

不同经济发展阶段下城市空间扩展对比研究 ——以福州和台北为例

张金前¹, 邓南荣¹, 韦素琼^{2*}, 陈健飞³

(1. 广东省生态环境与土壤研究所, 广州 510650; 2. 福建师范大学 自然资源研究中心, 福州 350007;
3. 广州大学 地理科学学院, 广州 510006)

摘要: 城市空间扩展在不同的经济发展阶段表现出不同特征。论文以处于不同经济发展阶段的福州和台北为例, 以不同时段的遥感影像数据为数据源, 结合相关历史文献和城市统计资料, 借助 GIS 技术提取城市空间扩展信息。在此基础上, 采用扩展速度、分维数、紧凑度等方法对福州和台北 1988—2010 年城市空间扩展的时空变化特征及其影响因素进行对比分析。结果表明: 22 a 来, 福州城市建设用地年均扩展速率为台北的 4.03 倍, 福州城市用地快速扩展, 与台北形成明显的差异; 福州城市空间扩展类型前期以外延类型为主, 后期转为外延扩展与内部填充并重, 而台北城市空间扩展类型则是以内部填充为主; 福州和台北都受到自然地理环境、经济发展和人口增长、交通基础设施建设以及政策与规划等因素的共同影响, 但各因素的主导作用不同, 导致两地城市空间扩展特征存在差异。

关键词: 城市扩展; 福州; 台北

中图分类号: F291.1

文献标志码: A

文章编号: 1000-3037(2012)02-0177-10

城市化是社会经济发展的必然结果,也是社会经济发展的有机组成部分和有利的推动器^[1]。城市化除了表现在城市人口增长、城市非农业人口比重增加以外,还表现在城市用地空间的扩展。城市土地是人类活动最为频繁集中的地域,具有不断演化的动态特征。它的演化过程深刻地反映了城市化过程及城市空间结构演变的动态、规律和矛盾^[2],因此城市地域空间扩展成为衡量城市化水平的重要测度指标。而遥感影像作为地表土地覆盖的直接映像,具有直观、信息丰富等特点,城市作为人类居住地密集的聚落,在遥感影像上能够很好地反映^[1]。因此,遥感影像作为分析和模拟城市空间扩展的重要数据源对城市制图产生了重要的影响^[3]。利用遥感影像来分析城市空间范围比较科学、方便,这是因为它能比较精确地反映城市建成区的轮廓边界^[4]。而且,基于“3S”技术集成遥感影像、地形图及历史图件等多源空间数据融合与集成来反映城市空间演变过程,可以解决不能长期监测城市土地利用的难题^[5]。目前国内外已有许多学者利用遥感监测手段对城市空间扩展问题进行了研究^[6-10],但是对处于不同经济发展阶段下区域间城市空间扩展的对比研究尚属少见。

闽台两地具有地缘(地理位置)、物缘(自然条件)、亲缘(社会文化)等诸多相似性,同时福建正处于工业化中期发展阶段,而台湾已进入后工业化发展阶段,两地存在 15~20 a

收稿日期: 2010-11-16; 修订日期: 2011-07-31。

基金项目: 广东省科技计划项目(2010B060100068); 广东省科技攻关项目(2008A020100010)。

第一作者简介: 张金前(1982-),男,福建泉州人,助理研究员,主要从事土地利用与区域发展研究。E-mail: zhangjinqian_cn@163.com

* 通信作者简介: 韦素琼(1965-),女,福建屏南人,教授,中国自然资源学会会员(S300000266M),主要从事经济地理、土地资源与规划等教学科研工作。E-mail: suqiongwei@126.com

经济发展水平的落差^[11]。在此背景之下,福州和台北两地具有十分相似的自然和人文背景,是进行不同经济发展阶段下城市空间扩展对比研究的理想区域。因此,通过研究不同经济发展阶段下城市空间扩展规律,借鉴台北城市土地利用走过的发展历程,对福州乃至大陆其他区域城市土地利用持续健康发展具有重要的指导意义。

