

轨道交通站域职住空间变化特征分析：深圳市的实证研究*

张 艳 罗永杰 朱潇冰 杨培霖 辜智慧

提 要 重大交通基础设施的建设会影响城市要素的分布进而重塑城市空间格局。以深圳为实证案例，分析了轨道交通站域职住空间变化特征。研究发现：从2009年到2015年，深圳轨道交通站域范围的职住空间发生了巨大变化，居住和就业的总量及开发密度均大幅增加，居住主要表现为商品房的增长，就业主要表现为非工业类就业的增长；但不同区位的站点职住空间变化特征不同，中心区站点以就业建筑的增长为主，平均增量显著高于近郊区站点；而近郊区站点以居住建筑的增长为主，平均增量显著高于中心区站点；相应的，中心区站点的职居比大幅上升，近郊区站点的职居比出现显著下降。研究认为：轨道交通带来了可达性的提升，加强了中心区与近郊区的职住联系，但也促进了职住空间的分离；中心区对于就业的强大集聚效应不利于非中心地区形成具有“反磁力”效应的就业次中心。在未来的发展中，需要考虑强有力的配套政策鼓励就业在近郊区和外围区站点的集聚。

关键词 轨道交通；站域；职住空间；深圳市

The Jobs-Housing Spacial Change in the Catchment Areas of Rail Transit Stations: A Case Study of Shenzhen City

ZHANG Yan, LUO Yongjie, ZHU Xiaobing, YANG Peilin, GU Zhihui

Abstract: The development of rail transit is generally believed to affect the distribution of urban land use and reshape the urban spatial pattern. This paper, taking Shenzhen as an empirical case, analyzes the characteristics of the jobs-housing spacial change from 2009 to 2015 in the catchment areas around the rail transit stations. It is found that: ① the catchment areas have undergone tremendous changes as the total amount of jobs-housing space and development density have increased significantly; ② the most notable changes are the growth of space for commercial housing and for non-manufacturing employment. ③ the growth of jobs has concentrated around the stations in the central area, while the growth of housing has concentrated around the stations in the inner-suburb area. As a result, the jobs-housing ratio of the stations in the central area has risen sharply, while that of the stations in the suburbs has dropped significantly. It is argued that rail transit has not only significantly improved the accessibility and strengthened the relationship between the central area and the suburbs, but also encourages the separation between housing space and employment space. The strong attractiveness of the central area for employment makes it difficult for non-central areas to form employment sub-centers with "anti-magnetic" effects. In future development, it is necessary to design policies to promote the concentration of jobs in the suburban and peripheral areas.

Keywords: rail transit; catchment area; jobs-housing space; Shenzhen city

中图分类号 TU984 文献标识码 A
DOI 10.16361/j.upf.202003005
文章编号 1000-3363(2020)03-0048-09

作者简介

张 艳，深圳大学建筑与城市规划学院，副教授，zhan607@126.com
罗永杰，深圳大学建筑与城市规划学院城市规划系，硕士研究生
朱潇冰，深圳大学建筑与城市规划学院城市规划系，硕士研究生
杨培霖，深圳大学建筑与城市规划学院城市规划系，硕士研究生
辜智慧，深圳大学建筑与城市规划学院，副教授，通讯作者，gzh@szu.edu.cn

交通与土地使用的关系一直是城市规划领域的热点话题。尤其是在1980年后，随着资源环境问题凸显，可持续发展、精明增长、TOD开发（CALTHORPE P, 1993; CERVERO R, 等, 2004）等概念的提出，加强轨道交通与土地使用互动的观点被广泛认可并在各地得到实施。相应的，大量的研究关注轨道交通沿线的土地使用变化，以了解轨道交通如何影响城市的开发进而改变城市的结构与形态。比如R. Cervero, J. Landis (1997) 考察了加州湾区捷运系统影响下土地使用从1970到1990年20年间的变化，发现与轨道交通相关的土地使用变化呈现出较为地方化的特征，主要集中在中心区的旧金山和奥克兰以及部分郊区站点，其他站点的变化不明显；S. Bhattacharjee, A. R. Goetz (2016) 考察了丹佛大都市区轨道交通走廊从2000到2010年10年间的土地使用变化，发现轨道交通附近商业的新增非常显著，多户住宅的新增也比较明

