

广佛都市区道路网络与城镇建设用地间的影响分析

刘锐^{1,2}, 何劲¹, 胡伟平^{1*}

(1. 华南师范大学地理科学学院, 广州 510631; 2. 广州开发区中学, 广州 510730)

摘要: 采用 1957 与 1982 年的地形图和 1995 与 2008 年两时相的卫星影像提取城镇建设用地信息, 运用 ArcGIS 建立广佛都市区路网与建设用地数据库。采用相关性分析方法, 定量地分析广佛都市区道路密度与建设用地之间的影响。结果表明, 道路密度和城镇建设用地比重两个变量系数之间呈高度的线性正相关关系, 不同年份区镇的道路密度与城镇建设用地具有相互影响关系。道路密度高的区域一般对应城镇建设用地密集的区域, 道路密度发展快的区域一般对应城镇建设用地扩展快的区域。从 1957-1982 年和 1982-1995 年两个时期来看, 道路发展较快分区要多于城镇建设用地扩展较快的分区, 城镇建设用地的扩展稍滞后于道路发展, 城镇建设用地的扩展受道路发展的影响。1995-2008 年时期城镇建设用地迅速发展, 较快发展的分区明显多于道路发展较快的分区, 城镇建设用地的扩展也反作用于道路的发展。

关键词: 道路网络; 城镇建设用地; 相关分析; 广佛都市区

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2011.00601

1 引言

道路网络已成为当今社会经济发展的中枢, 道路的不断扩展和路网的不断完善对一个地区的发展影响深远^[1-5]。交通道路与城镇用地的扩展有着密不可分的关系^[6], 城市路网左右着城市发展的方向和规模^[7], 而城市的经济发展模式和土地利用影响着道路网络的发展演变^[8-9]。道路密度的变化不仅反映了城市与区域关键要素的路网本身演变特征, 也客观地表征了城市与区域空间演变的格局与过程, 具有揭示演变规律的指针作用^[10]。道路对土地利用的影响受到多种因素的共同作用, 但目前有关这一影响的机制研究尚处于起步阶段^[11]。

改革开放以来, 城市化速度进一步加快, 出现了明显的大城市化趋势^[12-18], 城市化背景下的都市区形成与发展成为学者研究的焦点之一。广州—佛山都市区(以下简称为广佛都市区)作为我国三大都市区之一, 其路网和城镇建设用地均在近 50 年里的的发展非常迅速, 具有明显的阶段性。从道路密度和城镇建设用地扩展两者之间的相互影响关

系, 来研究广佛城镇建设用地的时空演变, 对于广佛同城化、城乡规划、可持续发展等领域有着广阔的应用前景^[19]。有助于揭示在多核心协同作用下, 都市区在不同的路网发展阶段的区域发展的时空过程与特征^[20]。

2 研究区的背景数据和研究方法

2.1 研究区背景与数据

本文所指的广佛都市区是指以广州中心城区与佛山中心城区及其外围的番禺、花都、南海、广州开发区(现萝岗区)和部分东莞地区等次级城镇中心共同构成的核心区域。根据研究目标与数据的可获取性, 具体覆盖范围为 $113^{\circ}0'1''E \sim 113^{\circ}45'4''E$, $23^{\circ}30'2''N \sim 22^{\circ}50'4''N$, 面积 $5\,677.51\text{km}^2$ (图 1)。它位于珠江三角洲的中北部, 是珠江三角洲开发较早的核心区域, 经过 50 多年的城市化发展, 人口和经济要素大量聚集^[21-23]。

本文选用广佛都市区 1957、1982、1995、2008 年 4 个时期断面的道路网数据加以分析。这 4 个时间分

收稿日期: 2011-03-25; **修回日期:** 2011-09-25.

基金项目: 国家自然科学基金项目(40871086)。

作者简介: 刘锐(1985-), 女, 江西赣州人, 硕士研究生, 主要研究方向: 地理信息系统应用。E-mail: liurui3005@sohu.com

*** 通讯作者:** 胡伟平(1969-), 男, 湖南衡阳人, 副教授, 主要研究方向: 遥感与地理信息系统应用。

E-mail: huweipingok@sina.com



图1 广佛都市区研究范围地理位置示意图

Fig. 1 Location of Guangzhou-Foshan metropolitan area

别代表“严格的计划经济起点”、“计划经济向有计划的商品经济过渡时点”、“社会主义市场经济起点”与“现状时点”。建设用地和道路网数据分别从 1957、1982 年 2 个历史时期的 1 : 5 万地形图,1995 年 10m ×10m 分辨率的 Spot 遥感影像和 2008 年中巴资源卫星遥感影像中提取。本文数据统一采用北京 1984 的投影系统,其中,遥感影像以 1982 年的地形图为基础进行几何校正,纠正的精度控制在一个像元内。

从研究区 4 个时期 1 : 50 000 地形图与卫星影像中提取城镇建设用地进行制图(如大江大河分隔的建设用地原则上不归并为一个,裁除城镇内的大型主题公园或水体,排除独立的居民点)。即用 ArcGIS 9.2 建立城镇建设用地信息,将 4 个时期的城镇建设用地叠量成图(本文的城镇建设用地裁除了大型道路的占地面积,见图 2)。