1 研究区概况及数据来源

1.1 研究区概况

福州地处我国东南沿海,与台湾隔海相望,是福建省政治、经济、文化中心,也是海峡西岸经济区的中心城市之一。福州市区所在地属典型的河口盆地,闽江自西横穿市区,向东注入东海,盆地四周群山环抱,其海拔多在 600 ~ 1 000 m 之间,境内地势自西北向东南倾斜。市区下辖鼓楼、台江、晋安、仓山和马尾 5 个行政区,面积 1 043 km²。2010 年底,福州市区人口为 292 × 10⁴ 人。

台北位于台湾岛的北部,为台湾政治、经济、交通和文化中心,也是我国特大城市之一。台北气候温暖湿润,属于亚热带海洋性季风气候。台北坐落在台北盆地中央,淡水河自南而北贯穿台北盆地,另有三峡溪、新店溪和基隆河先后汇入淡水河,西北经关渡缺口注入台湾海峡。台北的称呼历来包含不同范围,鉴于新北市环绕台北市四周,为台北都会区重要组成部分,且台北中心城区与新北市部分城区已连为一体,故本文研究将其连片建成区作为研究对象。至 2010 年,台北都会区人口达 680 × 10⁴ 人,其中位于台北盆地内城区人口超过 500 × 10⁴ 人(包含新北市部分城区)。

1.2 数据来源与方法

为了保持数据源的一致性,本研究主要采用 Landsat 系列遥感数据,包括 1988、2004 和 2010 年的 TM 遥感数据(表 1)。城市土地利用变化的空间信息是在 RS 与 GIS 的支持下获取的。首先对遥感影像进行波段组合、几何校正、图像增强等处理后,在分辨率更高的 ASTER 和 QuickBird 影像及相关地形图、历史地图和城市规划图的辅助下,利用人机交互方式进行屏幕目视判读,提取研究区 3 个时相的城市空间信息,并在 ArcGIS 软件中进行统计和分析。

表 1 卫星遥感数据及其特征

Table 1 Satellite image data and its characteristics

研究区	影像数据	获取日期	轨道号	分辨率
福州	Landsat TM	1988-04-09	119/42	30 m
	Landsat TM	2004-10-22	119/42	30 m
	Landsat TM	2010-11-08	119/42	30 m
	ASTER	2004-04-06	-	15 m
	QuickBird	2010-05-31	-	0.61 m
台北	Landsat TM	1988-11-13	117/43	30 m
	Landsat TM	2004-11-09	117/43	30 m
	Landsat TM	2010-08-22	117/43	30 m
	ASTER	2004-04-22	-	15 m
	QuickBird	2010-02-10	-	0.61 m
		2010-01-14		

表 2 1988—2010 年福州与台北城市建成区面积及扩展速度

Table 2 The urban built-up area and its growth rate in Fuzhou and Taipei from 1988 to 2010

研究区	面积/km ²			年均扩展速率/(km ² ·a ⁻¹)		
	1988 年	2004 年	2010 年	1988—2004 年	2005—2010 年	1988—2010 年
福州	60.19	153.87	186.25	5.86	5.40	5.73
台北	212.27	239.49	243.53	1.70	0.67	1.42

1988—2010 年,随着经济的发展和城市化的不断深入,福州和台北的城市建成区面积均不断增加,但两地的扩展速度呈现出不同的特点。从增长面积来看,1988—2010 年福州城市建成区面积从 1988 年的 60.19 km² 上升至 2010 年的 186.25 km²,净增 2.09 倍,面积增加了 126.06 km²。其中 1988—2004 年间,面积净增 93.68 km²,2005—2010 年间,面积净增 32.38 km²。台北城市建成区面积从 1988 年的 212.27 km² 上升至 2010 年的 243.53 km²,面积仅增加了 31.26 km²。其中 1988—2004 年间,面积净增 27.22 km²,2005—2010 年间,面积净增 4.05 km²。从增长速率来看,1988—2010 年福州城市建成区年平均增加面积 5.73 km²,台北城市建成区年平均增加面积 1.42 km²。在这 22 a 间,福州城市建成区扩展速度是台北的 4.03 倍,且 2005—2010 年福州城市建成区扩展速度与 1988—2004 年基本持平,仍保持高速扩展态势,而台北城市建成区扩展速度则明显下降。