* 国家自然科学基金面上资助项目“基于复杂自适应系统理论的城市职住空间与公共交通体系耦合机制研究”（项目编号：51778366）

显,但与远端站点的区域差异不大,独栋住宅的新增则明显分布于远离轨道交通的区域。

在中国,各大城市当前呈现高密度的开发态势,在“优先发展公共交通”的原则引导下,许多城市的轨道交通规划建设进入快速发展阶段。轨道交通不仅缓解了城市的交通拥堵问题,也被认为在改变通勤可达性进而重构职住空间格局方面扮演着重要的作用(张纯,等,2016;张艳,等,2018;申犁帆,等,2019)。目前,大量的研究关注如何实施轨道交通站域的TOD开发(金鑫,等,2011;史懿亭,等,2014;刘泉,2018),以及站域土地使用与轨道交通客流的相关性(马晓磊,等,2017;吕帝江,等,2019;李国强,等,2019),而关注轨道交通站域职住空间变化的研究较少。这可能与轨道交通建设本身在国内的起步相对较晚,加之相关的历时性数据较难获得有关。张纯等(2016)基于乡镇街道为基本空间单元的人口普查数据、经济单位普查数据分析了轨道交通带动下的北京城市形态演变趋势,但并未在轨道交通站域尺度进行更精细化的分析。Wang等(2019)分析了2008—2014年间深圳市轨道交通沿线的用地变化特征,但主要关注的是土地使用的密度变化,并未展示轨道交通沿线不同的用地功能的变化差异。

本文以中国特大城市深圳为研究对象,基于2009年和2015年的建筑普查数据,并将不同的功能进一步分类为就业空间与居住空间,分析6年间深圳市轨道交通站域的职住空间变化特征。研究选择的这两个年份分别为深圳轨道交

通一期工程全部投入运行3年后和轨道交通二期工程全部投入运行4年后(表1),轨道交通对土地使用的影 响逐步显现,因而具有较强的可比性。

1 研究设计

1.1 研究对象

深圳被称为“基本按照规划建设 的城市”,自特区成立后,空间发展从罗湖、蛇口、沙头角三个“据点”起步,经历了原特区关内罗湖区、福田区、南山区逐步从西到东推进开发的拓展过程;1992年“撤县改区”后,宝安、龙华、龙岗等原特区关外地区也纳入城市建设拓展范围(赵燕菁,2004;邹兵,2017)。

深圳市于1996年开始建设轨道交通,轨道交通一期工程于2006年完成全部站点的开通运营,由穿越城市中心区域、串联原特区关内三大行政区的1号线东段和位于福田中心区的垂直线4号线南段组成;2011年轨道交通二期工程正式运营,由延伸至原特区关外宝安区的1号线西延线、与1号线几乎并行于

中心区的2号线、联系原特区关内与关外龙岗区的3号线、延伸至原特区关外龙华区的4号线北延线、以及城市轨道交通环线5号线组成(谭国威,宗传苓,2013)。至此,深圳市轨道交通网络形成以两条横向线路为主,向外形成三条辐射线,并经由环线横向串联的轨网结构(表1,图1)。

综合深圳的各行政区边界、空间拓展历程、轨道交通线路的建设分期、与城市中心的空间距离以及自然地形等要素,将整个研究区域分为三个空间层次(图2)。

(1)中心区。主要为原特区关内区域南侧,包括福田区、罗湖区南部和南山区南部,东西两侧各至罗湖区行政边界和南山区行政边界,北侧至福田区行政边界。深圳地铁一期工程将该区域横向串联。

(2)近郊区。从中心区向外拓展大约10km。该区域除包括原特区关内南山区和罗湖区的北部范围之外,还包括了原特区关外宝安区、龙华区和龙岗区三个行政区紧邻关内部分的空间范围,城

表1 深圳轨道交通一期工程和二期工程一览

Tab.1 The first and second phases of the rail transit network in Shenzhen

	线路名称	开通时间
轨道交通 一期工程	1号线东段(罗湖站—世界之窗站)	2006年开通运营
	4号线南段(福田口岸站—少年宫站)	2006年开通运营
轨道交通 二期工程	1号线西延线(世界之窗站—机场东站)	2009年开通世界之窗站—深大站;2010年开通深大站—西乡站;2011年开通固戍站—机场东站
	2号线(赤湾站—新秀站)	2010年开通赤湾站—世界之窗站;2011年开通世界之窗—新秀站
	3号线(双龙站—益田站)	2010年双龙站—草埔站;2011年开通草埔站—益田站
	4号线北延线(少年宫站—清湖站)	2011年开通
	5号线(赤湾站—黄贝岭站)	2011年开通

