

桥梁-道路建设对西南山地城市扩展影响机制研究——以重庆嘉陵江两桥为例¹

郭欢欢^{1, 2}、林坚¹，孙芬²，王彦美²

(1. 北京大学城市与环境学院，北京 100871； 2. 重庆市国土资源和房屋勘测规划院，重庆 400020)

【摘要】交通因素对城市空间扩展的影响是一个研究热点，但国内外关于桥梁-道路建设对山地城市扩展影响机制的研究还不多见。基于桥梁-道路对城市待开发区域区位的影响，提出了点状辐射、线状辐射和环状辐射3种影响机制。以重庆嘉陵江大桥和黄花园大桥建设对嘉陵江北岸影响为例，将研究区划分为5个分区，基于八软件提取各分区城市建成区与河岸的空间分布关系，并通过5个分区1940~2009年城市扩展差异比较印证3种影响机制。研究表明，桥梁和道路建设促进研究区建成区迅速扩张，但对不同分区的建成区扩展速度的影响有差异；第3分区城市扩展反映了桥梁-道路对城市扩展的点状辐射和线状辐射，而第4分区城市扩展反映了桥梁-道路对城市扩展的环状辐射。结论表明研究提出的点状辐射、线状辐射和环状辐射符合桥梁-道路建设对西南山地城市扩展的影响机制。

【关键词】山地城市；桥梁-道路；城市扩展；重庆市

【中图分类号】Q293.2

【文献标志码】A

【文章编号】1004-8227(2017)01-0047-08

【DOI】10.11870/j.1000-0579.2017.01.006

全球城镇化快速发展背景下，城市扩展研究是一个热门话题。目前的研究有城市扩展理论、城市规划设计、城市扩展边界等。其中，交通网络对城市扩展具有重要影响^[1]，两者关系研究是个热门方向。国外学者 Duranton 研究美国主要城市1980-2000年公路和公共交通影响发现，城市道路增长10%可促进城市人口和就业增长2%^[2]。通过年城市空间扩展指数、土地利用变化指数、人口密度指数等多种指标研究了城市交通与城市扩展的时空关系^[3]；Cervero 认为道路改善对于公众出行的影响分为短期和长期两种，短时期内交通容量推动居民出行方式的转变，长期看将改变城市空间结构^[4]；Glaeser 认为交通

¹收稿日期：2016-06-17；

修回日期：2016-11-18

基金项目：中国博士后基金项目（2015M582526）[China Postdoctoral science Foundation（2015M582526）]；重庆市国土房管局科技项目（KJ-2015004）[Technology Program of Chongqing Administration of Land, Resources and Housing（KJ-2015004）]；国家自然科学基金项目（413713514）[The National Natural science Funds Fund（413713514）]

作者简介：郭欢欢（1983-），男，博士，高级工程师，主要从事土地政策和土地利用研究。E-mail: guohuan2009@126.com

成本对于城市蔓延影响有两种途径：单中心模型中交通成本降低意味着城市边界扩展和用地强度降低，多中心模型中市民从乘坐公共交通到开私家车的转变极大降低了新就业中心的基础设施建设等成本[5]。国内学者主要从宏观和微观两个层面研究交通与城市的关系。宏观层面上，研究城市间交通流、可达性等对城市空间格局或城市空间联系的影响[6、7]；微观层面上，研究交通系统对城市空间扩展[8]、城市内部空间格局[9]和城市问题的影响[10]。

基于交通在城市扩展中的突出地位，城市仿真模型中大多都有交通变量。SLEUTH模型通过对不同时段交通图层设置多重权重判断区域的可达性，进而预测该区域成为城市的概率[11]；FUTURES模型的开发需求子模型设置可达性参数，主要通过道路的距离进行测算约束性[12]；约束性CA模型中空间约束一般设置与铁路、高速公路、国道、省道距离等变量[13]。

道路对山地城市扩展的影响并非简单的距离变量。河流阻隔对于山地城市空间形态塑造表现在城市沿河、依山筑城，围绕水系呈现群落密集分布[14]。随着土木工程技术提升，桥梁、隧道、滨江道路等在山地城市扩展中扮演重要角色。目前，国内学者从城市设计角度研究桥梁与城市滨水区的“协调发展”[13]，但关于桥梁-道路建设对城市扩展影响研究还不多见。本文以重庆主城区嘉陵江大桥和黄花园大桥为例，基于重庆主城区嘉陵江北岸1940-2009年城市扩展变化，研究桥梁-道路建设对城市扩展的影响机制。

1 研究区概况及研究方法

1.1 研究区概况

重庆市主城区包括9个行政区，幅员面积5472.68km²。受地形影响，城市建设呈“多中心、组团式、不均衡”的空间分布格局。建国以来，重庆市先后修建嘉陵江大桥、石门大桥、长江大桥等，目前市域境内跨长江和嘉陵江大桥71座[16]。本文研究位于重庆主城区的嘉陵江大桥和黄花园大桥。嘉陵江大桥建成于1966年，黄花园大桥建成于1999年，两桥都连接江北区和渝中区。由于渝中区是重庆市最早建成区，本文重点研究嘉陵江北岸（下文简称“研究区”），面积约42km²（图1）。

研究区东部江北城地区是重庆城建史上最早的城区之一，并于1927年重庆成立市政厅开始正式纳入城市管理当中。但由于嘉陵江阻隔，研究区城市建设明显滞后于渝中半岛。新中国成立后，嘉陵江大桥和黄花园大桥建设带动了研究区城市扩展。1995年，观音桥商圈成为重庆市第二大商圈。2009年，重庆市两江新区挂牌成立，研究区成为两江新区的一部分。目前，研究区是重庆市重要的商业中心、金融中心和服务业中心。

1.2 理论分析及研究方法

桥梁-道路建设通过提升待开发区通达度，降低开发成本，进而通过改变城市产业布局、人口分布和资金流向等来影响城市扩展。由于待开发区城市建设逐步进行，因此桥梁-道路对其外在影