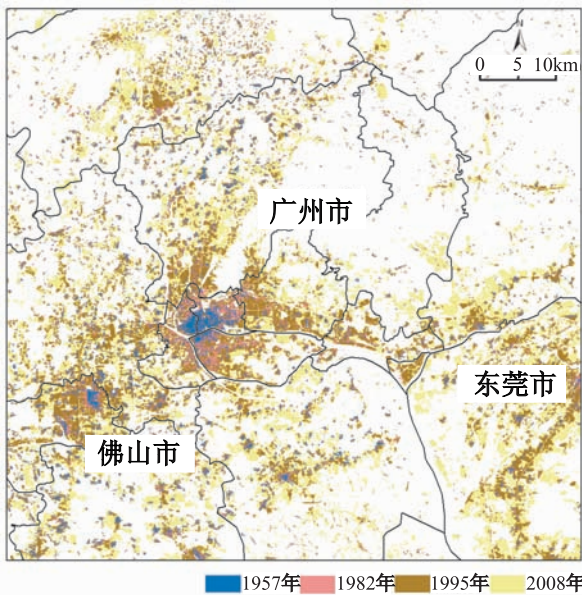


图2 研究区 4 个时期城镇建设用地分布图

Fig. 2 Overlapping map of urban construction land in the study area for four periods

把 1957 年和 1982 年路网分成公路、简易公路、大车路、乡村路和小路 5 个等级(图 3),为有效地对比研究路网的发展状况,把 1957 年和 1982 年的公路和简易公路的矢量图叠加到 1995 年的遥感影像图上,并目视解译出道路,且将市区内的道路统一为街道。同时参考 1997 年和 2009 年的广东省交通地图册把目视解译的 1995 年和 2008 年的公路等级分为高速路(包括快速路)、国道、省道、县乡道和街道。

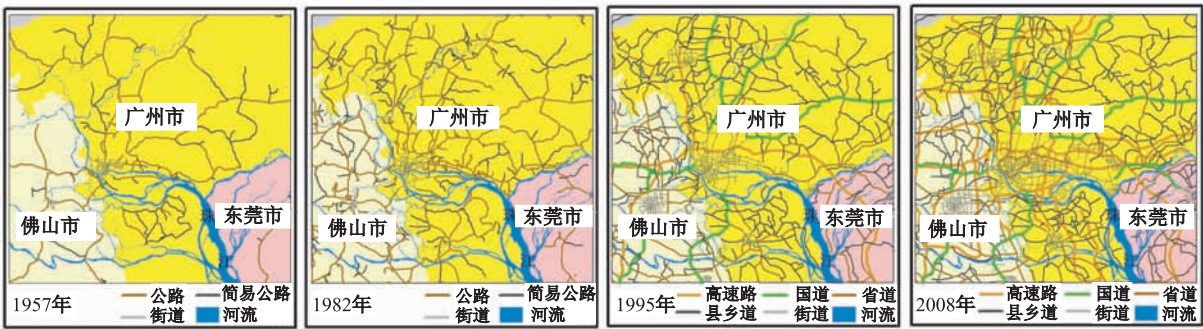


图3 不同年份的广佛都市区路网

Fig. 3 Guangzhou-Foshan metropolitan area's road network in different years

2.2 研究方法

(1)相关性分析

简单线性相关^[24](Simple Linear Correlation),是分析两个连续型变量之间的线性相关关系,适用

于双变量正态分布(Bivariate Normal Distribution)资料。线性相关的性质可由散点直观地观察。

线性相关系数(Linear Correlation Coefficient)用符号 r 表示样本相关系数。相关系数说明具有线

性关系的两个变量,相关关系密切程度和相关方向,计算公式为:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2} \sqrt{\sum (y - \bar{y})^2}} = \frac{l_{xy}}{\sqrt{l_{xx}l_{yy}}} \quad (1)$$

相关系数 r 没有单位,其值为 $-1 \leq r \leq 1$ 。 r 为正表示正相关; r 为负表示负相关。 r 的绝对值大小表示相关密切程度, r 绝对值越接近 1,表示两变量相关关系越密切。 r 为零表示零相关, r 的绝对值等于 1 表示完全相关。一般可按三级划分: $|r| < 0.4$ 为低度线性相关; $0.4 \leq |r| < 0.7$ 为显著性相关; $0.7 \leq |r| < 1$ 为高度线性相关。

(2)城市道路密度的表达

城市道路密度是城市道路中心线总长度与城市用地总面积之比^[25],其数学表达式为:

$$\delta = \sum L / \sum F \quad (2)$$

式(2)中, δ 为道路密度,单位是 km/km^2 。 $\sum L$ 为道路中心线长度,单位是 km 。 $\sum F$ 为城市用地总面积,单位是 km^2 。

3 道路网和城镇用地的监测与结果分析

3.1 道路与建设用地相关性分析

本文将研究区划分成 16×16 的格网,并分别计算格网内的城镇建设用地比重和路网密度,运用 SPSS 软件中的 Correlations 工具对 4 个时期格网内的城镇建设用地比重和路网密度进行相关性分析。