资料来源:作者根据相关资料整理。



图1 2009年和2015年深圳市的地铁线路图示意
Fig.1 Rail transit network of 2009 and 2015 in Shenzhen
资料来源:作者自绘。

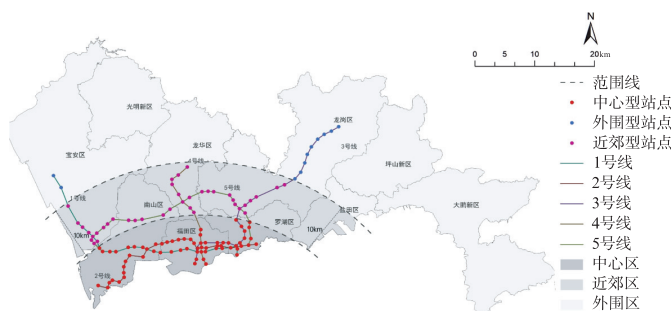


图2 三个空间层次示意
Fig.2 The three sub-regions
资料来源:作者自绘。

表2 分区域站点数量

Tab.2 Number of stations in different sub-regions

	中心区 站点	近郊区 站点	外围区 站点	合计
站点数量(个)	68	39	11	118
占比(%)	57.7	33.0	9.3	100

资料来源：作者统计整理。

市轨道环线5号线从这一区域横向穿越，将三条辐射线路串联起来。

(3) 外围区。除中心区和近郊区以外的其他区域，该区域仅有1号线和3号线的末端提供有限的轨道交通服务。

2015年一共有轨道交通站点118个，其中位于中心区的68个，位于近郊区的39个，位于外围区的11个(表2)。

1.2 站域范围

城市轨道交通和土地利用的互动通常发生在一定的区域，即“站域”范围，这个范围的划分大部分基于站点的步行可达，一般会形成几个明显分档，如400m、500m、600m、700m、800m和1000m(刘泉，2019)。北美学者多采用800m(GUERRA E, 等, 2012; CHATMAN D G, 2013)，欧洲学者多采用700m(VALE D S, 2015; 王亚洁, 2018)。国内一些研究以步行速度4km/h进行测算，提出按步行10min的距离计，约为600m左右(AN D, 等, 2019)，也有研究者取500m(潘海啸, 任春洋, 2005)和800m(吕帝江, 等, 2019)。参考既有研究的取值，考虑到国内轨道交通除了步行接驳之外，还存在大量与公共交通支线接驳的实际情况，本研究取500m和1000m两个尺度界定站域，来测度该范围内的职住空间变化。

研究以站点为中心分别进行500m缓冲区和1000m缓冲区分析，并通过泰森多边形解决站点密集地区缓冲区互相重叠的问题。

1.3 数据来源及处理

本研究的数据源主要为深圳市规划和国土资源委员会的年度专项建筑普查数据，分为2009年和2015年两个年份。根据建筑普查数据的属性信息，对不同建筑类型进行分类统计(表3)。其中，

居住类建筑包括商品房和城中村两大类；就业类建筑分为非工业类和工业类两大类；剩余为其他，不列入职住空间类型。两个年份各类建筑数据的统计均按照2015年的站域范围。

2 研究发现

2.1 总体变化特征

2.1.1 站域居住空间与就业空间总量均呈增长态势，容积率整体大幅增加

统计表明：从2009年到2015年，轨道交通站域的职住空间规模发生了巨大的变化。500m范围内，全部站域的建筑开发总量增长了33.28%，其中，居住类建筑增长34.63%，就业类建筑增长41.28%；1000m范围内，全部站域的建筑开发总量增长了35.81%，其中，居住类建筑增长35.60%，就业类建筑增长44.38%。相应的，站域500m范围容积

率从1.50增至2.00；站域1000m范围容积率从1.10增至1.49。配对双样本t检验表明：无论500m还是1000m站域，建筑总开发量、居住类建筑、就业类建筑以及容积率的站均增加量的显著性水平平均达到0.0001(表4)。

