转而大部分分散到中正机场。第二个10年,集中系数有所上升,这是因为位列第一的中正机场的快速发展,其客运比重进一步上升,相反处于第二位台北机场客运比重继续下降。使得1992年的集中系数较1981年高。到最近的10年,集中系数又进一步下降。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。在上述的30年中,前10年台湾航空港结构的演化主要体现在新增航空港客运量的增加,即水平延伸速度快于垂直扩展速度。后20年则表现在已有航空港客运量的增加,新增航空港客运量的增加并不很明显,即垂直扩展速度快于水平延伸速度。

#### 4、航空网络联接强度存在明显的区域差异

从图论的观点看,交通网络是由一系列的顶点或结点(代表城镇、车站、机场等)和一系列的边、线、或链(代表公路、铁路、河道、航空线或运输管道)所组成<sup>⑧</sup>。航空网络就是由结点(航空港)和连接线(航空线)所组成的无向图。由于经济水平、城镇化水平、地理区位等条件的差异,航空网络各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,航空网某部分对外联系的总量越大,网络连接强度越高,在网络中的地位就越重要。为了方便考察,我们可以将台湾航空港划分成北部、南部、中部和东部四大地区,利用各地区每年的航班数,用航班总数来描述台湾岛网络连接强度,定量化地反映台湾四大地区在航空网络中的地位。为了便于比较,在地理分区的基础上,将中正和台北机场归为北部,台中机场为中部,台南、高雄、屏東机场统归为南部,将嘉义机场也归为南部,花莲和台东机场为东部。就横向比较来看,北部地区是台湾境内外网络连接的核心区域,中正机场和台北机场合计1992年航班数为152599班次,占当年航班比重的一半,2001年这一数字达到275533班次,平均每周约5740班次,占当年航班比重的56%。北部地区不但在全岛具有最强的航空网连接度,而且,在台湾境外航空连接强度方面,北部地区也远远超过南部的高雄。因此,北部地区无论是境内还是境外联系的航班数量都遥遥领先于第二名的南部。南部地区两个年份航班比重比例相近,接近全岛航班总数的三成。东部次之,中部的航空连接度最弱。中部和东部与南部的航空连接强度也有一定距离,与北部的距离相差更远(见表4)。

表4 1992、2001年台湾区域航空连接强度表

地区	航班比重(%)		航班总数(班)	
	1992年	2001年	1992年	2001年
北部	51.0	56.3	152599	275533
南部	29.2	28.0	87767	136905
中部	5.0	7.5	15139	36829
东部	14.8	8.2	44243	40193
台湾岛	100	100	299748	489460

资料来源:台湾“交通部统计处”编印,《交通统计月报》第415期,2002年12月。

### 5、航空网络空间布局变动对城市体系空间结构演变的影响

30多年来,台湾岛各航空港和城市间航班频率和客运量呈增加的趋势。不过,近十几年来新机场的增加已经停顿,航空网络的扩张主要依赖原有机场扩建和航线的增加,也就是垂直扩展。由于台湾岛地域狭小,受地理条件的限制,未来新机场的增加机会很少,新竹机场的弃置不用和嘉义机场长期受到竞争挤压无法发展可以说明这一点<sup>⑨</sup>。航空网络的扩张仍将主要借助于原有机场的扩建及航线航班的增加,即航空网络将以垂直方向增长,这将进一步增强原有空港城市的地位,特别是台北市和高雄市(中正机场也属于大台北都市圈的范围),由于自身的优势,将以比其他城市更快的速度发展,继续在全岛城市体系中占据中心地位,而且这种领先地位将越来越明显,与其他城市的差距也越来越大。