1988—2004 年,福州城区呈现中心向外围辐射状扩展,其中主要是以下几个方向扩展速度最快:随着鼓山新区的开发建设,向东迅速推进至鼓山麓;东南方向闽江北岸主要是快安一带迅速扩展,闽江南岸主要是沿 324 国道和福厦高速公路向外轴向伸展;金山新区的开发建设,带动了城区向西迅速扩展;新店一带的开发建设,拉动城区往北拓展。2005—2010 年,随着沿海铁路、京福高速公路、二环路、三环路等一批重点项目的相继开工建设,进一步拉大了福州城市框架,这一阶段城区扩展最快区域主要是在仓山区所在的南台岛。随着福州市“东扩南进”战略的推进,福州南站、新行政中心等一批重点项目落户南台岛,迅速推动了仓山城区的发展。

1988—2010 年,台北城区扩展速度相对稳定,建成区面积变化不大,受地形条件的限制,城区空间形态上主要是盆地周边空隙的填充。这 22 a 间,台北城区面积仅增长了 14.73%,主要集中在西部新北市的芦洲区、新庄区、树林区、板桥区,中心城区东北部的内湖区、南港区、汐止区和南部的新店区。

2.2 城市扩展空间形态

2.2.1 城市空间扩展分形特征

城市外围轮廓形态特征是我们分析城市社会经济诸多问题的基础,城市平面形态的变化影响到交通、通讯、生产、生活、公共设施等多方面的规划和建设^[13]。分形理论在城市形态中的应用是目前国内外学者研究的热点问题之一^[13-16]。国外的城市分形研究主要以城市个体为对象,研究城市的边界形态、结构、生长、交通和演化机制等问题^[17-19]。国内的研究主要包括城市结构分形研究、城市土地利用分形研究、城镇体系形态及其演化的分形研究、城镇体系空间结构及其相互作用的分形研究、交通网络分形研究、城市区位分形优化研究等^[20-21]。研究表明,分形模型适合刻画城市空间形态与空间过程,有助于寻找适合多准则优化空间结构,弥补传统城市模型的不足^[22]。

根据分形理论公式进行计算^[15],结果发现福州城市空间形状分维值先增大后减小(表

3) ,说明 1988—2004 年间福州由于向外轴向扩展迅速 ,导致城市空间形态的不规则程度增大 2005—2010 年 福州城市空间形状分维值略有下降 ,主要是由于这一阶段福州城市扩展过程中 轴向扩展与内部填充并重 致使分维值下降。

1988—2010 年台北城市形状分维值呈现逐步下降趋势 ,并在 2005—2010 年趋于平缓 (表 3) ,说明台北城市外围轮廓的不规则程度虽然高于福州 ,但这种不规则程度在不断下降 ,并且趋于稳定。

2.2.2 城市空间扩展紧凑度

城市外围轮廓形态的紧凑度被认为是反映城市空间形态的一个十分重要的概念^[23-24] ,形状紧凑度计算公式是^[25]:

$$c = 2 \sqrt{\pi A/P}$$

式中: c 指城市的紧凑度 A 指城市面积 P 指城市轮廓周长。紧凑度介于 0~1 之间 ,值越大 ,其形状紧凑性越高;反之 ,形状的紧凑性越低。当城市处于迅速扩展的发展阶段时 ,紧凑度往往就会下降;当城市转为内部填充、改造发展阶段时 ,紧凑度则会明显上升。同时 ,紧凑度的变化还在一定程度上反映了城市水平方向扩展和垂直方向扩展的相互关系。当城市水平扩展的经济效益低于内部填充和垂直更新发展的效益时 ,城市的扩展将转向以内在填充和垂直方向扩展为主。这时城市形态变化特征趋向紧凑 ,即紧凑度指数增大^[26]。

1988—2004 年间福州处于城市用地空间沿主要交通干线向外轴向迅速扩展阶段 ,故福州城市外围轮廓紧凑度减小; 2005—2010 年 ,福州城市扩展过程中轴向扩展与内部填充并重 ,致使紧凑度有所提高。1988—2010 年 ,台北城市紧凑度不断提高 ,城市扩展进入了内在填充和垂直方向扩展的稳定发展阶段(表 3)。