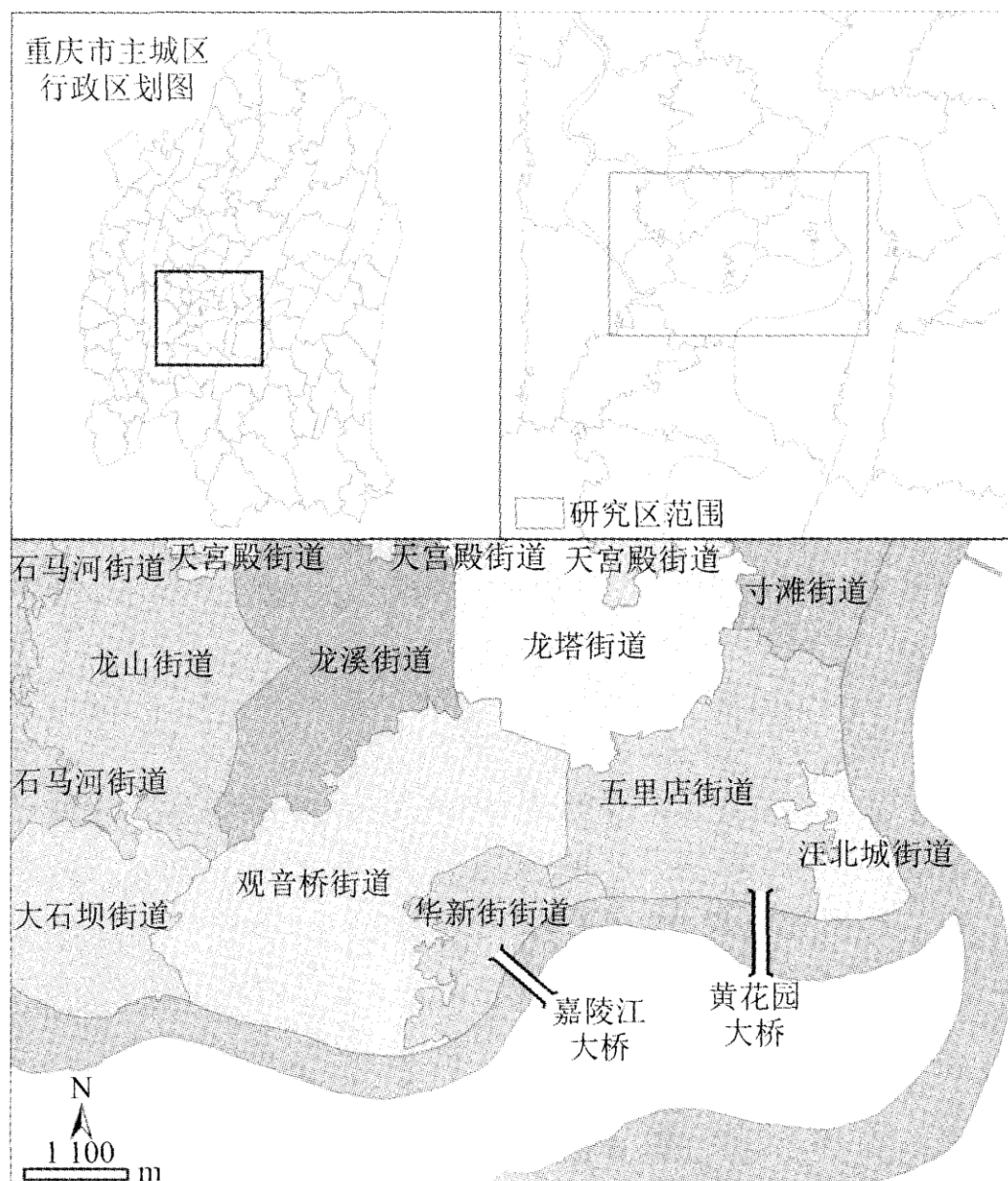


图 1 研究区范围

Fig.1 Research Area

响在不同时段有所差异。研究假设 3 种机制(图 2)：点状辐射，即桥梁-道路配套建设主要影响桥头附近建设开发；线状辐射，即桥梁-道路建设完成后，影响主干道附近城市扩展；环状辐射，5 P“两岸-两桥”形成的交通环道影响周边区域城市扩展。3 种影响有时间顺序，即桥梁建设初期对新区的影响主要以桥头为中心，辐射一定范围；桥梁及道路建成以后，对新区的影响向纵深发展，影响范围呈条带状；当多个桥梁建成通车，促使新区道路交通体系完善，在更大范围内带动新区扩展。

为定量分析桥梁-道路建设对研究区的影响，将其分为 5 个分区(图 3)。分区依据：①由于桥梁和道路建设对研究区通达度

的影响与距离道路的远近有重要关系，因此分区界线与桥梁、主干道(建 新南路和建新北路)平行，每个分区内部受道路影响基本一致；②每个分区建设面积基本一致，便于比较不同分区建设面积大小。根据研究需求，运用 ArcGIS 软件中 buffer wizard 工具，以研究区河岸 为基线，以 3m 为单位制作若干缓冲区，统计分析 不同分区建成区面积与河岸距离的空间分布关系①。

1.3 数据来源

根据研究需要，重点收集了研究区 1940-2009 年之间 8 a 的城市扩展和道路建设数据(表 1)，并将 数据整理得到不同时段城市扩展情况(图 4)。

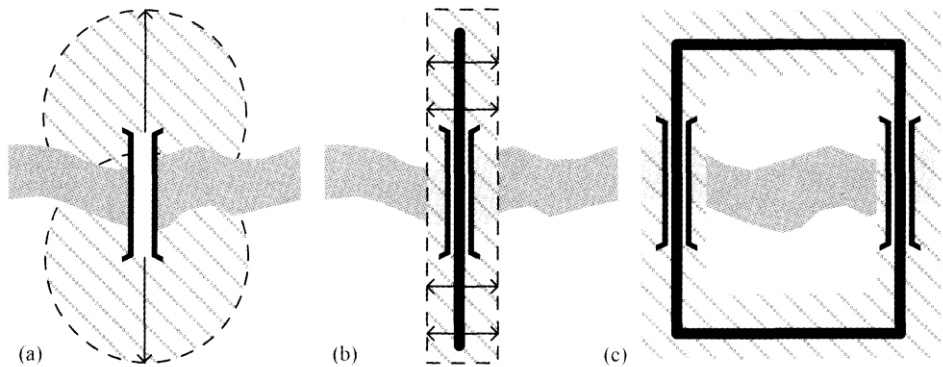


图 2 桥梁-道路建设对区位影响的3种机制：(a)点状辐射；(b)线状辐射；(c)环状辐射
Fig.2 Three Impact Mechanisms of Bridge-road on Location

