

广州城市空间结构与交通需求关系

周素红, 闫小培

(中山大学城市与区域研究中心, 广州 510275)

摘要: 在综述国内外相关研究的基础上, 以广州为案例研究城市空间结构与交通需求的关系。结果表明, 在城市形态与交通需求的关系方面, 广州城市二维形态和三维形态与交通需求的空间分布之间具有一定的耦合性, 二者存在一定互为因果的关系; 交通方式的转化对城市形态的演化具有一定的驱动作用; 城市形态引导着交通需求的总量和布局; 同时, 社会经济活动及其发展是城市形态与交通需求产生的原因和相互联系的纽带。在城市内部空间结构与交通需求的关系方面, 模型分析表明, 近年来广州城市内部居住与就业的空间均衡性增强, 直接影响了交通需求的产生与分布和交通方式的选择, 有利于居民就近选择就业, 并使通勤交通的空间分布更加均衡; 此外, 居住与就业人口迁移先行, 引导公共设施的发展也是近年来广州城市发展的主要特征之一; 公共设施服务空间与交通需求之间存在需求作用型和供给作用型两种相互作用模式。

关键词: 交通需求; 城市空间结构; 城市地理; 城市土地利用; 广州

1 引言

作为高速城市化发展的地区, 中国城市在过去的 20 多年时间内完成了西方上百年的发展, 交通系统超负荷运作, 面临的交通问题日渐突出。近年来, 大多数城市加大了城市道路基础设施建设的力度, 这在一定程度上缓和了交通问题。然而, 由于缺乏对交通问题产生根源的研究, 部分“头痛医头, 脚痛医脚”的做法未能根本解决问题, 其效果往往是短期和局部的。从交通问题产生根源来看, 归纳起来由两大冲突造成: 第一, 以城市道路基础设施为主的交通供给与产生交通需求的城市土地利用模式之间的冲突; 第二, 以出行方式、出行量为主要特征的交通需求与城市土地利用模式之间的冲突。两种冲突共同引发交通拥挤与土地利用效益低下等问题, 而后者是前者产生的原因之一。因此, 本文以广州为例, 着重从交通需求与广州城市空间结构的演化和现状出发, 揭示二者之间的关系、作用机制和作用效果, 并探讨相应的解决思路。

近年来西方在城市空间结构与交通需求关系的研究方面大体可以分为相关理论与模型研究和规划与管理研究两大类。在相关理论与模型研究领域, 从 20 世纪中期以来, 主要经历了 50、60 年代对数量化模型的推崇阶段^[1-2]; 70~80 年代初, 对“数量化”的反思, 多学科交叉的“多元化”发展阶段^[3-5]; 80 年代中以后, 交叉学科和空间信息技术支持下的大城市综合模型研究等几个阶段^[6-10]。对上述阶段的分析可见, 近年来相关理论和模型的发展趋势和特点主要体现在多学科交叉、强调人文主义^[10-14]、模型简化和理论基础逐步

收稿日期: 2004-04-08; 修订日期: 2004-08-18

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40071034; 40401019); 广东省自然科学基金资助项目 (04300547) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 40071034; No. 40401019; Natural Science Foundation of Guangdong Province, No. 04300547]

作者简介: 周素红 (1976-), 女, 博士, 讲师, 中国地理学会会员, 主要研究方向为城市地理、城市交通与土地利用、GIS 应用等。E-mail: ceezsh@zsu.edu.cn

通讯作者: 闫小培 (1956-), 女, 教授, 博士生导师。E-mail: ceezxp@zsu.edu.cn

完善等方面。在规划与管理领域,主要从协调交通需求与土地利用的关系出发,提出相应的规划理念。如彼得·卡尔索尔普 (Peter Calthorpe) 1988 年提出步行邻里 PP (Pedestrian Pocket)、1993 年提出交通引导土地开发 TOD (Transit-Oriented Development)^[15, 16]、安德雷斯·杜安伊 (Andres·Duany) 与伊丽莎白·普拉特-兹伊贝克 (Elizabeth Plater-Zyberk) 提出传统邻里开发 TND (Traditional neighborhood development) 等^[17]。此外,研究者还开展了一系列实证研究,如城市开发密度、土地混合开发程度、城市空间结构及用地形态、邻里设计和相应的社会经济因素与城市居民出行,包括出行量、出行频度以及出行方式的关系研究等^[18-23]。此类研究均认为城市空间结构对城市居民的出行行为产生一定的影响,只是影响的层面、方式、程度等不同而已。

国内在相关理论和模型的研究方面,目前尚处于起步阶段,特别是在研究方法上,对该领域的研究具有一定的开创性的意义。在规划和管理方面则以相关理念的引进为主,实证研究仍较缺乏,尽管目前已有分别关于城市居民出行行为或城市空间结构的研究,但对二者之间的关系和相互作用机制的研究仍相对较少^[24-27]。

综合上述国内外相关理论、模型、案例和规划与管理理念等研究的进展可见,目前的研究普遍存在以下问题:① 技术方法、实证研究、规划与管理理念等之间未能较好地衔接;② 学科的交叉有待加强;③ 中国本土化研究缺乏等。目前,中国城市发展的模式、背景与国外城市之间存在较大的差异,在借鉴国外研究的基础上,将新技术应用于实证研究之中,开展国内城市的案例研究,并依此提出相应的建议等工作具有较好的现实意义。

2 广州城市形态与交通需求的关系

2.1 广州城市形态与交通需求的演化

2.1.1 广州城市形态的演化

(1) 城市形态的历史演化 从历史的角度看,广州城市形态的演变可以划分为:城市团块形态时期(明清及以前)、增长极发展期(1949~1978 年)、圈层与组团式协同发展期(1978~2010 年)和多核心发展期(2010 年以后)等几个阶段(图 1)。

(2) 近期,广州土地利用的二维形态演化特征:① 外围地区人口密度增长超过中心区,城市空间“离心化”趋势出现(表 1,图 2)。通过计算 1990 年第四次人口普查和 2000 年第五次人口普查中人口密度的增减和人口重心的变化情况可见,10 年间,广州市人口密度的增长主要分布在内环路与二环路之间;中心区人口密度呈下降趋势;人口重心向东北方向偏移。② 在城市内部二维形态上,高密度开发模式明显。从 1990 年和 2000 年人口密度和建筑密度的分布看,高密度是广州空间二维形态的主要特征。老城中心区大部分地区人口密度高达 5 万人/km² 以上,二环线以内大部分地区人口密度在 5 000 人/km² 以上。在建筑密度方面,老城中心区密度最高的区域(中山路以南,人民南与解放南之间)建筑密度高达 50%。③ 圈层与组团协同发展是目前的基本格局。从整体上看,不论是人口密度还是建筑密度,广州城市形态都呈现由中心区的高密度向外围中、低密度圈层蔓延的趋势。同时,圈层内部出现分化,产生城中心区、近郊居住组团和远郊居住产业组团 3 大组团以及一些小的极核(图 1),构成圈层与组团协同发展的宏观格局。