2.1.2 居住主要表现为商品房的增长，就业主要表现为非工业类就业的增长

从站域周边具体功能类型的总量增长来看，无论500m还是1000m站域，居住的增长主要表现为商品房的增长；而城中村的增幅极小；就业的增长主要表现为行政办公、公共设施、商业等非工业类型的增长，而工业类则呈下降趋势(图3)。

比较轨道交通站域开发量的增速与全市的增速，可以发现大体趋势一致。轨道交通站域的增速略低，可能与两个方面的原因有关：①相比城市其他地域，轨道交通站域本身已经具有较高的

表3 基于建筑属性数据的职住空间分类

Tab.3 Jobs-housing space classification based on building function data

居住类建筑		就业类建筑					其他
商品房	城中村	非工业类			工业类		除前述分类的其他
		办公	公共配套	商业	交通	工业	

资料来源：作者整理。

表4 轨道交通站域开发量与容积率的站均变化与显著性

Tab.4 Average change of jobs-housing space and FAR per station and its significance in the two catchment areas

所有站点	500m		1000m	
	2009—2015年 站均增量	显著性水平 (P-Value)	2009—2015年 站均增量	显著性水平 (P-Value)
土地利用(Land use)				
建筑总量(万m ²)	37.08	0.0001***	79.38	0.0001***
居住类建筑(万m ²)	24.93	0.0001***	53.54	0.0001***
就业类建筑(万m ²)	14.73	0.0001***	29.15	0.0001***
容积率	0.50	0.0001***	0.39	0.0001***

显著性水平：0.05*；0.01**；0.001***

注：因建筑总量数值包含了未计入职住空间的“其他”类建筑，故不等于居住类建筑与就业类建筑之和。

资料来源：作者统计整理。

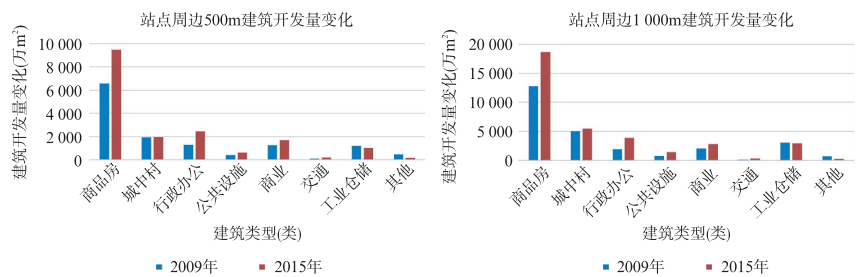


图3 2009—2015年间站域500m、1000m建筑开发量变化

Fig.3 Jobs-housing space change from 2009 to 2015 in the catchment areas

资料来源：作者自绘。

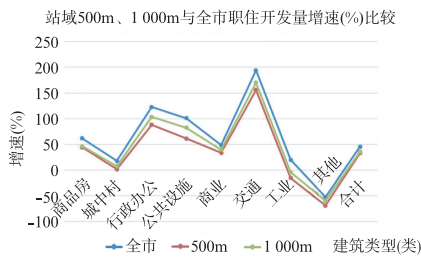


图4 站域500m、1000m开发量增速及与全市的比较 (%)

Fig.4 The growth rate of the total floor area of jobs-housing functions in different catchment areas compared with the whole city

资料来源：作者自绘。

容积率；②轨道交通站域的空间范围是固定的，而全市范围不仅存在容积率的提升还存在建设用地的空间扩张。从绝对量上看，与轨道交通站域工业建筑量出现减少不同，全市的工业建筑量仍呈增长态势（图4）。

从站域用地构成看，居住的比例占绝大部分。从2009—2015年间，两个站域尺度内，商品房的占比都出现了较大的提升（图5）。

进一步采用配对双样本t检验比较所有站点不同类型的建筑量变化，结果表明：①在500m站域和1000m站域，商品房、行政办公、公共设施、商业等建筑类型均发生了显著的变化，显著性水平达0.000 1；②城中村、交通及工业的显著性变化略有不同。500m站域城中村的增加量较低，无显著性变化，在1000m范围内增加量显著，但显著性水平较弱（0.032 8）。交通建筑量方面，500m站域的增加量显著性水平略低于1000m站域的增加量。工业建筑量在500m站域显著减少，显著性水平为0.000 6，而在1000m站域变化不显著（表5）。