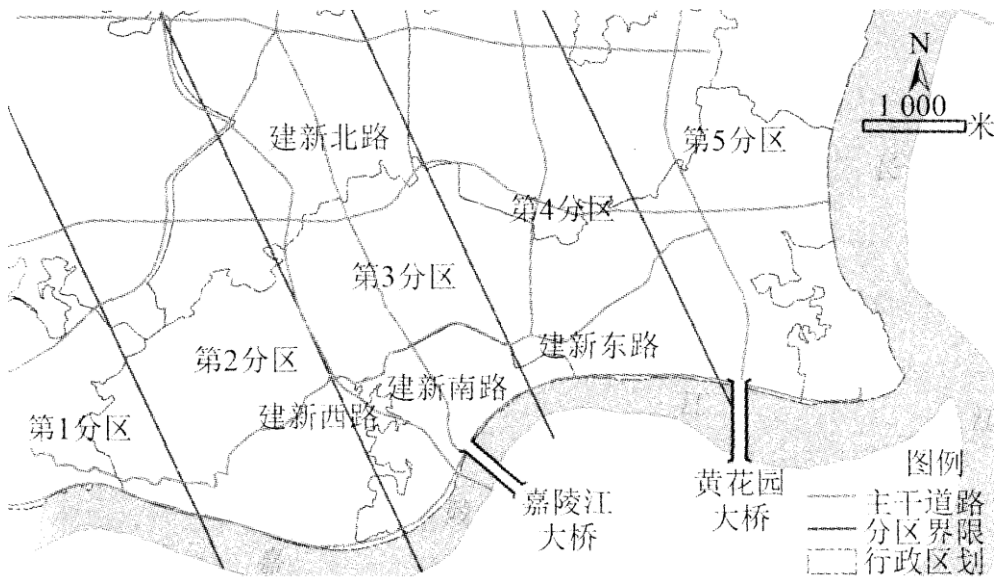


图 3 研究区分区
Fig.3 Division of Research Area

2 结果分析

2.1 桥梁建设前后道路系统变化分析

1940 年, 重庆主城区已建成成渝公路、川黔 公路等多条公路, 但研究区没有公路, 只以观音 桥、五里店和江北城为节点有若干条大路(图 5-a)。2 外, 嘉陵江边的居民点之间建有小路。1943 年, 连接重庆和汉中的汉渝公路建成通车, 成 为研究区北部交通要道。同时, 经刘家台-五里店- 红土地等建有汉渝公路支线; 连接观音桥-香国寺建有观香公路(图 5-b)。尽管研究区道路明显增 加, 但主要是低等级的大路或小路, 交通体系仍 落后于其他主城区。1966 年嘉陵江大桥建成后, 以观音桥为核心的交通体系雏形形成。1976 年, 研究区骨干道路里程达到约 44 km(图 5-c)。1982 年, 研究区道路密度加大、道路等级提升, 尤 其 是观音桥附近(图 5-d)。1988 年石门大桥建成通 车, 改善了研究区西部与沙坪坝区的交通联系(图 5-e)。经过 10 余年的发展, 研究区西部道路系 统不断成熟完善(图 5-f)。1999 年黄花园大桥建成通 车, 江北城地区连接渝中区、南岸区更加便捷, 五里店也成为交通枢纽(图-g)。2009 年, 研究区 道路交通体系十分完善(图 5-h), 基本实现全域城 镇化。

2.2 研究区无桥时代城市空间分布特征

溯水而居是西南地区城市选址的重要因素。水在运输、防卫、给水等方面具有重要作用, 它 也是影响城址选择的最重要因素[17]。但江河阻隔 又限制了区域内部联系。建桥以前, 重庆各组团 主要依靠轮渡联系。嘉陵江有大溪沟、千厮门、 朝天门、化龙桥、石门等渡口, 附近形成较大聚 居点。1940 年, 研究区城市用地大约在 0.92 km^2

表 1 数据来源

Tab.1 Data Source

序号	年份	数据来源
1	1940	重庆市历史地图集(第一卷).北京: 中国地图出版社.2013.
2	1946	重庆市历史地图集(第一卷).北京: 中国地图出版社.2013.
3	1976	重庆市游览图.成都: 四川人民出版社.1976.
4	1982	重庆市交通图.重庆: 重庆出版社.1982.
5	1993	重庆市交通图.重庆: 重庆出版社.1993.
6	2000	重庆市区图.成都: 成都地图出版社.2000.
7	2005	重庆市商务交通旅游图.长沙: 湖南地图出版社.2005.
8	2009	江北区和渝北区2009年遥感监测数据(内部数据)

①感兴趣的读者可向作者咨询详细数据处理过程.