从散点图(图 4)中可见城镇建设用地比重与路

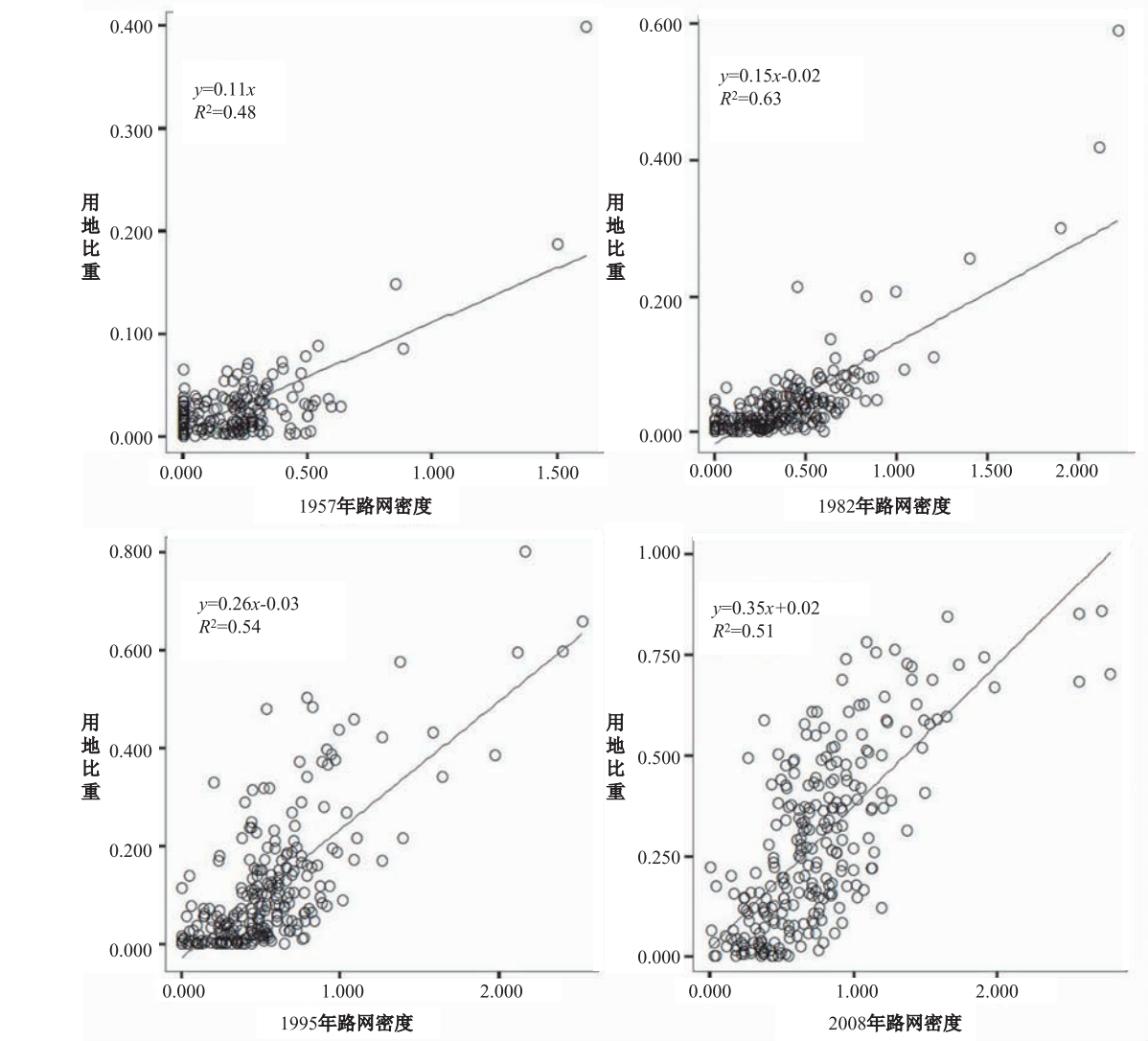


图 4 道路密度与城镇建设用地比重散点图

Fig. 4 Scatter plot of road density and urban construction land proportion

网密度之间的相互作用关系,路网是影响城镇建设
用地发展的重要因子,用地比重与路网密度存在线
性趋势,总体趋势为:路网密度越大,建设用地越密
集,这种关系在 2008 年表现的尤为明显,足见,道
路对建设用地发展的作用越来越明显。

由相关性分析结果可见(表 1):在研究的 256
个格网内,1957 年的道路密度和城镇建设用地相关

性系数为 0.695;1982 年为 0.797;1995 年为
0.734;2008 年为 0.715;4 个年份的相关性系数都
为正,而且除了 1957 年,其他年份的相关系数都符
合 $0.7 \leq |r| < 1$,说明两个变量系数之间呈正的高
度线性相关关系。道路的发展会促进城镇建设用
地的扩展,城镇建设用地的扩展也会带动道路的
发展。

表 1 道路密度与城镇建设用地比重的相关矩阵

Tab. 1 Correlation matrix of road density and urban construction land proportion

		1957		1982		1995		2008	
		x	y	x	y	x	y	x	y
x	Pearson Correlation	1	.695	1	.797	1	.734	1	.715
	Sig. (2-tailed)		.000		.000		.000		.000
	N	256	256	256	256	256	256	256	256
y	Pearson Correlation	.695	1	.797	1	.734	1	.715	1
	Sig. (2-tailed)	.000		.000		.000		.000	
	N	256	256	256	256	256	256	256	256

自 1957 年以来,因人口不断增加,经济快速发
展,推动了城市化的进程。其必然也促使城镇基础
设施的建设(如交通道路的建设),从而促进广佛都
市区城镇建设用地不断扩展。其发展主线大致以
天河区为枢纽带不断向东至黄埔区、萝岗区,向北
至花都区迈进,跨越珠江与番禺融为一体,广佛一
体化联合发展。50 年来广佛都市区的路网密度总
体上呈现单调递增的态势,但各发展阶段的增长速
度并不均匀,具有加速度发展的特点。城镇建设用
地的扩展和道路的发展与广州新 CBD 转移到天
河,以及经济实力雄厚的萝岗新区的设立具有高度
相关性。