2.2 分区域的变化差异

2.2.1 中心区站点以就业建筑的增长为主，近郊区站点以居住建筑的增长为主，近郊区站点的平均建筑增量最大

无论中心区、近郊区还是外郊区，绝大部分的站点容积率呈现增加。500m站域，容积率减少的站点14个，占全部站点的11.8%；1000m站域，容积率减少的站点7个，占全部站点的5.9%（图6）。

从总量上看，中心区站点的总建筑

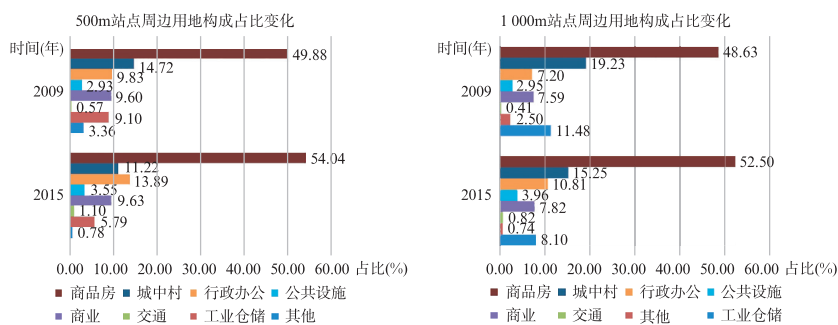


图5 站域区域功能构成变化

Fig.5 Functional changes in the catchment areas

资料来源：作者自绘。

表5 轨道交通站域不同类型开发站均增量的配对双样本t检验

Tab.5 Paired two-sample t-test for the total floor area change of different functions per station in the two catchment areas

		500m		1000m	
		2009—2015年站均增量(万㎡)	显著性水平(P-Value)	2009—2015年站均增量(万㎡)	显著性水平(P-Value)
居住类	商品房	24.67	0.000 1***	50.25	0.000 1***
	城中村	0.26	0.758 7	3.29	0.032 8*
就业类	行政办公	9.67	0.000 1***	16.56	0.000 1***
	公共设施	2.00	0.000 1***	5.39	0.000 1***
	商业	3.60	0.000 5***	6.70	0.000 1***
	交通	1.00	0.003 2**	1.56	0.001 0***
	工业	-1.48	0.000 6***	-1.23	0.205 4

显著性水平：0.05*；0.01**；0.001***

资料来源：作者统计整理。

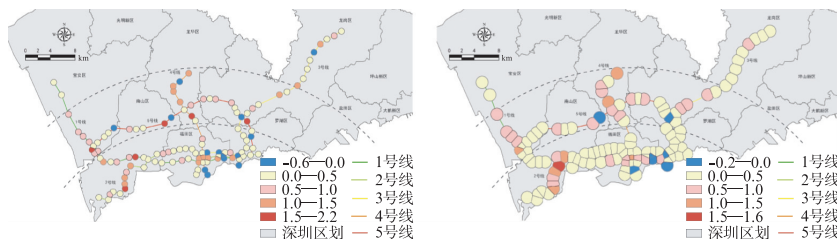


图6 各站域500m和1000m范围容积率变化示意

Fig.6 The FAR change in different station catchment areas

资料来源：作者自绘。

表6 500m和1000m站域的三个空间层次总建筑量变化情况

Tab.6 Total floor area change of two catchment areas in the three sub-regions

		中心区站点	近郊区站点	外郊区站点	合计
500m	增量(万㎡)	2 117.21	1 872.90	385.51	4 375.62
	增幅(%)	24.2	53.7	42.8	33.3
1000m	增量(万㎡)	3 991.62	4 518.05	857.05	9 366.72
	增幅(%)	26.8	52.7	31.9	35.8

资料来源：作者统计整理。

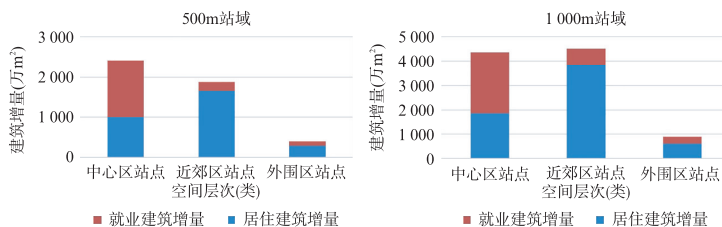


图7 三个空间层次建筑增量的任职构成比较

Fig.7 Jobs-housing structure of building increment in the three sub-regions

资料来源：作者自绘。

表7 分站域建筑总量变化的方差分析

Tab.7 Variance analysis of total floor area changes of two catchment areas

站域	自由度	F 值	显著性水平 (p-value)
500m	117	2.392 2	0.096 0
1 000m	117	7.846 5	0.000 6***