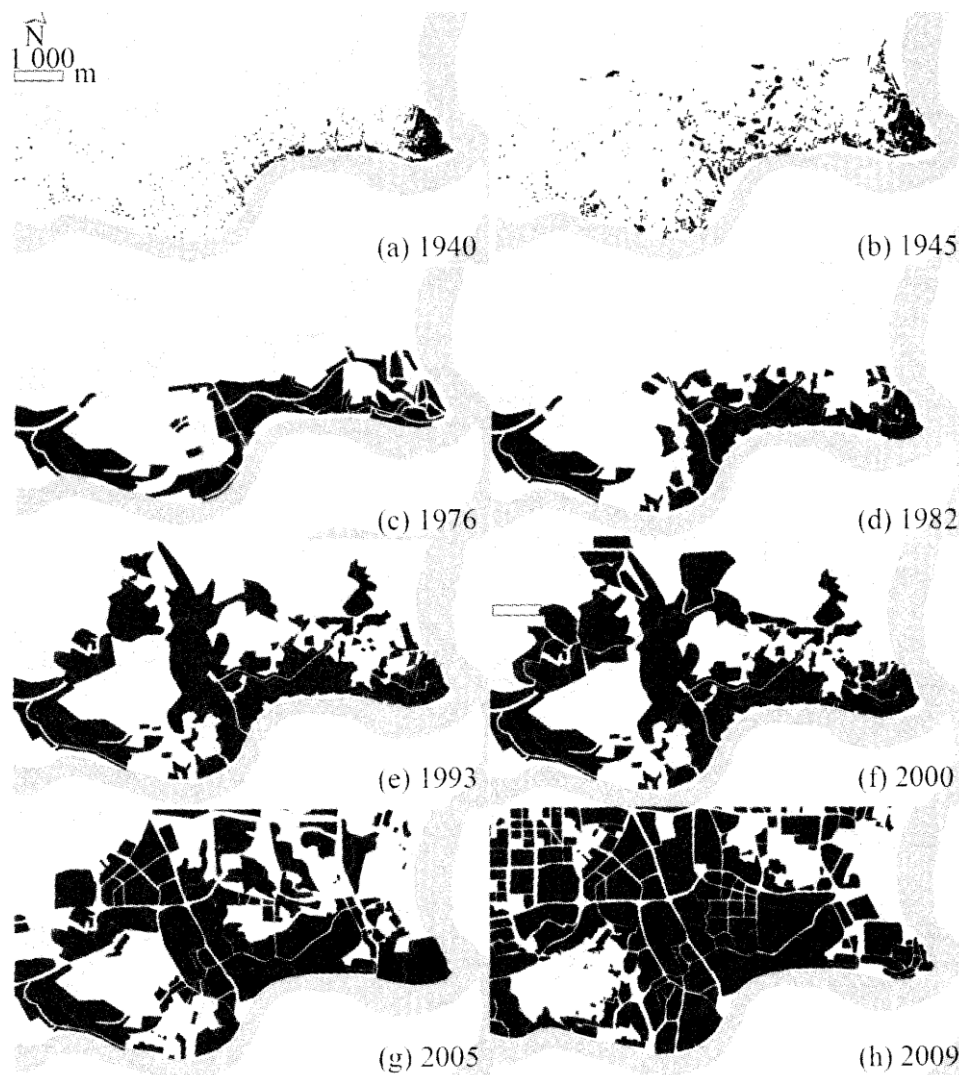


图 4 研究区不同时段城市扩展图

Fig.4 Urban Growth of Research Area in Different Years

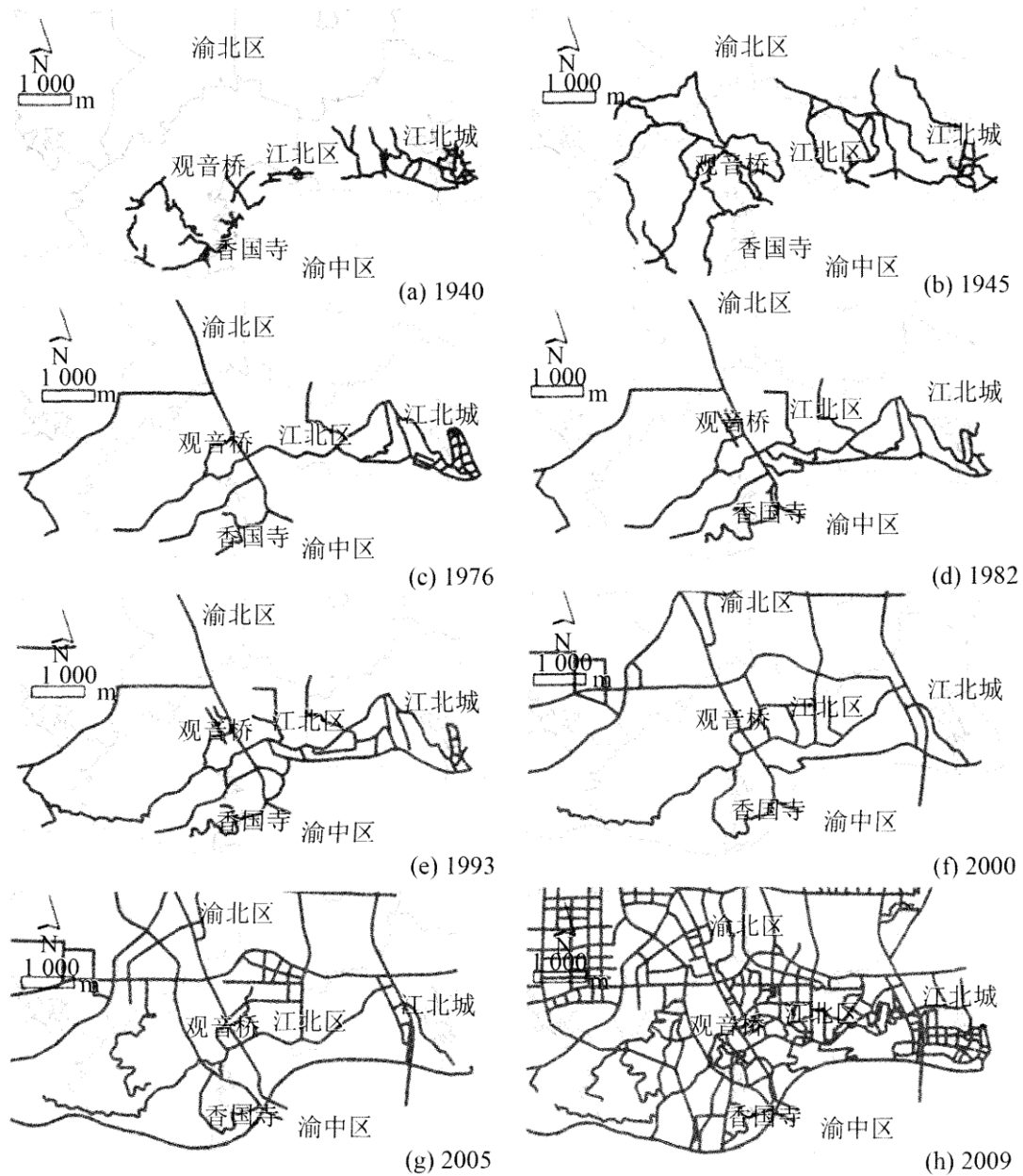


图 5 研究区不同时段道路交通体系图

Fig.5 Traffic System of Research Area in Different Year

(图 4-a)。抗战期间，重庆作为陪都吸引大量人口涌入。1945 年，研究区城市用地达到约 1.97 km^2 (图 4-b)。将 1940 年和 1945 年城市用地转化为随河岸距离的纵向空间分布如图 6 所示。