(3) 近期广州土地利用的三维形态特征(图 3,图 4):① 高强度开发的现状和趋势特征。将 1990 年 15 层以上与 2000 年 18 层以上高层建筑和人口密度图(图 4)套上 1 km×1 km 的格网,计算落在每个格子中的高层建筑数及对应的人口密度,作为该格子的属性。根据计算,广州市区 2000 年高层建筑是 1990 年的 3.7 倍,高强度开发趋势明显。高层建筑的分布与人口密度的空间分布情况基本吻合,二者的相关性增强,分别为 1990 年的

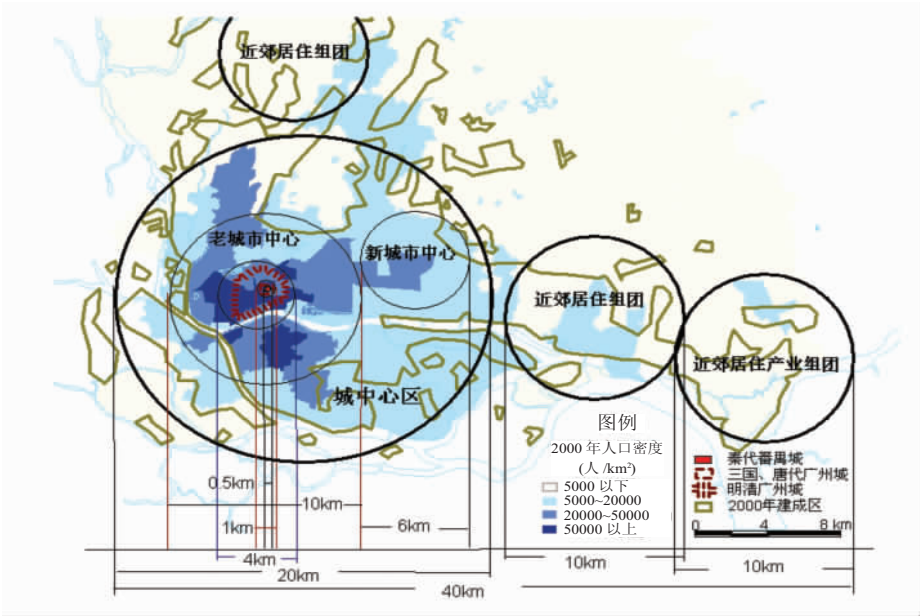


图 1 广州城址变迁及组团分布

Fig. 1 The changes of Guangzhou's urban structure and cluster distribution

(资料来源：秦代、三国、唐代、明清广州城城址：广州年鉴，1985^[28]；2000 年建成区范围：2000 年广州市航片判读；2000 年人口密度：广州市第五次人口普查街镇人口数据。)

0.027 上升到 2000 年的 0.292。由此可见城市空间向三维拓展是引导城市人口在空间上变化的因素之一。②城市三维形态由单塔结构向双塔结构转化。将上述格网按横坐标切割断面，计算各断面上高层建筑的总量 (图 4) 可见，1990 年高层建筑主要集聚于老城中心区，2000 年则除了老城中心区外，天河新城市中心及其周边地区也集聚了较大量的高层建筑。③城市向三维空间拓展是新发展地区的主要特征。将 1990 年和 2000 年的格网数据叠加，计算每个格子高层建筑的增减数，并划分等级 (图 3)。从中可见，紧靠老城中心的天河路一带、江南大道中一带、环市东一带等是近 10 年来高强度开发的区域。根据密度与强度的关系，可以将城区分为高密度高强度、高密度中强度、中密度高强度和中密度中强度等几类开发模式。④高层建筑的空间分布与交通基础设施之间存在一定的耦合性，且耦合趋势越来越明显。分别利用 GIS 分析高层建筑与对应主干道网的关系，结果显示，1990 年和 2000 年高层建筑与临近主要干道的最短距离平均值分别为 91.37 m 和 55.75 m，且离主要干道的最大距离都不超过 250 m。

表 1 广州市人口重心与产业重心的变化关系 (广州独立坐标系)

Tab. 1 The changing relationship between Guangzhou's residential gravity and industrial gravity

	X (m)	Y (m)	偏移距离 (m)
1990 年普查人口重心坐标	37412.489	28291.940	----
2000 年普查人口重心坐标	38477.295	28874.010	----
1996 年基本单位普查人口重心	37890.918	28437.392	----
1990 年与 1996 年人口与产业重心偏移	-478.428	-145.452	500
2000 年与 1996 年人口与产业重心偏移	586.377	436.617	731
2000 年与 1990 年人口重心偏移	1064.806	582.0696	1213

注：重心计算公式： $X = \frac{\sum_{i=1}^n D_i X_i}{\sum_{i=1}^n D_i}$ ； $Y = \frac{\sum_{i=1}^n D_i Y_i}{\sum_{i=1}^n D_i}$ (1)

式中， n 为街镇数， D_i 为第 i 街镇的人口密度， X_i ， Y_i 为第 i 街镇的中心点的坐标。分析表明 1990 年以来人口和产业重心向东和向北偏移。

2.1.2 广州城市交通需求的演化特征 分别采用交通方式、交通量和交通需求的空间分布表征交通需求, 广州的交通需求演化有如下主要特征: ① 交通方式方面 同大多数大城市相类似, 广州居民交通方式经历了历史上的以步行为主、以步行与马车为主、老式机动车出现、电车机动迅速发展和轨道交通发展阶段。根据广州市 1984 年第一次居民出行调查和 1998 年调查, 步行和自行车出行总量分别占 73.2% 和 63.39%, 2000 年以后, 轨道交通开始发挥一部分的作用^[31]。② 交通量方面近年来出行总量增加。根据四普和五普数据, 广州在 10 年间人口增长了 57.89%, 而与此同时, 1984 和 1998 年居民出行次数分别为 2.14 人/日次、2.11 人/日次, 几乎未有大的变化, 可见总量大幅度增加。③ 在交通需求的空间分布方面 交通量主要分布于老城中心和新城市中心。1984 年和 1998 年广州市中心城区 (包括荔湾区、越秀区、东山区) 全日交通发生吸引量分别占全市的 71.4% 和 51.5%。新发展区天河区的交通增长量迅速, 1984 年天河黄埔 2 区全日发生吸引量合计仅占全市的 7.1%, 而 1998 年仅天河区的日发生吸引量就占全市 12.19%^[31]。