台北和高雄作为台湾两个具有国际航空港的城市,在过去30年中得以较快发展,人口和经济规模都远远超越其他城市,其他的几个空港城市如台中、台南、嘉义也有长足发展,并逐步朝向都会区发展,而另三个县级的空港城市屏东、花莲和台东市也有一定发展。未来航空网络结构的变动还将影响到城市体系的空间结构演变。特别是作为航空网络枢纽城市的台北市,邻近全台两个最大的国际航空港,由于处在不同方向航线的交汇点,航空网连接度和网络通达性都很强,城市对人员、资金、技术、信息等要素的吸引力得到进一步提升和增强,从而占据网络中的控制和支配中心位置。中正、台北和高雄机场每天飞往世界各地的航班相当频繁,尤其是通过与亚、非、欧、北美、南美的主要城市都有直接或间接的航班往来,具备了发展成为亚太地区的航空枢纽的可能性,进而可以提升台湾城市体系在亚太地区中的层级地位。高雄港既有航空运输条件,又是台湾最大的海港城市,具备长距离海运优势,两种运输方式的有效配合大大提升了它在区域交通运输与物资交流中的地位。2000年台湾中正机场客运量在亚太地区92个主要国际机场排名第10位,高雄排名19位。至于货运方面,2000年中正机场在全球722个主要国际机场排名第16位,亚太地区排名第5位。高雄在亚太地区排25位。2001年,中正机场货运量在全球和亚太地区排名均提升一位<sup>⑩</sup>。

## 三、结 语

通过上面的分析,我们可以得出以下结论:

- 1、台湾航空网络分布与城市体系的规模等级高度相关。航空港主要分布在较大规模的城市,而且城市规模层级越高,航空港的航班数和客运量及网络连接度越强。
- 2、航空港的空间分布与城市体系的空间结构紧密相联。
- 3、战后,特别是近30年台湾航空网络的发展朝向分散的方向进行,新机场的增加及其客运量的比重不断上升,航空客运量集中的程度有所下降。这一发展趋势与台湾城市体系的空间结构演变有高度的一致性。
- 4、航空网络的连接强度在地区上存在着显著差异,与台湾的城市体系相适应,航空网络连接强度最高

的台湾北部地区,是城市体系中最高层级中心城市所在地。连接强度稍次的南部地区,城市体系次级中心城市高雄和台南市就位于此区域。联接强度小的中部和南部地区,城市规模较小,数量也少。

5、航空网络布局及其变化与城市体系的空间结构的演变也密不可分。一方面,城市规模和城市体系决定了航空网络的分布;另一方面,空港城市由于具有便利的交通条件和通达性,也促进了城市的发展。台北和高雄由于自身的优势,将以比其他城市更快的速度发展,继续在全岛城市体系中占据中心地位,而且这种领先地位将越来越明显,与其他城市的距离也越来越大。

---

注释:

① 据台湾“交通部统计处”统计,2001年台湾本岛机场飞机航班数为489500班,占87.1%,外岛72500班,占12.9%;在客运量方面,本岛机场为42602000人次,占92.4%,外岛只有3482000,占7.6%。“台湾交通部统计处”《九十年我“国”机场客货运量与全球国际机场排名统计》,台湾“交通部统计处”网站,<http://www.motc.gov.tw>

② Goetz A R. Airpassenger transportation and growth in the US urban system 1950 - 1987. Growth and Change, 1992, 23: pp218 - 242.

③ A Comparative Study on the Urban System in Asiaan ; System of Cities in Japan, Korea and Malaysia. Asian-Pacific Center, Sawaraku, Fukuoka, Japan.

④ 顾朝林:《中国城镇体系——历史、现状、展望》商务印书馆,1992年,第275~313页。

⑤ 周一星、胡智勇:《从航空运输看中国城市体系的空间网络结构》,《地理研究》第21卷第3期2002年5月。

⑥ 台湾“交通部统计处”编印《“中华民国”交通统计月报》第415期,2002年12月。

⑦ 周一星、胡智勇:《从航空运输看中国城市体系的空间网络结构》,《地理研究》第21卷第3期2002年5月。

⑧ 吴传钧、刘建一、甘国辉编著:《现代经济地理学》,江苏教育出版社1997年12月。

⑨ 根据台湾“交通部”有关统计,新竹机场仅1998年有统计数字,当年该机场起降航班2240次,客运量81951人次,载货113吨。但此后不再有统计数字。嘉义市作为省辖市航空港在航班数、客运量和货运量都始终不如东部地区以县辖市立港的台东和花莲,而且近十年来发展缓慢,参见《交通统计月报》第415期。

⑩ 台湾“交通部统计处”编印《“中华民国”交通统计月报》第415期,2002年12月。

台湾“交通部统计处”《九十年我“国”机场客货运量与全球国际机场排名统计》,台湾“交通”部统计网址:<http://www.motc.gov.tw>

(责任编辑 胡石青)