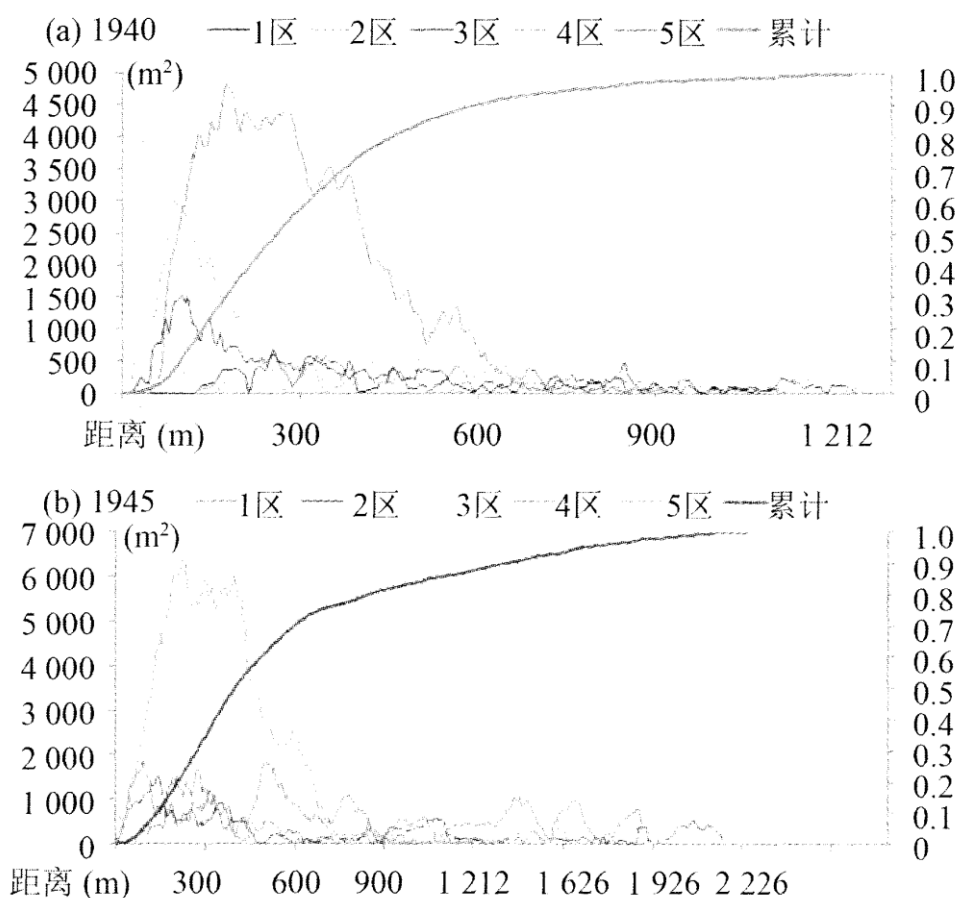


图6 研究区城市用地距江河距离分布

Fig.6 Urban Land Distribution of Research Area Based on Riverside

可以看出：(1)1940 年研究区 90% 的城市用地 分布在距河岸 0.60 内，全部城市用地分布在 1.20 km 内；1945 年，城市向北扩展，90% 的城市 用地分布在距河岸 1.35 km 内，全部城市用地分布 在 2.25 km 内。(2) 分区来看，1940 年第 5 区建设用 地面积比重最大，达到 56.3%，其次为第 4 区 18.10% 和第 3 区 12.33%。1945 年第 5 区建设用地面 积占比 43.55%，占比下降但依然最大，其次为第 4 区 20.71% 和第 3 区 20.57%，说明此时研究区以江 北城为扩展源，城市沿嘉陵江向西拓展。(3) 从分区的集聚度看，1940 年第 3、4、5 区峰值明显，说 明 3 个分区内部空间分布差异较大，尤其第 5 区 80% 的建设用地分布在 129-504 m，其他分区建设 用地分布较为集中；1945 年，第 5 区建设用地峰值 依然比较明显，而第 3、4 区建设用地峰值变弱， 说明第 5 区建设用地空间分布依然集中，而第 3、4 区集聚度明显下降。

2.3 桥梁-道路建设与城市扩展中心转移

嘉陵江大桥建成前，第 5 分区(江北城)是研究区城市中心。1944 年，江北城地区是研究区人口 密度最大的区域[18]。从建设规模看，1945 年第 5 分区城市用地 0.88km²，而第 3 分区城市用地约 0.41km² (图 7-a)。从规划定位看，《陪都十年建设计 划 草案》显示，江北城地区为城市组团，而第 3 区为 预备卫星镇[19]。1966 年以来，嘉陵江大桥和建新 南路、建新北路建设促进了第 3 分区城市扩展。到 1976 年，第 3 分区城市用地面积达到 1.37km²，而 第 5 分区城市用地面积为 1.24km² 图(图 7-b)。

尽管两者城市用地面积基本相当,但在全市规划中的地位相差较大。《重庆市城市总体规划》(1983年版)规划确定第3分区的观音桥为城市副中心[20]。到1992年,第3分区城市用地面积达 4.64km^2 ,远超第5分区的 1.99km^2 。第3分区的城市扩展进深达到 4.33km ,而第5分区为 1.93km (图7-c)。由于城市经济发展和现代化交通条件的改变,江北城开始明显走向衰落。1993年起,市政府对江北城实施“规划冻结”[21]。《重庆市城市总体规划(1996-2020年)》延续83版规划,北部片区以观音桥(含新牌坊)为核心是4个城市副中心之一,集中布置市一级商贸、娱乐、办公、科技、文化和教育设施。总之,嘉陵江大桥及主干道路建设促进研究区城市发展中心的转移。