2.2 城市形态与交通需求关系

2.2.1 交通方式转化对城市形态的驱动

(1) 相关研究 交通方式是影响居民出行半径的重要因素, 而出行半径在很大程度上影响了城市的用地形态。亚当斯 (J.S.Adams) 归纳了 19 世纪以来北美城市内部交通与大都市区发展的特征, 将之划分为步行马车时代 (1800~1890 年)、电车时代 (1890~1920 年)、机动车时代 (1920~1945 年) 和高速公路时代 (1945~) 等 4 个阶段, 分别对应不同的都市区发展模式 (图 5)。国内也有学者论述相关的各类交通方式为主情况下对应的城市形态^[32]。根据亚当斯的研究, 步行马车时代的城市形态是高度集聚于小范围内。早在 1800~1830 年间, 城市人口与活动集聚在步行 30 分钟的服务半径内。1830 年以后, 受工

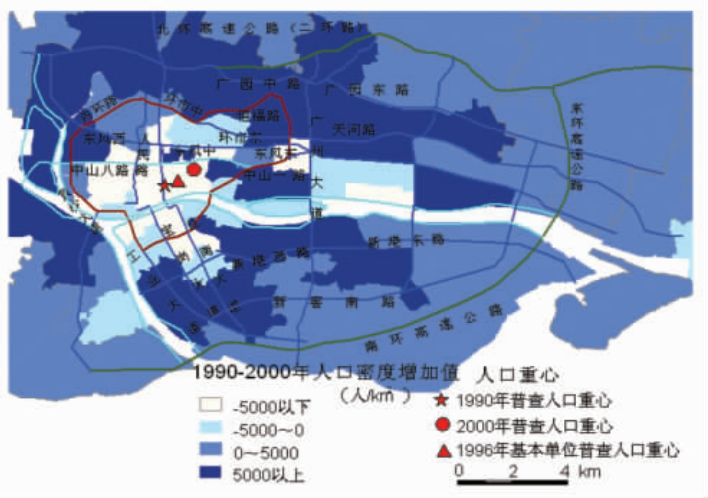


图 2 1990~2000 年广州市区人口密度及人口重心变化情况
Fig. 2 The changes of Guangzhou's residential density and gravity

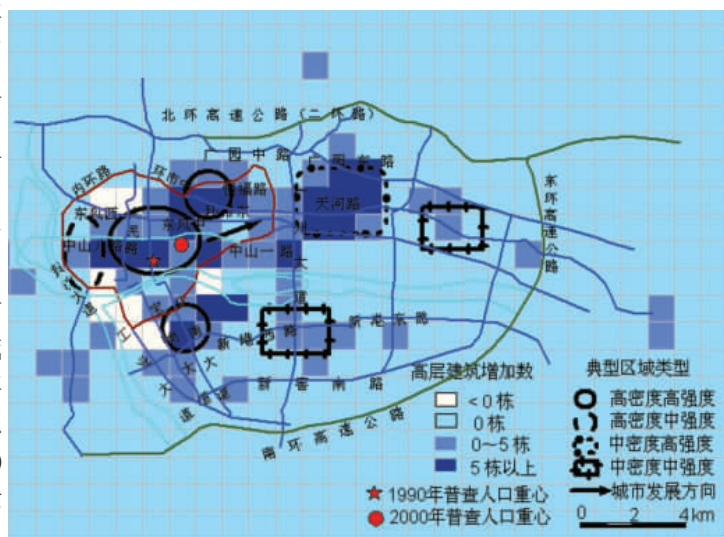


图 3 1990~2000 年广州市高层建筑增加情况及开发情况典型区域分布图 (方格网大小: 1 km×1 km)

Fig. 3 The changes of Guangzhou's high buildings between 1990 and 2000

业发展加强的影响,城市半径增加到 45 分钟左右的步行距离。之后,马车的出现,使部分人们从集聚的中心搬迁出来,促使城市向外拓展,且分区日趋明显。1870 年,纽约等市出现了马的呼吸道传染病,导致成千上万的马死亡,这在一定程度上刺激了人们发明新的交通工具,于是 19 世纪 80 年代末期,出现了第一辆电车。到 90 年代电车成为主要的交通工具,使城市迅速向边缘区拓展,特别是沿交通干线发展。二战时期机动车开始迅速得到使用,进入机动车时代,多种交通工具并存,城市道路网络体系重新形成,活动在较大的范围内进行。战后,北美很大都市区进入高速公路时代,随着生活水平的提高,私家车的购买力大大提高,很多居民为了追求郊区优美的环境,纷纷在远离市区的郊区购房,结合政府的城市更新运动(1937~1964 年),形成沿高速公路蔓延的城市形态^[30]。90 年代以后,以卡尔索尔普·彼得为首的研究者们倡导并兴起了“新城市主义”运动,公共交通在北美得到了重视。

(2) 交通方式变化对广州城市形态演化的驱动通过比较不同时期城市形态(图 1) 和对应时期的主要交通可见,交通方式对城市形态历史演变起重要的驱动作用。①步行马车时代的城市团块形态时期(明清及以前)。广州拥有两千多年的历史,明清以前,受交通方式的限