显著性水平：0.05*；0.01**；0.001***

资料来源：作者统计整理。

表8 分站域居住变化的方差分析

Tab.8 Variance analysis of housing change of two catchment areas

站域	自由度	F 值	显著性水平 (p-value)
500m	117	8.217 1	0.000 5***
1 000m	117	22.302 6	0.000 1***

显著性水平：0.05*；0.01**；0.001***

资料来源：作者统计整理。

量增幅最小，但绝对量较大，以就业建筑的增长为主；近郊区站点的总建筑量增幅最大，绝对量也较大，但以居住建筑的增长为主；外围区站点的总建筑量增幅快于中心区次于近郊区，但绝对量很小，以居住建筑的增长为主（表6，图7）。

从变化箱图看，无论500m还是1 000m站域，近郊区站点的平均增量最大（图8）。方差分析的结果显示，三个空间层次500m站域的建筑总增量并无显著差异，在1 000m站域有显著差异，显著性水平为0.000 6（表7）。

2.2.2 近郊区站点的居住建筑平均增量最大，且显著高于中心区站点

就居住而言，大部分站点的居住建筑量出现了增长，小部分站点居住建筑量呈减少趋势，居住出现减少的站点主要位于中心区。500m和1 000m站域范围内，中心区分别有20和12个站点出现居住的减少（图9）。

从分空间区域的居住建筑量变化箱图看，无论500m还是1 000m站域，近郊区站点的居住平均增量最大（图10）。这与前述总建筑量变化呈现的区位差异一致。

方差分析结果表明：三个空间层次在500m和1 000m站域的居住建筑量均存在着显著差异，显著性水平分别为0.000 5和0.000 1（表8）。进一步两两比较，可以看到中心区站点和近郊区站

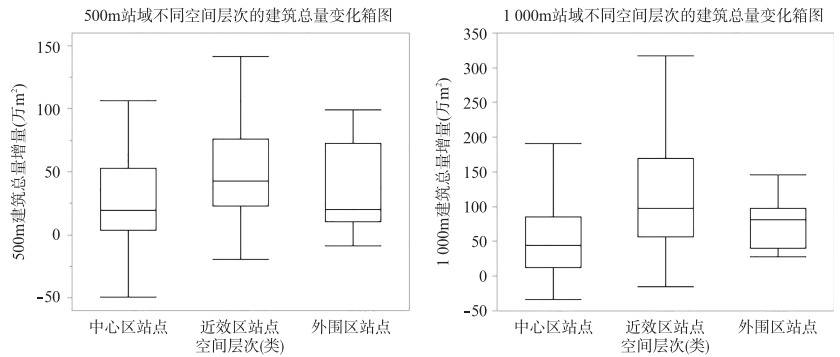


图8 500m、1 000m站域的三个空间层次建筑总量变化箱图

Fig.8 Box plot of total floor areas change of two catchment areas in the three sub-regions