3.2 道路密度对建设用地扩展分析

3.2.1 道路密度分区

在研究范围内,依据广东省政区图册分为 41 镇、
14 区和东莞市,把街道办统归为区或市,其余为镇。

为体现密度差异对城镇建设用地的影响,分别
计算研究区域内各区镇的道路密度。把道路密度
 ≥ 1.4 为高密度区,0.8 - 1.4 为较高密度区;0.4 -
0.8 的为中密度区;0.2 - 0.4 为较低密度区,0 - 0.2
为低密度区。从(图 5)可以看出,道路高密度区对
应是经济繁华的市区和商业为主的新城,而道路低
密度区主要对应以山地植被覆盖和珠江水域为主
的区域。

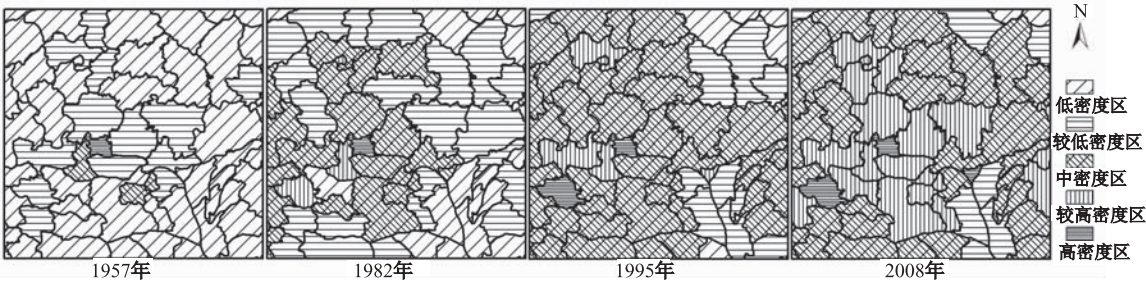


图 5 不同时期道路密度分区图

Fig. 5 Road density zoning map for different periods

统计得出:1957 年道路高密度区仅有越秀区,
中密度区有荔湾区,新造镇和南村镇,其余区镇都

是低密度和较低密度区。1982 年高密度区有越秀
区;较高密度区有荔湾区,禅城区和雅瑶镇;中密度

区扩展到 18 个区镇, 较低密度区比 1957 年增加 9 个; 低密度区减少到 12 个。1995 年中密度区有 38 个区镇, 低密度和较低密度区分别减少到 2 个和 9 个, 高密度区和较高密度区分别增加到 2 个和 5 个, 分别是越秀区, 禅城区和荔湾区, 大沥镇, 开发区, 雅瑶镇, 花都区。2008 年, 较高密度区发展速度最快达到 18 个, 低密度区和较低密度区仅有 5 个, 高密度区发展到 3 个, 增加了开发区。如下表(表 2)。

表 2 道路密度分区统计表
Tab. 2 Road density zoning statistics

年 分区	1957	1982	1995	2008
低密度区	39	12	2	0
较低密度区	13	22	9	5
中密度区	3	18	38	30
较高密度区	0	3	5	18
高密度区	1	1	2	3

在研究区域内, 4 个时期断面内低和较低密

度区的区镇呈减少, 高和较高密度区的区镇不断增加的趋势。东南方向受到河流阻隔, 东北方向受自然山体阻隔, 道路密度一直都呈现较低值。1957 - 1982 年, 道路低密度区居多, 仅个别老城区(如越秀区、荔湾区)道路密度值稍高; 1982 - 1995 年, 1984 年设立的开发区和佛山市中心禅城区的道路密度发展迅速; 1995 - 2008 年这个时期各种高速路和快速路的建设, 促使了道路的快速发展, 内环路、外环路、广园快速路和华南快速路等高等级道路的建设, 促进了各区道路密度快速发展。可见, 广佛都市区的道路不断的发展, 内部空间差异不断缩小, 道路网络系统趋于平衡发展。

3.2.2 城镇建设用地比重分区

计算研究区各区镇的城镇建设用地比重, 把比重为 0~6% 为低密集区; 6%~15% 为较低密集区; 15%~30% 为中密集区; 30%~50% 为较高密集区; 大于 50% 为高密集区, 如图 6 可见, 城镇建设用地密集的主要分布在越秀区和禅城区两个老城区及其周边区镇。

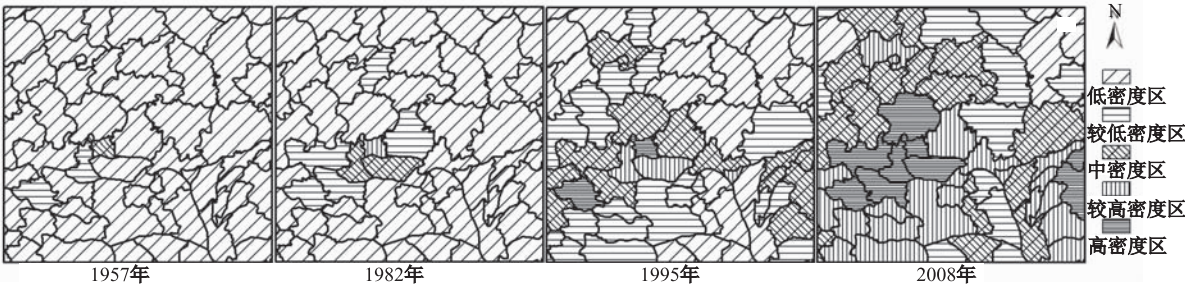


图 6 不同时期城镇建设用地分区图

Fig. 6 Zoning map of urban construction land for different periods

统计得出, 1957 年除越秀区是中密集区, 荔湾区和禅城区是较低密集区, 其余都是低密度区。1982 年, 城镇建设用地发展较慢, 低密度区还占 47 个区镇。1995 年, 出现了越秀区和禅城区两个高密集区, 且中密集区快速发展到 14 个区镇, 低密度区迅速减少到 19 个区镇。2008 年, 高密集区达到 9 个区镇, 主要集中在老城区, 中密集区和较高密集区分别有 16 个和 20 个区镇, 低密集区仅有两个。如下表(表 3)。