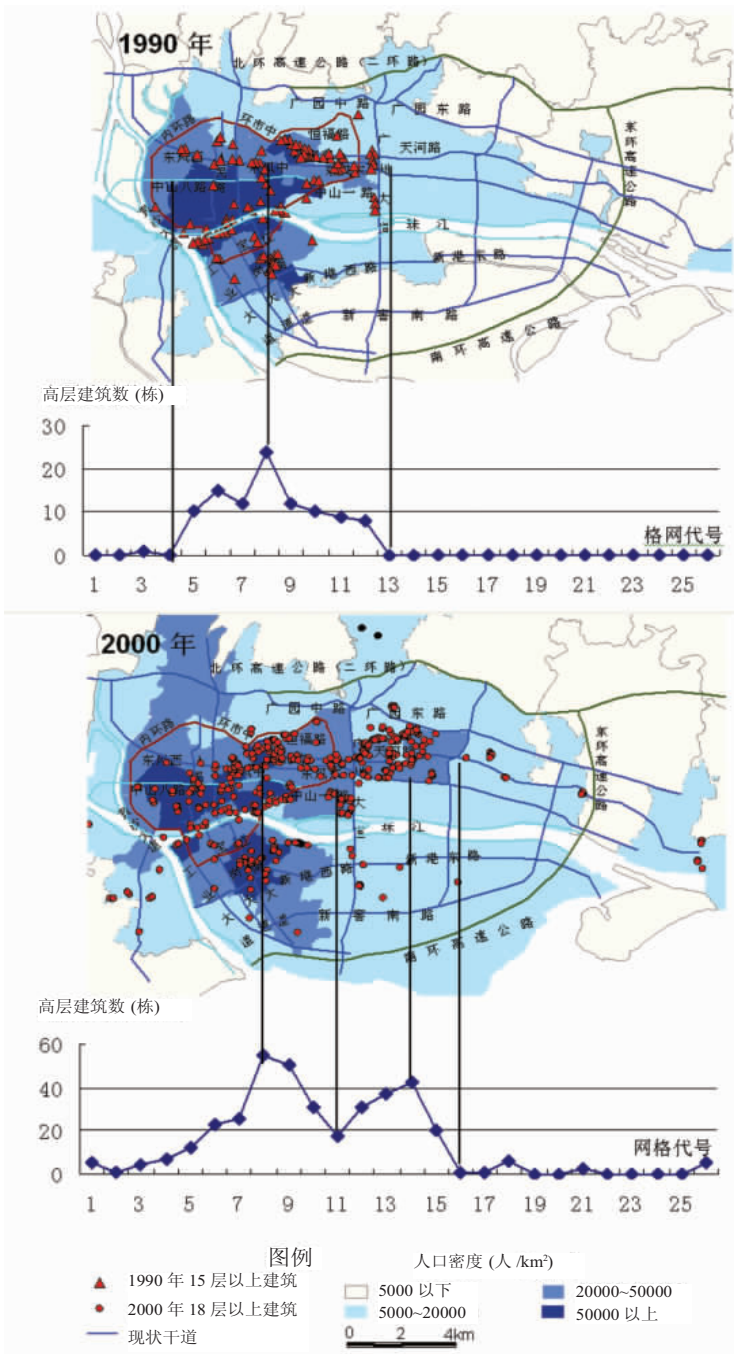


图 4 广州市 1990 年 15 层、2000 年 18 层以上建筑与对应年份人口密度分布图

Fig. 4 The distribution of Guangzhou's residential density and high buildings in 1990 and 2000

(原始资料来源:广州 1990 年 15 层以上建筑分布情况:胡华颖, 1993[29];广州 2000 年 18 层以上建筑分布情况:广州 2000 年建筑层高等级图判读;1990 年和 2000 年广州市人口密度分布:广州市统计局第四次和第五次人口普查资料。)

制,城市人口规模小、结构紧凑,呈团块形态。早在秦代的番禺城,直径仅为 0.5 km (作者根据图形资料量算),城市居民步行约 5 分钟的范围内活动;至三国、唐代时期,直径同样只有 1 km 左右,同样以步行作为主要的交通方式;到明清时期,城市在原来城址之处往西、南拓展,外切圆直径发展到约 4 km,城市形态出现触角的雏形。这与当时老式机动车的

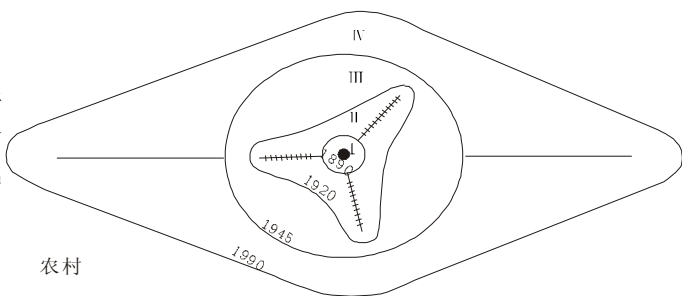


图5 北美城市内部交通与大都市区发展模式

(资料来源: J.S.Adams, 1970^[30])

Fig. 5 The urban transportation and Development Models in North America

开始出现有关。②机动车、轮渡引导的增长极发展期(1949~1978年)。解放以后,随着机动车的发展,城市开始在较大尺度的空间内布置相应的设施。在靠近老城的地方,形成石牌、五山高教文化区。50年代末,沿着珠江水系,先后在西村、沙园、南石头、赤岗和鹤洞等建设了造船、造纸、钢铁和机械制造等一大批大中型企业,并配套相应的工人生活区,配合黄埔港,形成了新的工业居住引导区。60、70年代以后,逐步形成员村工业区,并沿广花公路、广深公路形成新的发展带,从而由多个增长点与增长轴拉开城市布局,形成“L”形城市发展形态。③电车、机动车迅速发展的圈层与组团式协同发展期(1978~2010年)。改革开放以后,广州的经济发展突飞猛进,新区在原有的增长极点就地扩展,逐步连成片,形成一系列的组团。一方面,电车、机动车的迅速发展进一步促进组团之间的联系,引导城市的向外圈层式扩展。该时期内城市进一步沿珠江向东发展,东西向轴线长达40 km,北面继续沿公路发展一系列居住组团,向南由于解放桥、江湾桥、海印桥、广州大桥等的建设,配合相应的公交线路,跨越珠江开始形成新的发展极核,因此城市形态形成宏观上的城中心区、近郊居住组团和远郊居住产业组团三大类组团。另一方面,根据前述调查分析,步行和自行车交通仍然是主要的交通方式,使组团格局得以稳定并协同发展。④未来轨道交通时代的多核心发展期(2010年以后)。随着广州市区的拓展,轨道交通的建设和逐步投入使用,未来的广州城将由轨道交通拉开城市布局,沿轨道交通主要结点将形成新的发展核心,城市在空间尺度、形态上正经历新的蜕变。

2.2.2 城市形态对交通需求的引导 城市形态在一定程度上决定了交通需求的空间分布。对照广州城市形态与交通需求的演化趋势可见,二者的演变具有一定的相似性。通过对反映城市形态特征之一的1998年广州市市区八区人口密度与对应年度的居民出行情况进行相关分析表明,二者的相关系数为0.98(显著性概率水平为0.01),相关性很强。城市近期形态“离心化”趋势以及高密度高强度开发等特征也很大程度上反过来影响交通方式的选择。小汽车进入家庭等在一定程度上将城市引向外围发展。但同时,对于占绝大多数的普通居民而言,高密度高强度开发适合步行、非机动车以及公共交通等出行方式的需求,影响了居民的出行方式。

2.2.3 城市形态与交通需求的相互作用机制 城市形态与交通需求之间存在一系列的相互作用机制(图6),概况而言,主要体现在:①交通设施是城市形态的骨架,对城市形态起重要的作用。交通方式的选择促进相应的交通基础设施建设,从而驱动了城市形态的演变;②一定的城市形态决定了不同类型用地在空间上的分离,引导了交通量的空间分布,从而产生交通出行,并反过来影响交通方式的选择;③交通工具的多样性为相应的出行方式提供选择,从而强化了城市的发展形态和格局;④社会经济活动共同作用于城市形态交通供给与交通需求,既是三者存在的原因也是三者联系的纽带。

3 城市空间结构与交通需求的关系

3.1 居住、就业空间均衡与交通需求的关系

3.1.1 居住、就业空间均衡及其与交通需求空间的关系 以下具体引用信息论中熵的定义^[33], 利用 1990 年和 2000 年广州市人口普查数据和 1996 年广州市基本单位普查数据, 以街道为基本研究单位, 分别计算 1990 年和 2000 年城市人口相对于中间年份 1996 年基本单位就业人口的离散度, 并以 1990 年为基年, 计算 2000 年离散熵的增长指数, 依此评价广州在 1990~2000 年间居住与就业用地的空间演化对通勤的影响。通过城市人口与就业均衡性的分析, 近年来广州市居住就业离散性增强, 促使广州城市“离心化”发展的同时, 交通需求的空间均衡性增强, 有利于居民就近就业。