2.4 桥梁-道路建设对城市扩展点状与线状辐射分析

嘉陵江大桥和建新南路、建新北路位于第3分区,因而对该分区城市建设影响最大。1940~2009年第3分区建设用地空间分布如图8所示(图中线a为建设用地随距离增加累计比重;线b为建设用地在距离的实际面积)。可以看出:(1)1940年,第3分区城市用地 0.11km^2 ,1945年增加到约 0.41km^2 与其他分区相比,第3分区城市用地比重小。(2)1976年城市建设用地分布在距河岸 2.5km 内,1982年城市建设较1976年有较大增长,但仍然分布在距河岸 2.5km 内。说明此时第3分区在原城市建成区范围内进行填充式扩展。这表明桥梁-道路建设初期20a内,桥梁-道路对研究区城市扩展主要是点状辐射。(3)1992年第3分区城市建设用地向北扩展明显,城市用地达 4.64km^2 ,建成区边缘扩展至 4.4km 。这说明桥梁-道路建设对第3分区城市扩展影响在1982-1992年期间实现由点状辐射向线状辐射转变。1992-2009年期间,城市继续向北扩展。到2009年,第3分区基本上实现全域城市化。(4)1992-2009年城市空间分布与1976~1982年相比,没有明显的峰值,说明城市扩展空间分布较为均匀。