表 3 1988—2010 年福州和台北城市形状的分维和紧凑度

Table 3 Fractal index and compact index of Fuzhou and Taipei from 1988 to 2010

指标	年份	福州	台北
分维(D)	1988	1.300 3	1.393 8
	2004	1.354 2	1.367 4
	2010	1.335 1	1.367 1
紧凑度(c)	1988	0.240 7	0.081 3
	2004	0.125 7	0.102 3
	2010	0.145 9	0.102 4

3 城市空间扩展影响因素对比分析

3.1 自然地理环境

自然地理环境是城市发展的基础条件 ,是城市形成和发展的载体。城市空间扩展的潜力、方向、速度、模式以及空间结构都受到地形、地貌、地质、水文等自然地理要素的影响 ,尤其是地形条件的影响最为显著。连片平整的适宜建设用地是城市空间扩展的重要条件。台北盆地北以阳明山为界 ,西邻林口台地 ,东南侧为雪山山脉的余脉形成的丘陵所环绕。台北盆地形状近似一个三角形 ,三个端点分别是南港、新庄的回龙 ,以及关渡。盆地内地势平坦 ,成为台北城市发展的重要基础条件 ,但目前城市建成区已基本上覆盖了整个台北盆地 ,城市的扩展由于外围自然山系的影响 ,发展空间有限 ,规划建设明显受到自然环境制约(图 2)。部分地区在海拔高、坡度大的低山丘陵地带进行开发 ,因建设不当导致了一些地质环境

灾害。

福州位于闽江下游的福州盆地中,整个盆地面积 576 km^2 。盆地的东、西和北三面为低山,南和东南面为丘陵。盆地内以平原为主(面积为 335.71 km^2);在平原上散立着侵蚀剥蚀低丘陵(面积 75.97 km^2)和侵蚀剥蚀高丘陵(面积 7.5 km^2)^[27]。相比台北,虽然福州也处于盆地之中,但目前仅在城区东部和北部明显受地形制约,其余方向上的发展空间仍然比较大(图2)。

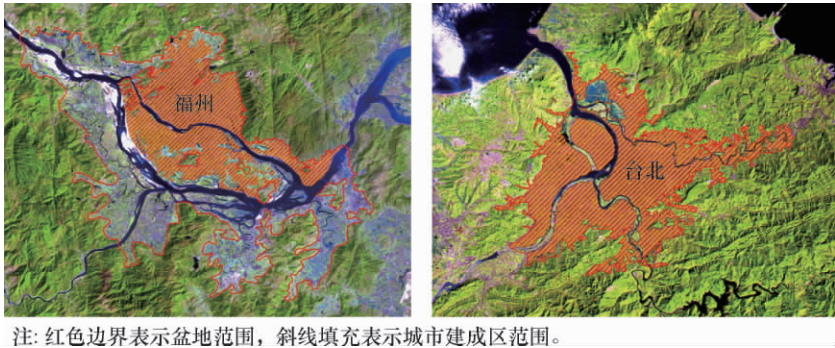


图2 福州盆地和台北盆地城市建成区范围

Fig. 2 Urban built-up area of Fuzhou Basin and Taipei Basin

1988—2004年,福州城市的扩展一方面是由主城区向外围蔓延,特别是往东的鼓山新区方向、往西的金山新区和往北的新店方向的扩展过程十分显著,城区的东部和北部逼近盆地边缘;另一方面是沿交通主干线向外轴向扩展,特别是主城区向马尾港区及南台岛沿324国道的轴向扩展最为显著。2005—2010年间,地形较为平坦的南台岛成为福州城市空间扩展的主要区域,城区向南扩展速度迅猛,而城区东部和北部的扩展相对较慢。