近 50 年来, 广佛都市区城镇建设用地扩展强度迅速提高, 1957 - 1982 年, 这个时期因国家宏观经济环境恶化而扩展缓慢; 随着城市化进程的加快, 特别是改革开放后, 大型项目的发展建设, 如天河新城的建设, 黄埔港的建设, 广州经济技术开发区的建设, 广州科学城的建设都对建设用地向东扩

展提供了机会, 佛山国家高新技术产业开发区, 顺德高新技术产业开发区等都扩展了建设用地, 该时期中高密集区占据了主要的位置。1995 - 2008 年, 行政区划调整给广州市, 佛山市的拓展增加新的空间, 在设立的区中, 国家资金、技术的支持, 大型的建

表 3 城镇建设用地分区统计表
Tab. 3 Zoning statistics of urban construction land

年 分区	1957	1982	1995	2008
低密集区	53	47	19	2
较低密集区	2	6	18	9
中密集区	1	2	14	16
较高密集区	0	1	3	20
高密集区	0	0	2	9

设项目都在促使城镇用地的不断扩展。

3.2.3 道路密度与城镇建设用地关系分析

本文将道路分级和城镇建设用地的分级进行比较,用①-⑤表示城镇建设用地从高到低的分级,I-V表示道路密度从高到低分级(表4)。道路和建设用地等级是低或较低级别的区镇 1957 年 52 个;1982 年 34 个;1995 年 11 个;2008 年 3 个,呈递减趋势。道路和建设用地等级是高或较高级别的区镇 1957 年 0 个,1982 年 1 个,1995 年 4 个,2008

年 16 个,呈上升趋势。其中,1995 和 2008 年这两个时期的道路和城镇建设用地发展最快,低密度区和低集聚区锐减,高密度区和高集聚区剧增。这两年道路和建设用地等级都是高或较高级别的区镇数量分别是前者的 4 倍。

研究区域几乎没有道路是高或较高密度区而城镇建设用地是低或较低集聚区,也没有道路是低或较低密度区而城镇建设用地是高或较高集聚的区域,说明道路与城镇建设用地是相互关联的。

表 4 道路和城镇建设用地分区矩阵
Tab. 4 Zoning matrix of road and urban construction land

	1957 年					1982 年					1995 年					2008 年				
	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
I			1			1					2					2	1			
II								1	2			2	2			7	6	4	1	
III				1	2			1	3	14		1	12	16	10		13	10	5	2
IV				1	13					22				2	7			2	3	
V					38				1	11					2					

结合图 5 和图 6,可分析得出,道路密度和城镇建设用地比重高或较高级别的区镇 1957 年是越秀区;1982 年是越秀区和荔湾区;1995 年有禅城区、越秀区、荔湾区和开发区;2008 年有禅城区、越秀区、开发区、花都区、荔湾区、雅瑶镇、白云区、大沥镇、东莞市、番禺区、高埗镇、海珠区、南村镇、南海区、南庄镇和天河区。道路密度和城镇建设用地比重高或较高级别的区镇主要集中在市区,只有在近

些年镇的发展速度才突显。
3.2.4 道路密度增加对建设用地扩展影响
对区镇内道路密度的增加是否对建设用地扩展有促进作用进行分析。首先对道路年均增加密度和城镇建设用地年均扩展强度进行分级。把道路年均增加密度在 0~0.003 为缓慢增加;0.003~0.01 为低速增加;0.01~0.02 为中速增加;0.02~0.03 为高速增加;大于 0.03 为快速增加(图 7)。

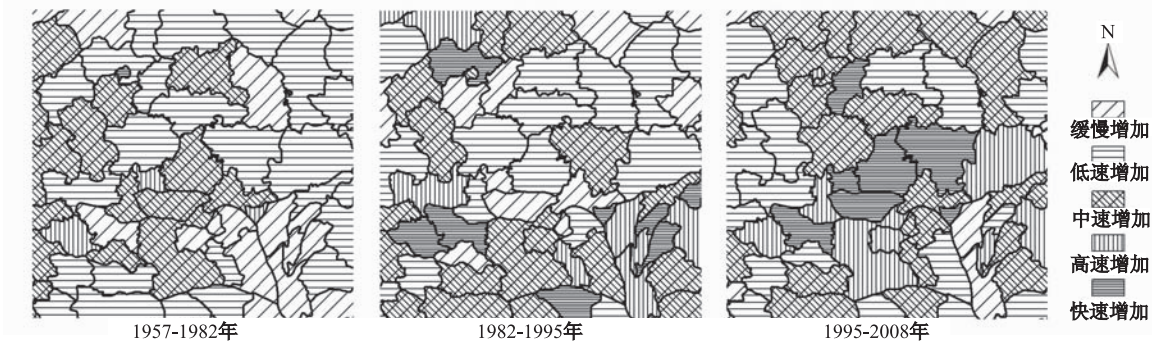


图 7 不同时期各区道路年均增加密度
Fig. 7 Mean annual increase of road density in different district-towns during different periods