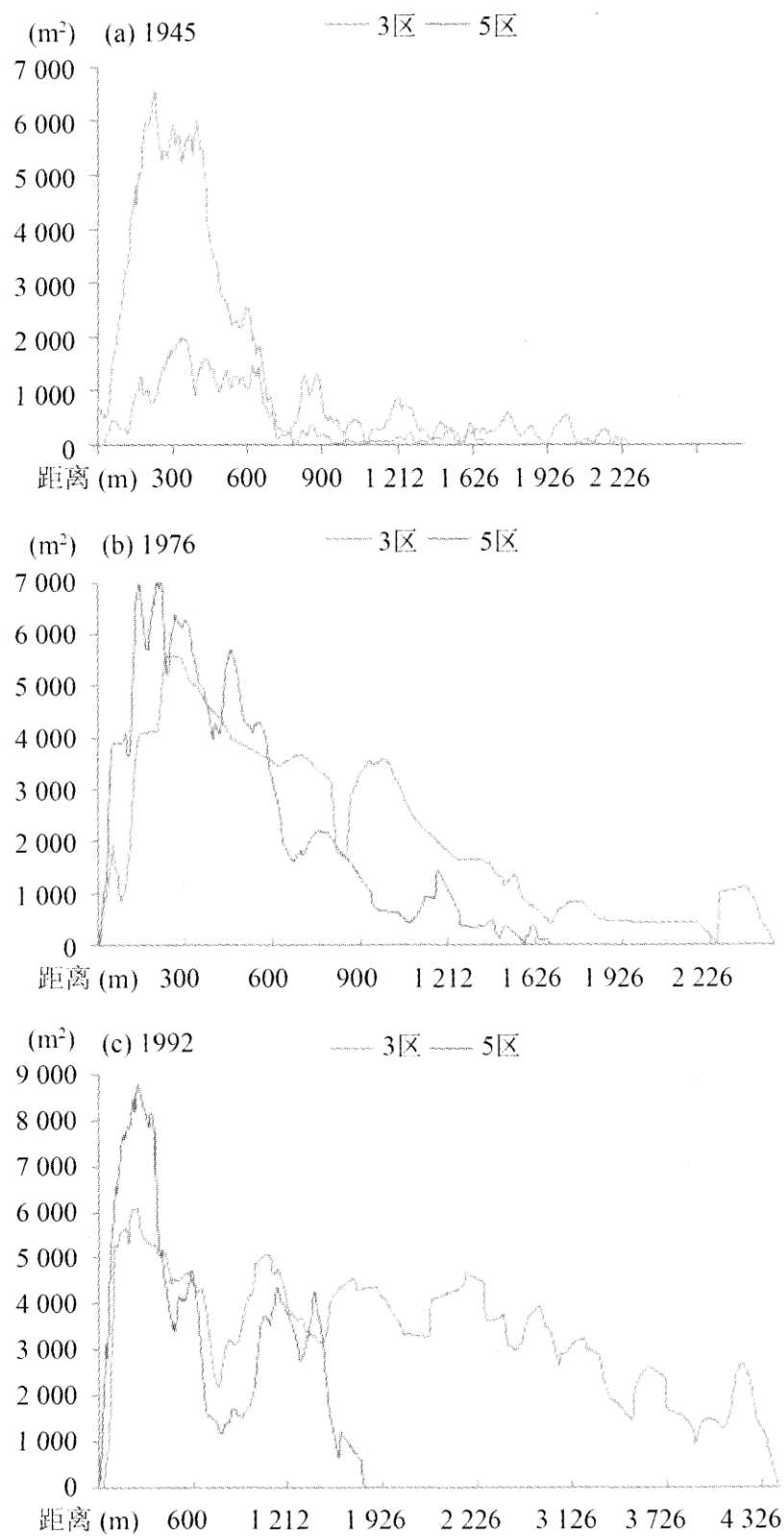


图 7 第3和第5分区不同时段城市扩展比较

Fig.7 Comparison Between Urban Land of 3 rd and 5 th in Different Years

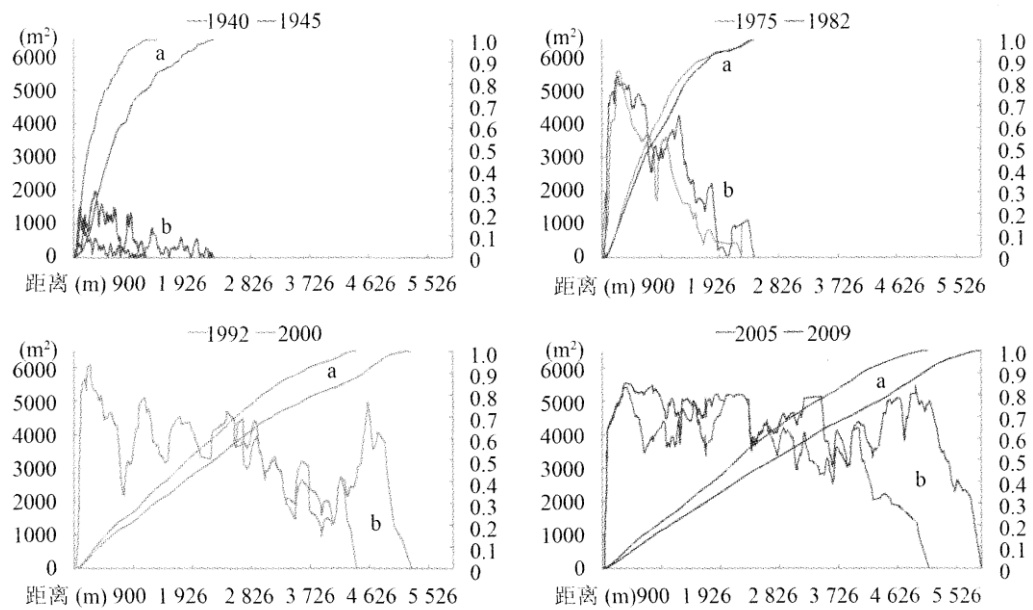


图8 第3分区不同时段城市建设用地空间分布
Fig.8 Urban Land Distribution of 3rd in Different Years

2.5 桥梁-道路建设对城市扩展环状辐射分析

嘉陵江大桥和道路建设使得第3分区成为研究区城市新核心，它与原中心江北城地区构成城市扩展“两极”。连接“两极”的建新东路成为第4分区第一条城市扩展带。1999年黄花园大桥建成通车，与嘉陵江大桥构成环状道路系统，红黄路-五红路成为第4分区第二条城市扩展带。因此，第4分区城市扩展轨迹可以反映桥梁-道路建设的环状辐射(图9)。可以看出：

(1) 1940年和1945年，受江北城地区辐射第4分区城市用地分别为 0.17 km^2 和 0.40 km^2 ，面积介于第5和第3分区之间。(2) 1976年，在建新东路带动下第4分区城市迅速扩张，主要限于距河岸 1.25 km 内。1982年较1976年向北有所扩展但增幅不大，表明建新东路对城市扩展的辐射限于道路两侧 600 m 内。(3) 1993年，红黄路建成通车带动沿线城市扩展，第4分区城市面积扩展至 2.06 km^2 ，城市扩展边界向北拓展至距河岸 2.8 km 。(4) 城市扩展过程中存在双峰或多峰结构。与其他分区城市扩展不同，第4分区有明显双峰结构，峰值在主干道路附近。如1993年峰值在 200 m 和 800 m 附近；2000年峰值出现在 200 m 和 1000 m 附近。峰值结构表明桥梁与道路耦合形成的环状效应带动城市扩展，本研究区环状道路对城市扩展影响范围在 $500\text{--}600\text{ m}$ 。

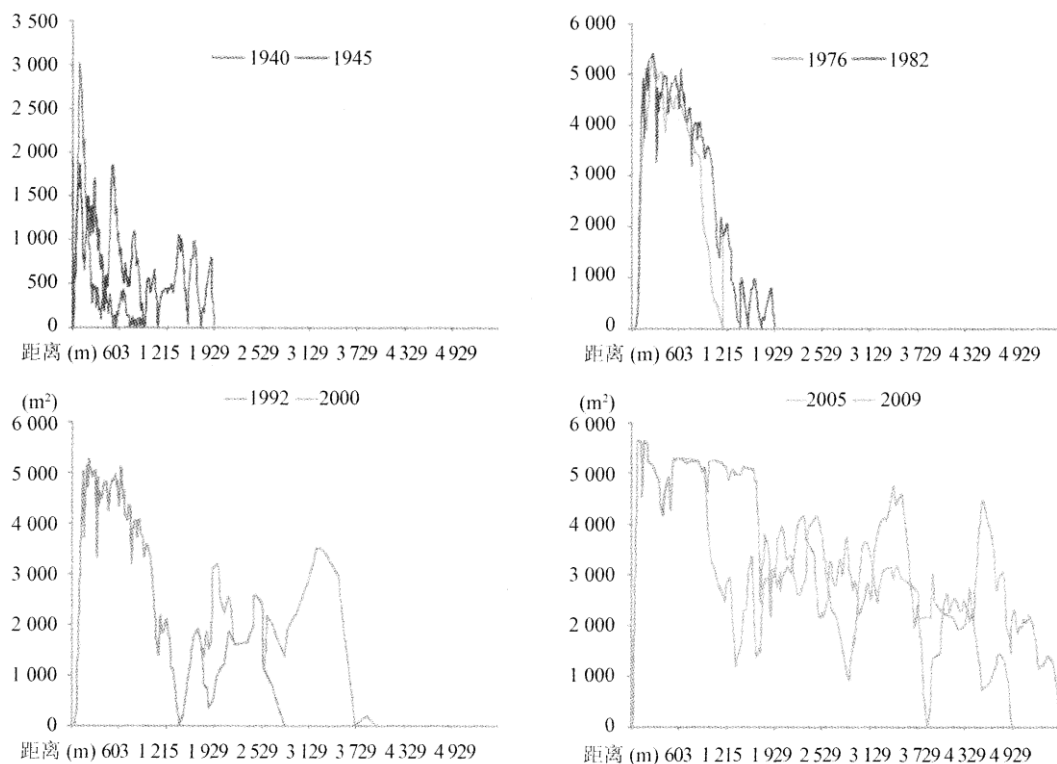


图9 第4分区不同时段城市建设用地空间分布
Fig.9 Urban Land Distribution of 4th in Different Years

3 结论与讨论

根据历史地图和遥感影像数据等资料,分析了重庆嘉陵江大桥、黄花园大桥及接驳道路建设对嘉陵江北岸地区城市扩展的影响。研究表明,桥梁和道路建设促进研究区城市迅速扩张,但对不同分区城市扩展影响有所不同:第3分区城市扩展反映了桥梁-道路对城市扩展的点状辐射和线状辐射,而第4分区城市扩展反映了桥梁-道路对城市扩展的环状辐射。具体结论如下:

(1) 在桥梁-道路建设前,研究区并没有高等级公路,交通体系落后于重庆主城区其他地区。

(2) 研究区无桥时代城市规模较小,城市扩展缓慢,用地主要分布在距河岸1.3km内;第5分区城市用地比重最大,是城市扩展核心;第3、4、5分区内部城市用地高度集中,尤其第5分区80%的建设用地分布在距河岸129-504m。

(3) 桥梁和道路建设促进研究区城市扩展中心由第5分区转移到第3分区;重庆市不同历史阶段的城市总体规划反映出第3分区逐步成为重庆市城市扩展的副中心,第5分区在1978~2002年间逐步衰落。

(4) 1966-1982年,第3分区城市扩展限于距河岸2.5km内,表明桥梁-道路对城市扩展的影响为点状辐射;1982-1992年间,第3分区城市建设用地向北扩展至距河岸4.4km,表明桥梁-道路建设对城市扩展影响由点状辐射向线状辐射转变;1992年以后,第3分区城市继续向纵深扩展,城市空间分布较为均匀。

(5) 第4分区位于两个城市增长极之间,其城市扩展轨迹表明桥梁-道路建设对城市扩展的环状辐射;第4分区具有明显的双峰结构,它反映了桥梁与道路耦合形成的环状效应带动城市扩展。

致谢：诚挚感谢中国科学院生态环境研究中心侯鹰助理研究员对本文修改提供的帮助！

参考文献：

- [1] AYAZLI IE , KILICF , LAUFS , et al . Simulating urban growth driven by transportation networks : a case study of the Istanbul third bridge [J] . Land Use Policy , 2015 , 49 : 332 — 340 .
- [2] DURANTONG , TURNER M A . Urban growth and transportation [J] . The Review of Economic Studies , 2012 , 79 (4) : 1407 — 1440 .
- [3] ALJOUFIEM , zUIDGEESTM , BRUSSELM , et al . Spatial — temporal analysis of urban growth and transportation in Jeddah City , Saudi Arabia [J] . Cities , 2013 , 31 : 57 — 68 .
- [4] CERVERO R . Road expansion , urban growth , and induced travel : a path analysis [J] . Journal of the American Planning Association , 2003 : 69 (2) : 145 — 163 .
- [5] GLAESER EL , KAHN M E . Sprawl and urban growth [J] . Handbook of Regional and Urban Economics , 2004 , 4 : 2481 — 2527 .
- [6] 曹小曙 , 李涛 , 杨文越 , 等 . 基于陆路交通的丝绸之路经济带可达性与城市空间联系 [J] . 地理科学进展 , 2015 , 34 (6) : 657 — 664 .
- [7] 张颖瀚 , 孟静 . 交通条件引导下的长江三角洲城市空间格局演化 [J] . 江海学刊 , 2007 (1) : 76 — 80 .
- [8] 余长坤 . 交通运输对城市空间扩展的影响机理和实证研究 — 以郑州市为例 [D] . 杭州 : 浙江大学博士学位论文 , 2010 .
- [9] 毛蒋兴 , 问小培 . 城市交通系统与城市空间格局互动影响研究 — 以广州为例 [J] . 城市规划 , 2005 , 29 (5) : 45 并 9 .
- [10] 徐磊 . 城市空间与城市交通关系的分析与研究 — 以天津市为例 [C] // 综合轨道交通体系学术沙龙论文集 . 广州 : 中国科学技术协会 , 2015 : 5 .
- [11] CHAUDHURIG , CLARKE K C . The SLEUTH land use change model : a review [J] . The International Journal of Environmental Resources Research , 2013 , 1 (1) : 88 — 105 .
- [12] 邓婧 , 唐文武 , 刘润润 , 等 . FuTuRES : 一种新型区域城市增长模型 [J] . 地理科学进展 , 2013 , 32 (1) : 41 并 8 .
- [13] 刘翠玲 , 龙赢 . 京津冀地区城镇空间扩张模拟与分析 [J] . 地理科学进展 , 2015 , 34 (2) : 217 — 228 .
- [14] 罗瑾 , 刘勇 , 岳文泽 , 等 . 山地城市空间结构演变特征 : 从沿河谷扩展到多中心组团式扩散 [J] . 经济地理 , 2013 , 33 (2) : 61 — 67 .

-
- [15] 杨春侠. 促进桥梁与城市的“协同发展”——突破滨水区“城桥设计脱节”的困境 [J]. 城市规划, 2014, 38 (4) : 58 — 64 .
- [16] 王俭林. 重庆市桥梁情况简介 [EB / OL]. (20 15 — 08 — 10) 12016 — 05 — 26]. [http : / / www . cqrb . cn / caijing / chanjingredian / 2015 — 08 — 10 / 396998 . html](http://www.cqrb.cn/caijing/chanjingredian/2015-08-10/396998.html) .
- [17] 施坚雅. 中华帝国晚期的城市 [M]. 叶光庭, 译. 北京: 中华书局, 2000 : 9 1 .
- [18] 《重庆历史地图集》 编纂委员会. 重庆历史地图集—第一卷—古地图 [M]. 北京: 中国地图出版社, 2013 : 108 .
- [19] 赵耀. 《陪都十年建设计划草案》 之研究! D]. 重庆: 重庆大学硕士学位论文, 2014 : 79 •
- [20] 重庆市地方志编纂委员会. 重庆年鉴 [M]. 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1987 : 244 .
- [21] 启万泰, 王力国. 1949 年以来的重庆城市化进程与城市规划演变——兼谈城市意象转变 [C]. 刀转型与重构——2011 中国城市规划年会论文集. 南京: 中国城市规划学会, 2011 : 15.