3.2 经济发展和人口增长

1990年以来,福州大力发展外向型经济,经济发展迅猛。经济发展尤其是第二产业和第三产业的发展对城市空间扩展产生直接的驱动作用。市区国内生产总值(GDP)从1990年 47.97×10^8 元增加到2010年 $1\,534.60 \times 10^8$ 元。经济迅速发展加快了福州经济技术开发区、福州高新技术产业开发区、金山工业园区等开发区的建设,开发区建设又带动了相关生产生活配套设施的建设,推动了城市的扩张。经济发展同时也带动了工矿仓储用地、基础设施建设、房地产业、商业、餐饮及娱乐服务业等行业的发展。第二三产业发展吸引的大量劳动力导致城市人口大量增加,市区人口从1988年的 125×10^4 人增加到2010年的 292×10^4 人。这又对住房、居住环境、道路交通和公共设施产生巨大的用地需求,导致了城区范围的快速扩展。

20世纪70至80年代,台北经济进入高速发展阶段,经济发展和产业结构变化导致人口不断激增,人口密度随之飙升。1988年以后,已步入后工业化阶段的台北城市空间结构相对稳定,建成区面积变化不大。台北中心市区人口在1990年达到顶峰,为 272×10^4 人。随后,由于中心市区地窄人稠、交通拥堵状况无法改变,而且工业公害污染日益严重,市区生活环境不断恶化,产生了区域经济的“溢出效应”,制造业企业先后从台北中心市区向新北市、桃园县迁移,在这一带形成了台湾最大的工业生产基地。整个台北都会区集中了全台40%以上的人口,创造了全台50%以上的生产总值。2005年人均GDP为140,474元人民

币^[28]。台北中心城区的产业结构以第三产业为主, 就业人口占总就业人口的 78.87%, 第二产业就业人口约占 20.86%, 第一产业仅占 0.27%^[29]。到 2010 年, 中心市区人口回落到 262×10^4 人。这一时期, 尽管制造业大量外迁, 工矿仓储用地需求不明显, 但台北盆地内可供建设用地资源匮乏, 导致台北房价大涨, 一方面使得“台北居住大不易”造成台北中心市区人口数量下降; 另一方面促使房地产商修建高楼层意愿大增, 客观上使得台北市容积率大大提高。

3.3 交通基础设施建设

交通基础设施建设对城市用地扩展具有指向性作用, 是城市用地扩展的牵动力。城市作为区域的中心, 其与区域外的物质联系主要依靠对外交通来实现, 交通的建设往往成为城市空间扩展的伸展轴。20 世纪 90 年代以来, 福州交通建设经历了一个快速发展的过程, 二环、三环路建设拉大了城市框架, 温福铁路、福厦铁路、沈海高速、福银高速、机场高速等重要对外交通线路及长乐国际机场、福州港的对外交通建设拓展了城市外部空间。交通线路的修建和交通设施的完善, 使城市集聚与扩散效应不断增强, 推动城市空间沿主要交通走廊向外扩展。这一时段的遥感图像分析也表明, 在主要对外交通走廊的周围形成了明显的带状建设用地。

台北是台湾地区首要交通枢纽。对外交通除了有多条国道(高速公路)与省道通往全台各地之外, 还有台湾铁路纵贯线、台湾桃园国际机场、松山机场和基隆港共同组成台北海陆空三位一体的交通体系。20 世纪 90 年代以来, 台湾高速铁路和台北港的建设又进一步强化了台北交通枢纽的地位。同时, 作为台北最重要、最普遍的交通工具台北捷运系统的建设, 将台北中心城区与新北市城区有机地连为一体, 极大地方便了市民的通勤。台北捷运系统服务范围涵盖台北中心市区与新北市三重、芦洲、土城、永和、板桥、中和、新店等区, 行经新庄区的路线目前仍在建设中, 未来规划甚至连接到桃园县的桃园国际机场与中坻市。

3.4 政策与规划

政策与规划对城市空间扩展具有巨大的控制导向作用, 它决定着城市空间演化的方向及规模。福州市于 1994 年编制了《福州城市总体规划(1995—2010)》, 规划以中心城为依托, 沿江向海, 东进南下, 形成“一城三组团”的布局结构。后于 2009 年又编制了《福州市城市总体规划(2010—2020)》, 规划福州中心城区的重点发展方向为“东扩、南进”, 形成“一区三轴八新城”的空间布局结构。在城市规划的引导下, 20 世纪 90 年代以来, 城市空间向东和向南方向不断扩展, 未来在新规划的控制指导下, 这一城市的发展方向将不会发生较大的改变。同时, 随着城市空间的拓展, 未来将面临着对闽侯县和长乐市进行行政区划的调整。