把城镇建设用地年均扩展强度在 0~0.2 为缓慢扩展;0.2~0.6 为低速扩展;0.6~1.2 为中速扩展;1.2~2 为高速扩展;大于 2 为快速扩展(图 8)。统计各级分区(表 5)。从道路年均增加密度上看,1957-1982 年仅有 1 个高速增加区,各区的道

路年均密度增加的速度基本上是中速,低速,缓慢,占据了 52 个区镇,该时期道路发展较缓慢;1982-1995 年高速和快速增加区增加至 15 个区镇,缓慢和低速增加区不断减少,共有 23 个区镇,道路开始步入快速发展期;1995-2008 年高速和快速增加区

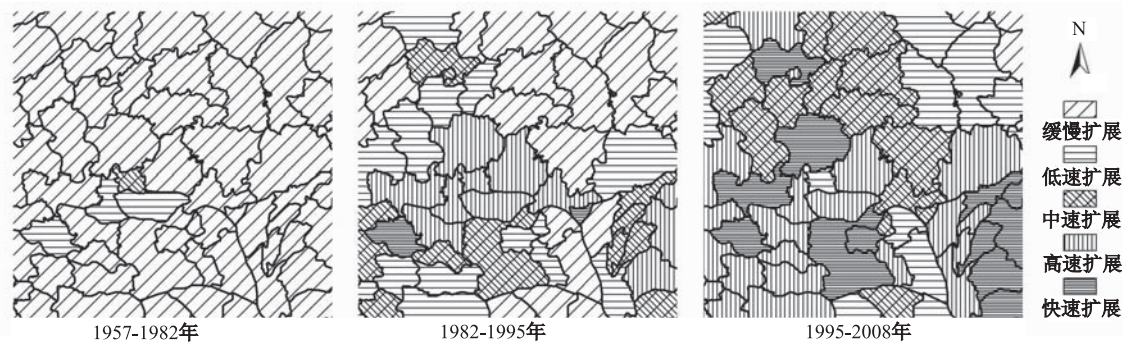


图 8 不同时期各区镇城镇建设用地扩展强度

Fig. 8 Urban construction land growth intensity in different district-towns during different periods

基本没变,缓慢增加区缩减到 3 个区镇,中速和低速增加基本上是道路年均增加主要趋势,道路网络进入完善期。从城镇建设用地扩展上看,1957 - 1982 年没有高速和快速扩展区,缓慢扩展区占有 52 个区镇,各区镇的城镇建设用地发展较缓慢;1982 - 1995 年高速和快速扩展区迅速发展 到 13 个区镇,缓慢扩展区锐减到 17 个区镇,这段时期城镇建设用地开始高速发展;1995 - 2008 年高速和快速扩展区发展到 33 个区镇,没有缓慢扩展区,城镇建设用地的 发展呈现不断上升的趋势。

表 5 不同时期道路与城镇建设用地分区统计表

Tab. 5 Zoning statistics of road and urban construction land during different periods

分区	年 类型	1957 - 1982		1982 - 1995		1995 - 2008	
		道路	用地	道路	用地	道路	用地
缓慢区		14	52	9	17	3	0
低速区		24	3	14	14	17	10
中速区		14	1	18	12	21	13
快速区		3	0	7	11	8	21
高速区		1	0	8	2	7	12

把道路年均增加密度分级和城镇建设用地扩展分级进行统计比较,用①-⑤表示城镇建设用地扩展从快速到缓慢的分级,I - V 表示年均道路增加密度从快速到缓慢分级(表 6)。1957 - 1982 年,道路发展和建设用地扩展,基本上是属于缓慢发展时期,没有区镇的年均增加密度和城镇建设用地扩展都属于高或较高区域,而 38 个区镇都属于缓慢或低速区域,其余区镇基本是道路中速增加区和城镇建设用地低速扩展区。从分级上看,道路发展较快区镇要高于城镇建设用地扩展较快的分区;1982 - 1995 年,道路和城镇建设用地是快速和高速区镇

发展到 6 个,缓慢和低速的区镇减少到 16 个,其余区镇分布虽然较随机,但总体上道路的分级比城镇建设用地的分级要高;1995 - 2008 年,有 11 个区镇是高速或快速区,缓慢和低速区仅剩 6 个区镇,这一时期城镇建设用地迅速发展,建设用地分级中,较快发展的区镇明显多于道路发展较快的分级。

表 6 道路发展与城镇建设用地扩展分区矩阵

Tab. 6 Zoning matrix of road development and urban construction land expansion

		1957 - 1982					1982 - 1995					1995 - 2008			
		①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④
I	\					1	2	2	3		1	\	3	3	1
II	\		1	1	1		2	1	3	1	4	4			
III	\			2	12		1	7	4	6	6	5	7	3	
IV					24		3		4	7	2	6	3	6	
V						14	3	1	3	2		3			

结合图 7 和图 8,在这 4 个研究时期断面,道路发展和城镇建设用地发展较快的区镇在不断的增加,城镇建设用地年均扩展分级和年均道路增加密度分级,都是快速和高速的区镇从 1957 - 1982 年的 0 个区镇发展到 1982 - 1995 年有禅城区、开发区、高埗镇、南海区、大沥镇和东莞市 6 个区镇;1995 - 2008 年有南海区、天河区、海珠区、禅城区、东莞市、洪梅镇、番禺区、南村镇、雅瑶镇、荔湾区和新塘镇 11 个区镇。道路发展和城镇建设用地发展较慢的区镇从 1957 - 1982 年的 38 个减少到 1995 - 2008 年的 6 个。