令离散度增长指数为: $Q_{21} = Q_2 / Q_1$ (2)
式中: 第一和第二个年份的离散度分别为 Q_1 和 Q_2 , 离散度增长指数为 Q_{21} 。若 $Q_{21} > 1$, 表明第二个年份就业岗位相对于人口分布的离散性比第一个年份大, 居住与就业的用地均衡性强, 就近工作的可能性更大。

其中, 就业与人口离散度计算如下:

① 设 Q 为就业居住离散度: $Q = S / S_{\max}$ (3)

式中: S 为离散熵值, S_{\max} 为最大熵值。

② 设有 n 个小区, 利用熵的计算公式, 就业与人口离散熵 S 为:

$$S = - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n T_{ij} \ln(T_{ij}) \tag{4}$$

式中: T_{ij} 为从 i 区到 j 区就业出行的概率, 熵值越大, 出行分布越均衡。

就业出行概率 T_{ij} 采用从 i 区到 j 区就业吸引力度代替, 而就业吸引力度采用引力模型衡量:

$$T_{ij} = W_{ij} / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \tag{5}$$

式中: $W_{ij} = k \frac{m_i e_j}{R_{ij}^2}$ (W_{ij} 为 i 区和 j 区之间的就业吸引力度; k 为常数系数, m_i 和 e_j 分别为 i 区的居住人口数和 j 区的就业人口数); $R_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$ ((x_i, y_i) 和 (x_j, y_j) 分别为第 i 区和 j 区的中心点坐标)

③ 最大熵为: $S_{\max} = \ln(n * n)$ (6)

式中: S_{\max} 表示各区之间交通产生均衡分布。

④ 实证分析: 根据普查数据, 采用以上计算方法, 以 1996 年 121 个街道为基准, 利用街道边界划分小区, 求得 2000 年与 1990 年相关参数(表 2)。通过计算可见, 2000 年相对于 1990 年的人口与就业离散度增长指数为 $1.007 > 1$, 说明 2000 年的人口与就业离散度增加, 就业岗位相对于人口分布离散性加大, 居住就业用地均衡性增强。采用相同的交通分区, 分别计算 1984 年和 1998 年的交通出行熵, 结果分别为 1.48 和 1.89, 显然,

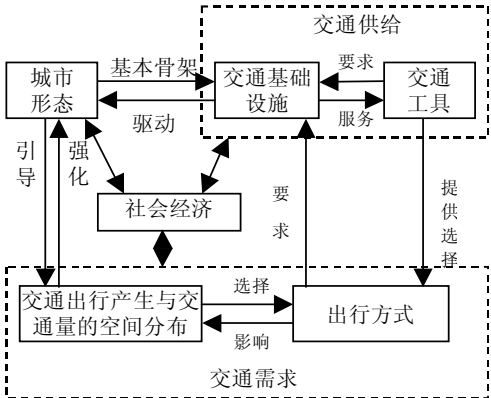


图 6 城市形态与交通需求相互作用机制示意图

Fig. 6 The interactive mechanism of the urban form and traffic demand

1998 年的出行分布比 1984 年均衡，交通需求的均衡性增强。可见，居住、就业空间的均衡性与交通需求的空间均衡性具有一致性。近年来，广州的空间均衡性增强。

3.1.2 居住、就业吸引度空间与交通需求的关系 令*i*区相对于其他各区的居住就业吸引

引度指数：

$$T_i = \sum_{j=1}^N T_{ij}$$

(7)

式中：*T_i* 反映*i*区提供周边居住人口就业的服务功能强弱。

分别根据上述各街区数据计算 *T_i*，并将结果映射在空间，对比 1990 年和 2000 年 *T_i* 的分布情况 (图 7，图 8)。可见，内环线以内地区居住就业吸引度增加值 <0，即吸引度指数下降，表明近年来该地区提供周边居住人口就业的服务功能减弱。这主要是中心区人口外迁，人口与就业趋向均衡产生的。此外，内环与二环之间居住就业吸引度的增加值较大，这主要是人口的迁移迎合了产业的多核心分布的结果。在中山路一带、环市东和解放南与人民南一带形成多个基本单位集中区域，这种变化趋势与前面分析的交通需求空间分布变化趋势结论相吻合。可见，在影响居民出行的空间分布方面，居住、就业空间之间的关系起着一定的作用。

3.2 公共设施服务空间与交通需求的关系

3.2.1 公共设施服务空间与交通需求的关系特征 公共设施主要是指以服务于居民日常生活需要的设施。本文选择相对大众化的中小学、医院和集贸市场作为研究对象，探讨广州公共设施空间基本情况及其与交通需求的关系。

(1) 公共设施的空间格局概况 通过中小学、医

表 2 2000 年与 1990 年广州市居住、就业离散熵
Tab. 2 The entropy of Guangzhou's residential and employment in 2000 and 1990

	熵值	最大熵	离散度	离散度增长指数
1990 年	8.0710	9.4724	0.8521	--
2000 年	7.9186	9.2302	0.8579	1.007