台北都市计划最早于 1900 年发布实施, 至今已有一百多年历史。都市计划实施过程中, 十分重视土地保育与保安、城乡永续发展、交通与通讯基础设施建设、区域治理与适性发展等方面建设。台北的土地使用管制分为都市土地使用管制和非都市土地使用管制两大类。对于非都市土地使用管制非常严格, 从而保证了从根本上扼制工业化迅猛发展带来的城市盲目扩张、耕地急剧减少、交通拥挤、环境恶化等一系列社会问题。台北城市空间扩展过程中, 尽管已基本上将台北盆地填满, 可建设用地获取困难, 但对于生态环境的保护依然十分重视, 通过设立保护区和保留区对自然生态敏感区进行保护, 甚至在台北中心市区内建立了关渡自然保留区、中兴桥和华中桥野生动物保护区以及淡水河红树林自然保留区等法定保护区域。在社子及北投区附近仍然保留大片农地, 用于满足蔬菜种植及生态保护、休闲、教育等需求。

4 结论

(1) 在 RS 和 GIS 技术支持下,通过 1988、2004 和 2010 年三期遥感数据和相关地形图、历史地图和城市规划图等资料,提取了福州和台北不同时期城市扩展的空间信息。结果表明,处于不同社会经济发展阶段的福州和台北城市空间扩展速度存在明显差异。1988—2010 年,福州建成区面积净增长了 209.46%,年均面积增加 5.73 km²;而台北建成区面积仅增长了 14.73%,年均面积增加 1.42 km²。福州建成区年均扩展速率为台北的 4.03 倍。

(2) 22 a 来,由于城市空间扩展模式不同,两地城市形状变化表现出不同的特征。1988—2010 年,福州城市空间扩展经历了前期沿交通干线轴向迅速扩展阶段,后期转为轴向扩展与内部填充并重的阶段。而台北由于受益地地形的制约,新增建设用地获取困难,城市空间扩展集中体现在城区内部结构调整以及轴间空地填充,城市空间发展进入相对稳定的内部填充阶段。

(3) 城市空间扩展是一个非常复杂的过程,受到自然地理环境、经济发展和人口增长、交通基础设施建设、政策与规划等因素的共同影响。在处于不同发展阶段的不同区域,由于各因素的主导作用不同,导致不同区域间城市空间扩展速度和扩展模式存在差异。

(4) 开展不同区域不同社会经济发展阶段城市空间扩展及其潜在可能社会经济关联的对比研究具有现实的意义,这不仅能揭示城市空间形态的变化机理,而且能为不同区域城市发展空间决策提供相互借鉴,促进城市土地利用的持续健康发展。

参考文献(References):

- [1] 陈本清,徐涵秋. 城市扩展及其驱动力遥感分析——以厦门市为例[J]. 经济地理, 2005, 25(1): 79-83. [CHEN Ben-qing, XU Han-qiu. Urban expansion and its driving force analysis using remote sensed data: A case of Xiamen City. *Economic Geography*, 2005, 25(1): 79-83.]
- [2] 王慧. 区域城市化发展水平的综合分析——以陕西省为例[J]. 地理学与国土研究, 1997, 13(4): 14-20. [WANG Hui. Integrating analysis of regional urbanization development level: A case study in Shaanxi Province. *Geography and Territorial Research*, 1997, 13(4): 14-20.]
- [3] Martin Herold, Noah C Goldstein, Keith C Clarke. The spatio-temporal form of urban growth: Measurement analysis and modeling [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2003, 86: 286-302.
- [4] 徐强,华晨. 城市建成区面积统计口径亟待统一——以杭州中心城区为例[J]. 规划师, 2005, 21(4): 88-91. [XU Qiang, HUA Chen. Establishing a uniform standard for calculation of urban built-up area: With Hangzhou central city zone as an example. *Planners*, 2005, 21(4): 88-91.]
- [5] 匡文慧,张树文,张养贞,等. 1900 年以来长春市土地利用空间扩张机理分析[J]. 地理学报, 2005, 60(5): 841-850. [KUANG Wen-hui, ZHANG Shu-wen, ZHANG Yang-zhen, et al. Analysis of urban land utilization spatial expansion mechanism in Changchun City since 1900. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(5): 841-850.]
- [6] 杨永春,杨晓娟. 1949—2005 年中国河谷盆地型大城市空间扩展与土地利用结构转型——以兰州市为例[J]. 自然资源学报, 2009, 24(1): 37-49. [YANG Yong-chun, YANG Xiao-juan. Research on urban spatial expansion and land use inner structure transformation of the large valley-basin cities in China from 1949 to 2005—A case study of Lanzhou. *Journal of Natural Resources*, 2009, 24(1): 37-49.]
- [7] 李丽,迟耀斌,王智勇,等. 改革开放 30 年来中国主要城市扩展时空动态变化研究[J]. 自然资源学报, 2009, 24(11): 1933-1943. [LI Li, CHI Yao-bin, WANG Zhi-yong, et al. The spatio-temporal dynamic characteristics in expansion of major cities in China in 30 years since the reform and opening-up. *Journal of Natural Resources*, 2009, 24(11): 1933-1943.]
- [8] 王伟武,金建伟,肖作鹏,等. 近 18 年来杭州城市用地扩展特征及其驱动机制[J]. 地理研究, 2009, 28(3): 685-