资料来源：作者自绘。

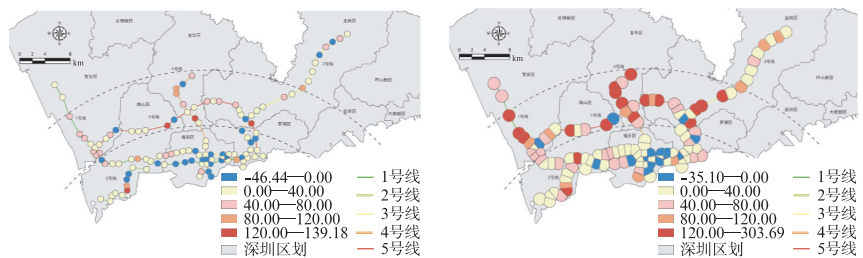


图9 500m和1 000m站域居住建筑量变化情况

Fig.9 The housing change of two station catchment areas

资料来源：作者自绘。

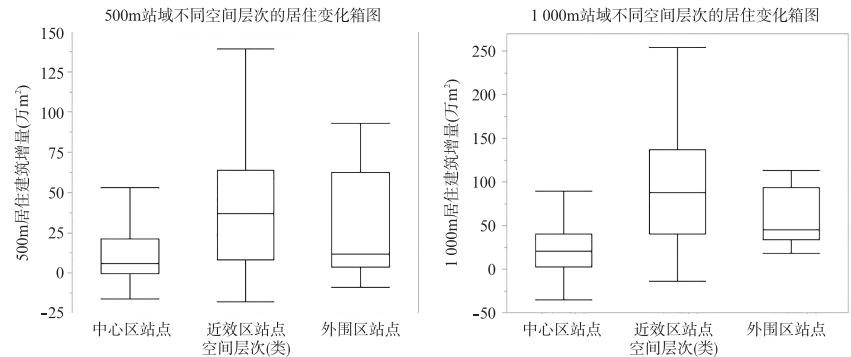


图10 500m、1 000m站域的三个空间层次居住变化箱图

Fig.10 Box plot of housing change of two catchment areas in the three sub-regions

资料来源：作者自绘。

表9 分区域居住变化的两两比较

Tab.9 Pairwise comparison of housing change in the three sub-regions

	500m		1 000m	
	2009—2015年站均增量 差异(万m²)	显著性水平 (p-value)	2009—2015年站均增量 差异(万m²)	显著性水平 (p-value)
中心区——近郊区	-27.60	0.000 1***	-71.07	0.000 1***
近郊区——外围区	16.16	0.165 4	42.87	0.019 5*
中心区——外围区	-11.44	0.301 5	-28.20	0.104 2

显著性水平：0.05*；0.01**；0.001***

资料来源：作者统计整理。

点的居住建筑增加量存在着显著差异，近郊区站点的居住建筑增量显著高于中心区站点（表9）。

2.2.3 中心区站点的就业建筑平均增量最大，且显著高于近郊区站点

就就业而言，大部分站点的就业建

筑量出现了增长,小部分站点就业建筑量呈减少趋势,但与居住的情况不同,500m站域就业出现减少的站点主要位于近郊区,1 000m站域就业出现减少的站点主要位于中心区和近郊区(图11)。

从分空间区域的就业建筑量变化箱图看,无论500m范围还是1 000m范围,近郊区站点的就业平均增量最小,变化差异也较小(图12)。

方差分析结果表明,500m站域就业建筑增加量存在显著差异,1 000m站域就业建筑增加量不存在显著差异(表10)。两两比较显示,500m站域的中心区站点和近郊区站点间存在显著差异,中心区站点的就业建筑增加量显著高于近郊区站点(表11)。

2.2.4 中心区站点的职居比大幅上升,近郊区站点的职居比显著下降,外围区站点的职居比小幅上升

为了进一步了解职住相关关系的变化,将就业建筑量和居住建筑量转换为就业人口和居住人口进行分析,得到不同空间范围的站域的职居比^①及其变化(表12)。可以发现,总体上中心区站域的职居比显著高于近郊区和外围区站点,近郊区与外围区站域的职居比水平大体相当。由此不难推测,中心区不仅仅是中心区居民的就业区,同时也为近郊区和外围区的居民提供就业岗位。2009—2015年间,中心区站点的职居比出现大幅上升,而近郊区站点的职居比显著下降,外围区站点的职居比呈现小幅上升。这也意味着,近郊区对中心区就业的依赖性进一步加深,出现更多的“工作在中心区、居住在近郊区”的现象。

3 讨论:轨道交通影响下的城市职住变化

3.1 中心区与近郊区职住依赖程度加深

轨道交通站域是可达性较高的地区,较高的可达性也意味着较高的经济价值以及对人口与就业的强大吸引力。从深圳全市范围看,建筑分布向轨道交通走廊集聚的趋势较为显著(图13)。2015年,轨道交通1 000m站域仅约占全市建设用地比例的1/3,但该范围内承

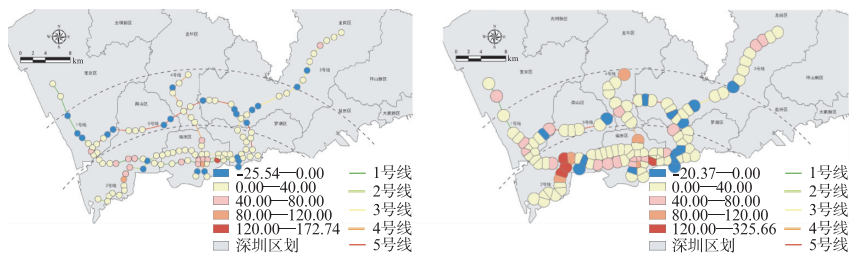


图11 500m和1 000m站域就业建筑量变化情况
Fig.11 The employment change of the two station catchment areas
资料来源:作者自绘。