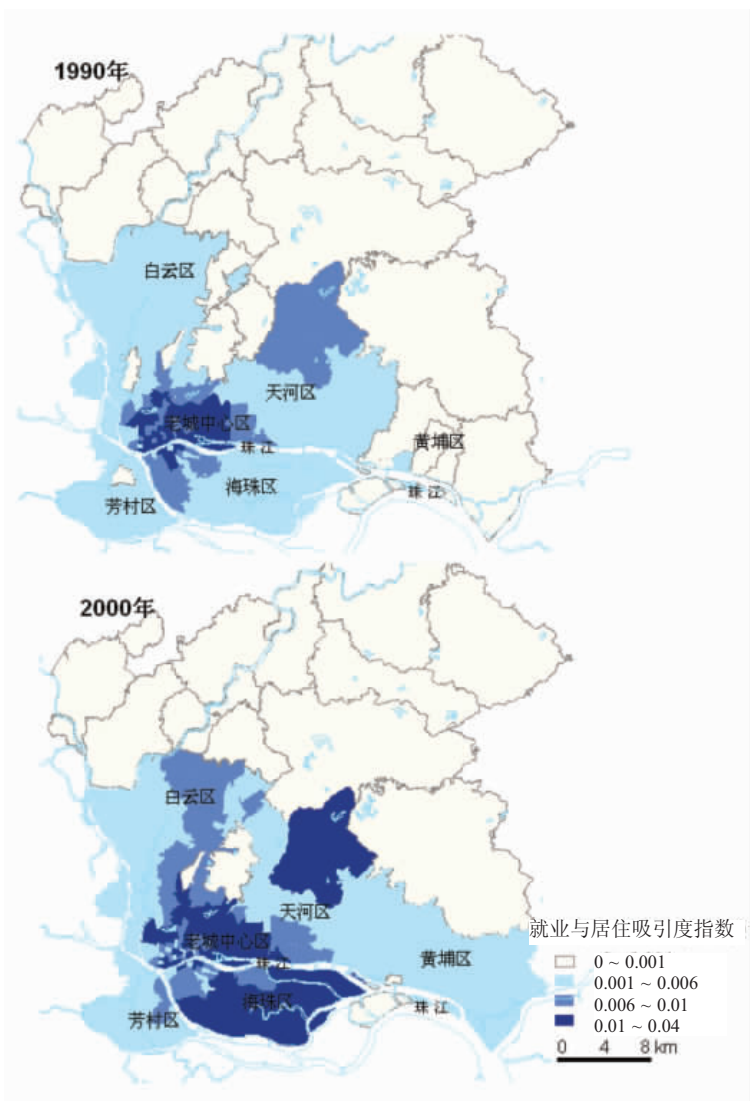


图 7 1990 年、2000 年广州就业与居住吸引度指数分布
Fig. 7 The attractive index of resident and employment in 1990 and 2000

院、和集贸市场网点分布情况看，近年来广州此类网点整体上由老城区向外围逐渐减少，在圈层式变化的同时在外围呈触角式延伸(图 9)。根据公共设施形成的原因和时序可以将城市空间划分为以下几片区：①传统的配套设施完善区，以老城中心区为主，土地混合性大，以传统的商业空间格局为骨架，带动居住就业发展的区域；②传统的配套设施相对完善区，以早期跨江延伸的区域(海珠区西北部)为主，在地域上仍处于老城区，但由于珠江的阻隔，发展模式类似于珠江北岸但成熟度略为落后，配套设施相对完善；③新兴的配套相对完善区，以远郊黄埔组团和新城市中心(天河体育中心)周围为主，前者于 1980 年代依托产业带动居住与相应配套而形成的，后者于 1990 年代形成，由服务带动居住与就业而发展；④新兴的配套不足区，主要包括二环线周边及其外围地区，大多于 20 世纪 90 年代以后随着城市居住和产业的外迁而形成，多处于发育阶段。

(2) 公共设施空间格局的演化动力 居住与就业的迁移是广州公共设施发展的主要动力。对比广州市 2000 年中小学、医院、与集贸市场网点分布情况和 1990 年与 2000 年人口密度分布情况可见，中小学、医院和集贸市场网点分布与人口密度分布在空间形态上具有一定的相似性，但人口转移先行的趋势明显。主要表现在：与 2000 年人口密度分布形态相比，1990 年人口密度分布形态跟 2000 年中小学、医院和集贸市场网点分布的空间形态更相似，这在一定程度上说明公共设施的配套滞后于人口的迁移，特别是城市中心区外围的新兴区域。人口迁移先行，带动服务是目前城市发展的基本特征。

(3) 公共设施与交通需求的关系 在公共设施与交通量的关系方面，根据公共设施的空间格局，不同片区由于配套设施的数量、类型不同，对交通量的作用有所区别。

首先，以老城中心区为主的传统的配套设施完善区，服务腹地较大，设施成熟，在

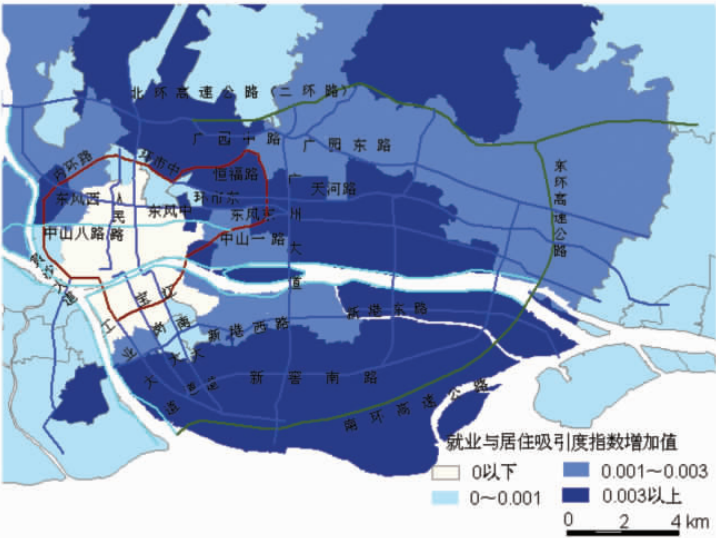


图 8 2000 年比 1990 年广州市区就业与居住吸引度指数增加分布
Fig. 8 The increased attractive index of resident and employment

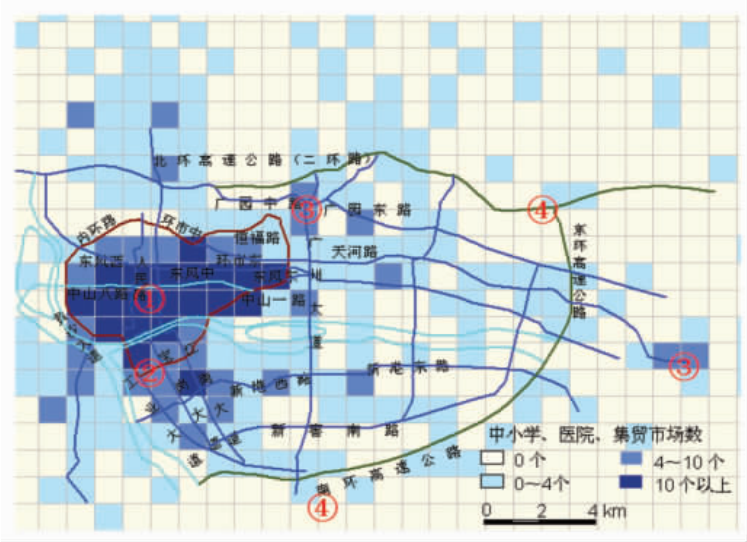


图 9 2000 年广州市中小学、医院、集贸市场网点分布
(数据来源：广州市规划局 2000 年广州配套设施网点分布)
Fig. 9 The distribution of Guangzhou's school, hospital and market

对比广州市 2000 年中小学、医院、与集贸市场网点分布情况和 1990 年与 2000 年人口密度分布情况可见，中小学、医院和集贸市场网点分布与人口密度分布在空间形态上具有一定的相似性，但人口转移先行的趋势明显。主要表现在：与 2000 年人口密度分布形态相比，1990 年人口密度分布形态跟 2000 年中小学、医院和集贸市场网点分布的空间形态更相似，这在一定程度上说明公共设施的配套滞后于人口的迁移，特别是城市中心区外围的新兴区域。人口迁移先行，带动服务是目前城市发展的基本特征。