- sensed data and GIS: A case study of Hangzhou city from 1991 to 2008. *Geographical Research*, 2009, 28(3): 685-695.]
- [9] TANG Jun-mei, WANG Le, YAO Zhi-jun. Analyses of urban landscape dynamics using multi-temporal satellite images: A comparison of two petroleum-oriented cities [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2008, 87(4): 269-278.
- [10] FAN Shou-fan, George Z Gertner, SUN Zhan-li, et al. The impact of interactions in spatial simulation of the dynamics of urban sprawl [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2005, 73(4): 294-306.
- [11] CHEN Jian-fei, WEI Su-qiong, Kangtsung Chang, et al. A comparative case study of cultivated land changes in Fujian and Taiwan [J]. *Land Use Policy*, 2007, 24(2): 386-395.
- [12] 姚士谋, 帅江平. 城市用地与城市生长: 以东南沿海城市扩展为例[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1995. [YAO Shi-mou, SHUAI Jiang-ping. Urban Land and Urban Growth: A Case Study of the Urban Expansion in Southeastern Coastal Area. Hefei: University of Science and Technology of China Press, 1995.]
- [13] 王新生, 刘纪远, 庄大方, 等. 中国特大城市空间形态变化的时空特征[J]. 地理学报, 2005, 60(3): 392-400. [WANG Xin-sheng, LIU Ji-yuan, ZHUANG Da-fang, et al. Spatial-temporal changes of urban spatial morphology in China. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(3): 392-400.]
- [14] Keersmaecker M L D, Frankhauser P, Thomas I. Using fractal dimensions for characterizing intra-urban diversity: The example of Brussels [J]. *Geographical Analysis*, 2003, 35(4): 310-328.
- [15] Shen G. Fractal dimension and fractal growth of urbanized areas [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2002, 16(5): 419-437.
- [16] 陈彦光, 刘继生. 城市土地利用结构和形态的定量描述——从信息熵到分维[J]. 地理研究, 2001, 20(2): 146-162. [CHEN Yan-guang, LIU Ji-sheng. An index of equilibrium of urban land-use structure and information dimension of urban form. *Geographical Research*, 2001, 20(2): 146-162.]
- [17] Batty M, Longley P. Fractal Cities: A Geometry of Form and Function [M]. London: Academic Press, 1994.
- [18] Benguigui L, Daoud M. Is the suburban railway system a fractal [J]. *Geographical Analysis*, 1991, 23(4): 362-368.
- [19] White R, Engelen G. Cellular automata and fractal urban form: A cellular modeling approach to the evolution of urban land use patterns [J]. *Environment and Planning A*, 1993, 25: 1175-1199.
- [20] 陈勇, 艾南山. 城市结构的分形研究[J]. 地理学与国土研究, 1994, 10(4): 35-41. [CHEN Yong, AI Nan-shan. Fractal study on urban structure. *Geography and Territorial Research*, 1994, 10(4): 35-41.]
- [21] 刘继生, 陈彦光. 交通网络空间结构的分形维数及其测算方法探讨[J]. 地理学报, 1999, 54(4): 471-478. [LIU Ji-sheng, CHEN Yan-guang. A study on fractal dimensions of spatial structure of transport networks and the methods of their determination. *Acta Geographica Sinica*, 1999, 54(4): 471-478.]
- [22] 叶俊, 陈秉钊. 分形理论在城市研究中的应用[J]. 城市规划汇刊, 2001(4): 38-42. [YE Jun, CHEN Bing-zhao. Applications of fractal theory to urban studies. *Urban Planning Forum*, 2001(4): 38-42.]
- [23] Roberto C, Maria C G, Paolo R. Urban mobility and urban form: The social and environment costs of different patterns of urban expansion [J]. *Ecological Economics*, 2002, 40(2): 199-216.
- [24] Stephan P, Friedrich D. Assessing the environmental performance of land cover types for urban planning [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2001, 52(1): 1-20.
- [25] 刘纪远, 王新生, 庄大方, 等. 凸壳原理用于城市用地空间扩展类型识别[J]. 地理学报, 2003, 58(6): 885-892. [LIU Ji-yuan, WANG Xin-sheng, ZHUANG Da-fang, et al. Application of convex hull in identifying the types of urban land expansion. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(6): 885-892.]
- [26] 武进. 中国城市形态: 结构、特征及其演变[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1990. [WU Jin. The Morphology of Chinese Cities: Structure, Characteristics and Growth. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Publishing House, 1990.]
- [27] 张文开. 福州市城市景观类型与城市发展[J]. 福建师范大学学报: 自然科学版, 2002, 18(2): 85-88. [ZHANG Wen-kai. The type of the landscape and the city development in Fuzhou City. *Journal of Fujian Normal University: Natural Science Edition*, 2002, 18(2): 85-88.]
- [28] 倪鹏飞. 中国城市竞争力报告 No. 4[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2006. [NI Peng-fei. Report on China's Urban Competence No. 4. Beijing: Social Sciences Academic Press, 2006.]
- [29] 洪迪光. 台北的竞争力[J]. 规划师, 2005, 21(5): 121-123. [HONG Di-guang. Competitive power of Taipei. *Plan-*