道路发展和城镇建设用地发展较快的区镇在不断的增加,年均道路增加密度分级和城镇建设用地年均扩展分级都是快速和高速的区镇在每个时期都成 2 倍增加。道路发展和城镇建设用地发展较慢的区镇则从 1957 - 1982 年的 38 个减少到

1995 - 2008 年的 6 个, 下降幅达 6 倍有余。

1957 - 1982 年这一时期, 受地形的阻碍, 以及经济发展水平的制约, 交通道路和城镇建设用地属于缓慢或低速区域的占了大多数, 但道路发展较快分区要多于城镇建设用地扩展较快的分区, 道路的分级也比城镇建设用地的分级要高。

1982 - 1995 年这一时期, 改革开放的发展, 受到国家政策的支持, 基础设施得到快速发展, 其包括了道路, 这段时期, 广佛都市区在不断地进行道路建设, 完善道路网络, 同时促进了城镇建设用地的扩展, 城镇建设用地的扩展稍滞后于道路发展。

1995 - 2008 年这一时期城镇建设用地迅速发展, 建设用地分级中, 较快发展的分区明显多于道路发展较快的分区。行政区划调整给广州市, 佛山市的拓展增加新的空间, 在设立的区中, 国家资金技术支持, 大型的建设项目都在促使城镇用地的不断扩展。直接扩大了中心城市用地与功能重组的空间, 为提高城市竞争力清除了空间的制约^[3,8]。这使得广佛都市区 1995 - 2008 年扩展强度比另外两个时期迅速。在具有良好道路网络的基础上, 城镇建设用地快速扩展, 在一定程度上也会刺激道路的发展。另外, 技术的进步促使了高等级道路的建设, 如各种跨江大桥。

4 结论与讨论

本文选择了 4 个典型的时间点展开研究, 其分别代表了“严格的计划经济起点”、“计划经济向有计划的商品经济过渡时点”、“社会主义市场经济起点”与“现状时点”。这对研究我国都市区的可持续发展具有较深刻的意义和价值。通过对道路密度和城镇建设用地进行相关性分析, 发现除了 1957 年的道路密度和城镇建设用地相关性系数为 0.695, 略小于 0.7, 其他年份的相关系数都符合 $0.7 \leq r < 1$, 说明两个变量系数之间呈正的高度线性相关关系。

从道路密度与城镇建设用地关系分析, 以及道路密度增加和建设用地扩展之间的相互影响可知, 研究区域几乎没有道路是高或较高密度区而城镇建设用地是低或较低集聚区, 也没有道路是低或较低密度区而城镇建设用地是高或较高集聚区的区域; 道路密度发展慢的区域一般对应城镇建设用地扩展慢的区域, 道路密度发展快的区域一般对应城

镇建设用地扩展快的区域。这同样说明道路与城镇建设用地是相互关联的。

从前两个时期来看, 在分级上, 道路发展较快分区多于城镇建设用地扩展较快的分区, 道路的分级也比城镇建设用地的分级高。该时期, 广佛都市区在不断地进行道路建设, 完善道路网络, 同时促进了城镇建设用地的扩展, 城镇建设用地的扩展稍滞后于道路发展。到了 1995 - 2008 年这一时期城镇建设用地迅速发展, 建设用地分级中, 较快发展的分区明显多于道路发展较快的分区。在具有良好道路网络的基础上, 城镇建设用地快速扩展, 在一定程度上也会刺激道路的发展。广佛都市区内部空间差异不断缩小, 道路网络系统趋于平衡发展。

参考文献:

- [1] 刘世梁, 崔保山, 杨志峰, 等. 道路网络对澜沧江流域典型区土地利用变化的驱动分析[J]. 环境科学学报, 2006, 26(1): 162 - 167.
- [2] 周素红, 闫小培. 广州城市空间结构与交通需求关系[J]. 地理学报, 2005, 60(1): 131 - 142.
- [3] 陈彦光. 交通网络与城市化水平的线性相关模型[J]. 人文地理, 2004, 19(1): 62 - 65.
- [4] 李双成, 许月卿, 周巧富, 等. 中国道路网与生态系统破碎化关系统计分析[J]. 地理科学进展, 2004, 23(5): 78 - 85.
- [5] Liu S L, Cui B S, Dong S K, *et al.* Evaluating the Influence of Road Networks on Landscape and Regional Ecological Risk—A Case Study in Lancang River Valley of Southwest China[J]. Ecological Engineering, 2008, 34: 91 - 98.
- [6] 曹峰, 宋海荣, 葛咏, 等. 基于粗糙集的交通道路与城镇用地扩展关系分析[J]. 地球信息科学学报, 2010, 12(6): 791 - 796.
- [7] 吴驰, 胡伟平, 王红亮, 等. 基于 GIS 空间分析技术的城市路网可靠性评价方法研究[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2011, 1: 121 - 127.
- [8] Lugo A E, Gucinski H. Function, Effects and Management of Forest Roads[J]. Forest Ecology and Management, 2000, 133: 167 - 286.
- [9] Forman R T T. Road Ecology, Science and Solutions [C]. Washington, D. C: Island Press, 2002.
- [10] 姚士谋, 陈爽, 吴建楠, 等. 中国大城市用地空间扩展若干规律的探索——以苏州市为例[J]. 地理科学, 2009, 29(1): 15 - 21.
- [11] Forman R T T. Road Ecology: A Solution for the Gi-