解决本区域服务需求的同时, 接纳部分市域甚至外地的人群。所以在交通量产生的影响方面, 一方面方便老城区居民就近接受服务, 减少交通出行距离, 另一方面, 由于其辐射吸引力而产生较大的交通吸引力。其次, 以早期跨江延伸的区域(海珠区西北部) 老城区外围传统的配套设施相对完善区, 由于多是在原有设施的基础上, 为配合产业与人口转移而形成。在交通量产生的影响方面, 尽管配套设施相对完善, 其服务腹地大多仅局限于所在区域范围, 配套设施的建设有利于降低该区域对老城区的依赖程度, 从而减少与老城区之间的交通量。以海珠区为例, 1998 年该区出行比例比 1984 年下降了 1.01%, 其主要原因之一便是随着配套设施的进一步完善, 对老城区的依赖性相对减小。再次, 以远郊黄埔组团和新城市中心(天河体育中心) 周围为主的新兴配套相对完善区, 由于同样多为配合产业与人口转移而形成的, 加上政府的引导, 使之区域地位有所提高, 其配套设施在满足本区域居民日常需求外, 承担部分周边区域的服务职能, 因此, 在交通量产生方面, 在减少了本区居民出行量的同时, 产生对周边的交通吸引力。以天河区为典型, 1998 年天河区出行比例比 1984 年上升了 1.61%。此外, 二环线周边及其外围地区为主的新兴的配套不足区, 由于配套设施不足, 产生了对周边其他区域的依赖, 随着人口和产业的进一步增加, 出行交通量将继续增大, 公共设施具有较大的市场需求。

3.2.2 公共设施服务空间与交通需求的相互作用模式 公共设施服务空间与交通需求之间存在一定的相互作用模式, 从供给和需求的角度, 可以划分为需求作用型和供给作用型两种影响模式。将公共服务设施对城市空间结构的影响用区位来衡量, 其中需求作用型模式主要指从市场的角度, 公共服务设施与交通需求之间大体形成“区位—公共设施服务等级—客户群—交通方式等交通需求—服务等级—区位”作用链。即公共服务设施的区位影响了其服务等级, 服务等级的不同在很大程度上决定了设施的客户群, 而客户群从需求的角度决定了其采用的交通方式、出行的距离、频率等交通需求, 这种交通需求反过来促使服务设施强化或重新进行市场定位, 从而改变或强化其服务等级, 影响区位地位, 当每个公共服务设施都经历同样的过程时, 宏观的区位格局也将发生变化, 从而影响了城市空间结构。供给作用型模式主要指从城市基础设施的角度, 公共服务设施与交通需求之间大体形成“区位—交通设施配套—交通环境—交通方式—交通设施需求—地价—区位”作用链。即公共服务设施的区位地位决定了其周边的交通设施配套, 包括道路和停车场等, 从而影响了交通环境, 从供给的角度影响客户群交通方式的选择, 如在公交配套完善的地区, 通常采用公共交通而道路便捷、停车场充分但公交相对不便之处采用私人交通方式等, 交通方式的选择对相应的交通设施产生新的需求, 促使地价结构的变化, 影响了区位地位, 从而在宏观层次上影响城市空间结构。此外, 城市经济社会等因素是公共服务设施空间与交通需求相互作用的中介因素。

4 小结

近年来城市空间结构与交通需求关系的研究是西方城市模型和规划管理等研究领域讨论的重点之一, 特别是 20 世纪 80 年代以后, 城市综合模型的研究多将二者的协调作为主要目的之一。与国外相比, 目前国内本土化研究尚较缺乏, 技术方法、实证研究、规划与管理理念等之间尚未能较好地衔接。由于中国城市发展的实际情况与国外城市之间存在较大的差异, 开展国内城市的案例研究具有一定的现实性和及时性。

案例研究表明, 不论是宏观层面的城市形态还是中观层面的城市内部空间结构, 都与交通需求存在密切的相互作用关系, 归纳而言, 前者的作用特征和机制主要在于: ①城市二维形态和三维形态与交通需求的空间分布之间具有一定的耦合性, 二者存在一定的互为因果的关系; ②交通方式的转化对城市形态的演化具有一定的驱动作用, 城市形

态引导着交通需求的总量和布局; ③社会经济活动及其发展是城市形态与交通需求产生的原因和相互联系的纽带。后者的作用特征和机制主要在于: ①城市内部居住与就业的空间均衡性影响了交通需求, 包括交通方式选择、交通量和交通需求空间的分布等; ②城市内部公共设施服务空间与交通需求之间存在一定的相互作用模式, 笔者认为, 从供给和需求的角度, 二者的相互作用机制可以划分为需求作用型和供给作用型两种模式。前者指从市场的角度出发, 公共服务设施与交通需求之间大体形成“区位—公共服务等级—客户群—交通方式等交通需求—服务等级—区位”作用链; 后者主要指从城市基础设施的角度, 公共服务设施与交通需求之间大体形成“区位—交通设施配套—交通环境—交通方式—交通设施需求—地价—区位”作用链。两条作用链的产生是以一定的城市经济社会活动为基础的。

参考文献 (References)