ners ,2005 ,21(5) : 121-123.]

Comparative Study of Urban Spatial Expansion between Regions with Different Economic Development Phases: A Case Study of Fuzhou and Taipei

ZHANG Jin-qian¹ , DENG Nan-rong¹ , WEI Su-qiong² , CHEN Jian-fei³

(1. Guangdong Institute of Eco-environment and Soil Science , Guangzhou 510650 , China;

2. Research Center of Natural Resources , Fujian Normal University , Fuzhou 350007 , China;

3. College of Geographical Science , Guangzhou University , Guangzhou 510006 , China)

Abstract: The characteristics of urban spatial expansion were different in each phase of economic development. Taipei was in the stage of post industrialization and Fuzhou was in the middle stage of industrialization. Comparative study of urban spatial expansion in these two regions could be a good case because they were similar in biophysical and cultural characteristics but differ in the level of economic development. In this study , we extracted urban spatial expansion information in these two regions based on the TM images of 1988 ,2004 and 2010. Urban spatial expansion was studied by analyzing some concerned historical literatures , urban statistics data and urban built-up area maps based on fractal model and compact index. The research results show that , during the period from 1988 to 2010 , the magnitude of urban land growth in Fuzhou was 4.03 times that of Taipei. The expansion form changed from a single external expansion to a combination form of external and internal expansion in Fuzhou , while Taipei was in the form of internal expansion. Through discussion , we could see that the main natural factors and human factors influenced urban spatial expansion in Fuzhou and Taipei in the past 22 years , including the following aspects: physiographic environment , economic development , population growth , traffic infrastructure construction , and government policy and planning. Effect of terrain condition on urban spatial expansion in Taipei was notable , but it was not marked in Fuzhou.

Key words: urban expansion; Fuzhou; Taipei