- ant Embracing Us[J]. *Landscape Ecology*, 1998, 13: iii-V.
- [12] 苏建忠,魏清泉,郭恒亮. 广州市的蔓延机理与调控[J]. *地理学报*, 2005, 60(5): 626-636.
- [13] 匡文慧,邵全琴,刘纪远,等. 1932年以来北京主城区土地利用空间扩张特征与机制分析[J]. *地理信息科学学报*, 2009, 11(4): 428-435.
- [14] 黎夏,叶嘉安. 利用遥感监测和分析珠江三角洲的城市扩张过程——以东莞市为例[J]. *地理研究*, 1997, 16(4): 56-62.
- [15] 张心怡,刘敏,孟飞. 基于RS与GIS的上海城建设用地扩展研究[J]. *长江流域资源与环境*, 2006, 15(1): 29-33.
- [16] 匡文慧,张树文,张养贞,等. 1990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.
- [17] 刘盛和,吴传钧,沈洪泉. 基于GIS的北京城市土地利用扩展模式[J]. *地理学报*, 2000, 55(4): 407-416.
- [18] 徐学强,周一星,宁越敏. 城市地理学[M]. 北京:高等教育出版社,1997,65-76.
- [19] 胡伟平,何建邦. 广州-佛山都市区城乡聚落时空演变[J]. *地球信息科学*, 2002, 4(1): 35-40.
- [20] 刘锐,胡伟平,王红亮,等. 基于核密度估计的广佛都市区路网演变分析[J]. *地理科学*, 2011, 4(1): 110-116.
- [21] 王永梅,吴志峰,胡伟平,等. 广佛都市区城镇建设用地扩展的时空变化分析[J]. *安全与环境学报*, 2010, 10(2): 123-129.
- [22] 王红亮,胡伟平,吴驰. 空间权重矩阵对空间自相关的影响分析——以湖南省城乡收入差距为例[J]. *华南师范大学学报(自然科学版)*, 2010, 1: 110-115.
- [23] 曹小曙,马林兵,颜廷真. 珠江三角洲交通与土地利用空间关系研究[J]. *地理科学*, 2007, 27(6): 743-748.
- [24] 宇传华. SPSS与统计分析[M]. 北京:电子工业出版社, 2007, 221-222.
- [25] Vogelmann J E, Helder D, Morfitt R. Effects of Landsat 5 Thematic Mapper and Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus Radiometric and Geometric Calibrations and Corrections on Landscape Characterization[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2001, 78: 55-70.

Analysis of the Interaction between Road Network and Urban Construction Land in Guangzhou-Foshan Metropolitan Area

LIU Rui^{1,2}, HE Jin¹, HU Weiping¹

(1. School of Geographical Sciences, South China Normal University, Guangzhou 510631, China;

2. Guangzhou Economic and Technological Development District Middle School, Guangzhou 510730, China)

Abstract: Relationship between traffic road and urban land use expansion is complex and uncertain. Traffic road plays an important role in transportation and is a major driving force of urban land use expansion. Therefore, traffic road has great impact on urban expansion and development. Also, urban expansion has new demands for the development of traffic road. The paper tries to analysis the interaction between road network and urban construction land in Guangzhou-Foshan metropolitan area, to reveal the structural feature and evolution law of urban construction land in different developing stages of road network under multiple-core synergism. Based on topographic maps of 1957 and 1983, and remote sensing images acquired in 1995 and 2008, the normalized thematic data of road network were extracted. These road network data and construction land data were stored in database which was built up in ArcGIS. Using correlation analysis method, we quantitatively analyzed the interaction between road density and urban construction land expansion. The results show that: The variable coefficients of road density and urban construction land proportion present a highly positive linear relationship. Different years of road density and urban construction land expansion have an interrelationship. Districts with high road density correspond to the districts with intensive urban construction land. Districts with rapid development of road density

correspond to the districts with rapid expansion of urban construction land. From the first two periods, the number of districts with rapid development of road density is bigger than the number of districts with rapid expansion of urban construction land. Compared with the development of road, the expansion of urban construction land has a slight delay. The expansion of urban construction land is stimulated by road development. During the last period, urban construction land expanded rapidly. The number of districts with rapid expansion of urban construction land is bigger than the number of districts with rapid development of road density. The expansion of urban construction land stimulates road development.

Key words: road network; urban construction land; correlation analysis; Guangzhou-Foshan metropolitan area

(上接第 600 页)

the different phenological characters between marsh wetland and other surface features. The area of marsh wetland is 2481.13km², which account for 6.88% of the total study area. Its distribution in Tingri County was the most abundant, which account for 36.85% of the total marsh wetland area; followed by Dingjie, Nyalam and Gyirong counties, the proportions are 25.79%, 24.5% and 12.86% respectively. According to the characteristics of the study area, we evaluated the potential degradation risk of marsh wetland in the study area by selecting annual mean temperature linear trend as natural risk factor, influences of settlements and roads as artificial risk factors which are based on distance decay theory. This paper divided general risk assessed results mainly into five grades, that is, the lowest risk, lower risk, moderate risk, higher risk, and the highest risk. The proportions of the total marsh wetland area in the study area are 7.39%, 13.61%, 24.72%, 31.43% and 22.84% respectively.

Key words: The Mt. Qomolangma Nature Reserve; marsh wetland; spectral angle mapper; distance decay; potential degradation risk evaluation