- [1] Peter Hall. Translated by Hong Qiang. American urban planning in the last 80 years. *Urban Planning Overseas*, 1991, (1). [洪强译. 美国城市规划八十年回顾. 国外城市规划, 1991, (1).]
- [2] Huang Yaping. *Urban Space Theory and Space Analysis*. Nanjing: Southeast University Press, 2002. 94. [黄亚平. 城市空间理论与空间分析. 南京: 东南大学出版社, 2002. 94.]
- [3] Xu Xueqiang, Zhou Suhong. The review and new progress in China's urban geography since 1980. *Economic Geography*, 2003, 23(4): 433-440. [许学强, 周素红. 20 世纪 80 年代以来我国城市地理学研究的回顾与展望. 经济地理, 2003, 23(4): 433-440.]
- [4] Zhou Suhong. The relationship between inner transportation demand and land use in compactly developing city. The PhD Thesis of Zhongshan University, 2003, 6. [周素红. 城市内部交通需求与土地利用关系研究——以广州为例. 中山大学博士学位论文, 2003, 6.]
- [5] Zhou Suhong, Yan Xiaopei. The discussion for the reformation of the study way of urban geography based on GIS. *Economic Geography*, 2001, 21(6): 700-704. [周素红, 阎小培. 基于 GIS 的城市地理研究方法革新探讨. 经济地理, 2001, 21(6): 700-704.]
- [6] Mackett R L. The systematic application of the LILT model to Dortmund, Leeds and Tokyo. *Transportation Reviews*, 1990, 10: 323-333.
- [7] Mackett R L. Comparative analysis of modelling land-use transport interaction at the micro and macro levels. *Environment and Planning*, 1990, 22A: 459-475.
- [8] Anas A. NYSIM (The New York Simulation Model): A Model of Cost-Benefit Analysis of Transportation Projects. New York: New York Regional Planning Association, 1992.
- [9] Anas A. METROSIM. A unified economic model of transportation and land use. Pamphlet distributed at the Transportation Model Improvement Program's Land Use Modeling Conference, Dallas, Texas, February, 1995. 19-21.
- [10] Mackett R L. MASTER Model (Micro-Analytical Simulation of Transport, Employment and Residence). Report SR 237. Crowthorne, England: Transport and Road Research Laboratory, 1990.
- [11] Johnston R J. Translated by Cai Yunlong and Jiang Tao. *Philosophy and Human Geography*. 2nd edn. Beijing: The Commercial Press, 2000. 13-14, 214. [约翰斯顿 著. 蔡运龙, 江涛 译. 哲学与人文地理学. 北京: 商务印书馆, 2000. 13-14, 214.]
- [12] Wang Xingzhong. *Urban Social Structure in China*. Beijing: Science Press, 2000.
- [13] Jan Veldhuisen, Harry Timmermans, Loek Kapoen. RAMBLS. *Environment and Planning A*, 2000, (3):
- [14] Berechman J, Small K A. Modeling land use and transportation: an interpretive review for growth areas. *Environment and Planning A*, 1988, 20: 1285-1309.
- [15] Calthorpe Peter. *Pedestrian Pockets*. Whole Earth Review, Spring 1988.
- [16] Calthorpe Peter. *Transit-Oriented Development*. The Urban Ecologist, Fall 1993.
- [17] Liang Henian. Urban ideal and perfect cities. *City Planning Review*, 1999, 23(7): 18-19. [梁鹤年. 城市理想与理想城市. 城市规划, 1999, 23(7): 18-19.]
- [18] Pushkarev B, Zupan J. *Public Transportation and Land Use Policy*. Indiana University Press, 1977.
- [19] Messenger T. Transit-oriented development in the sun belt. *Transportation Research Record* 1552, 1996: 145-153.
- [20] David Levinson. Accessibility and the journey to work. *Journal of Transport Geography*, 1992, 6(1): 11-21.
- [21] Cervero R. America's Suburban Centers: The Land-use-Transportation Link. Unwin Hyman Inc., 1989.
- [22] Ewing R. Beyond Density, Mode-choice, and Single-purpose Trips. Presented at the 74th Annual Meeting of the

Transportation Research Board, Washington DC, January 1995.

- [23] Frank L D, Pivo G. Impacts of Mixed Use and Density on Utilization of Three Modes of Travel: Single-occupant Vehicle, Transit, and Walking. *Transportation Research Record* 1466, 1994: 44-52.
- [24] Yang Tao, Wang Lin, Zhou Zhenghang et al. Study on decision psychology of inhabitant's selection for going out in Maanshan City. *Urban Planning Forum*, 1994, (4): 39-45. [杨涛, 王琳, 周征航 等. 马鞍山市居民出行选择决策心理研究. *城市规划汇刊*, 1994, (4): 39-45.]
- [25] Guo Xiucheng, Wang Wei. Method of light-rail volume forecast based on trip decision process of citizen. *Journal of Southeast University*, 1998, 28(4): 107-112. [过秀成, 王伟. 基于居民出行决策的轻轨客流预测方法研究. *东南大学学报 (自然科学版)*, 1998, 28(4): 107-112.]
- [26] Du Debin, Xu Jiangang. An analysis on location factors affecting the spatial distribution of Shanghai land value. *Acta Geographica Sinica*, 1997, 52(5): 403-411. [杜德斌, 徐建刚. 影响上海市地价空间分布的区位因子分析. *地理学报*, 1997, 52(5): 403-411.]
- [27] Feng Jian. Spatial-temporal evolution of urban morphology and land use structure in Hangzhou. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(5): 343-353. [冯健. 杭州城市形态和土地利用结构的时空演化. *地理学报*, 2003, 58(5): 343-353.]
- [28] The Editorial Board of Guangzhou Yearbook. *Guangzhou Yearbook* 1985. Guangzhou: Guangzhou Yearbook Press, 1985 [广州年鉴编撰委员会. *广州年鉴*. 广州: 广州年鉴出版社, 1985.]
- [29] Hu Huaying. *The Cities, the Space, and the Development: the Case Study on Urban Structure in Guangzhou*. Guangzhou: SunYat-sen University Press, 1993. 130. [胡华颖. *城市. 空间. 发展——广州城市内部空间分析*. 广州: 中山大学出版社, 1993. 130.]
- [30] J S Adams. Residential structure of modern western cities. *Annals of the Association of American Geographers*, 1970, 60: 56. In: Hanson S, *The Geography of Urban Transportation* (2nd edn.). New York: The Guilford Press, 1995. 25-51.
- [31] Deng Maoying, Xie Li, Lin Xiaohua. Countermeasures of transportation development in Guangzhou based analysis on characteristic of the inhabitant trip. *Economic Geography*, 2000, 20(3): 109-114. [邓毛颖, 谢理, 林小华. 基于居民出行特征分析的广州市交通发展对策探讨. *经济地理*, 2000, 20(3): 109-114.]
- [32] Yang Yinkai, Jin Fengjun. Transportation technique renewal and the urban spatial evolvement. *Geography and Territorial Research*, 1999, 15(1): 44-47. [杨荫凯, 金凤君. 交通技术创新与城市空间形态的相应演变. *地理学与国土研究*, 1999, 15(1): 44-47.]
- [33] Xu Xueqiang, Zhou Yixing, Ning Yuemin. *Urban Geography*. Beijing: Higher Education Press, 1997. 7, 187. [许学强, 周一星, 宁越敏. *城市地理学*. 北京: 高等教育出版社, 1997. 7, 187.]

The Relationship between Urban Structure and Traffic Demand in Guangzhou

ZHOU Suhong, YAN Xiaopei

(Center for Urban & Regional Studies, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: By using new techniques and model analysis, a case study on the relationship between urban structure and traffic demand in Guangzhou was carried out. The results show that there are certain relationships between the development of urban form and traffic demand. Firstly, the model of urban traffic ways is one of the reasons for shaping the urban forms. Secondly, the urban form directs the distribution of traffic demand. Finally, the factors of social and economic development have important impacts on both the urban forms and urban traffic demand, and their reciprocity. Meanwhile, there are also certain relationships between the urban structure and traffic demand. The balance of residents and industries is one of the factors affecting the selection of traffic ways and the distribution of traffic demand. At the same time, there are two models, e.g. demand oriented and supply oriented, concerning the relationship between urban commercial land use and traffic demand. The demand oriented one means that location is one of the most important factors affecting the commercial environment.

Key words: traffic demand; urban structure; urban geography; urban land use; Guangzhou