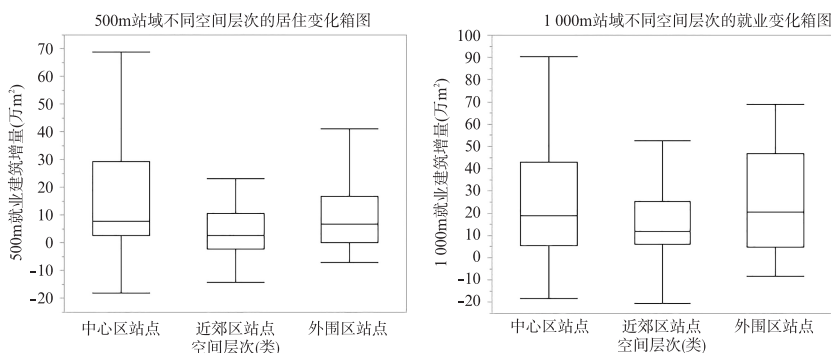


图12 500m、1 000m站域的三个空间层次就业变化箱图
Fig.12 Box plot of employment change of the two catchment areas in the three sub-regions
资料来源:作者自绘。

表10 分站域就业变化的方差分析

Tab.10 Variance analysis of employment change of the two catchment areas

站域	自由度	F值	显著性水平(p-value)
500m	117	4.451 6	0.013 7*
1 000m	117	2.172 8	0.118 5

显著性水平: 0.05*; 0.01**; 0.001***
资料来源:作者统计整理。

表11 分区域就业变化的两两比较

Tab.11 Pairwise comparison of employment change in the three sub-regions

区域 建筑总量	500m		1 000m	
	2009—2015年站均增量 差异(万m²)	显著性水平 (p-value)	2009—2015年站均增量 差异(万m²)	显著性水平 (p-value)
中心区—近郊区	14.95	0.004 5***	19.19	0.042 0*
近郊区—外围区	-3.78	0.666 0	-7.17	0.652 0
中心区—外围区	11.17	0.183 3	12.02	0.427 6

显著性水平: 0.05*; 0.01**; 0.001***
资料来源:作者统计整理。

表12 500m、1 000m站域职居比变化情况

Tab.12 Jobs-housing ratio change of the two catchment areas

		站域500m		站域1 000m	
		职住比	职居比变化(%)	职居比	职居比变化(%)
中心区	2009	0.72	40.3	0.58	43.1
	2015	1.01		0.83	
近郊区	2009	0.43	-23.3	0.40	-15.0
	2015	0.33		0.34	
外围区	2009	0.39	7.7	0.34	8.8
	2015	0.42		0.37	

资料来源:作者统计整理。

载了全市非工业类就业建筑的55.02%和全市商品房建筑的44.96%（表13）。因此，分析轨道交通站域的职住空间变化特征，有助于从侧面了解深圳全市的职住空间结构。

从2009年到2015年间轨道交通站域的变化来看，500m和1 000m两个站域范围的大体趋势特征相同，均表现为总体的开发密度大幅增加，居住的增长以商品房为主，就业的增长以非工业类建筑增长为主；而相比非工业类就业的持续增长，占地面积大而产出效率相对偏低的工业类开发呈现减少的趋势，这些特征符合级差地租的规律。分空间层次来看，中心区站点和近郊区站点呈现出较大的职住变化差异：中心区站点以就业建筑的增长为主，近郊区站点以居住建筑的增长为主；近郊区站点的居住建筑平均增量显著高于中心区站点，而中心区站点的就业建筑平均增量显著高于近郊区站点，由此加深了这两个空间层次的职住相互依赖。周维等（2019）针对深圳市轨道交通2015年的客流特征分析也显示，中心区的各组团形成了各自对应的通勤腹地范围，形成中心与近郊的通勤客流走廊（图14）。

然而，尽管轨道交通为中心区与近郊区的职住联系提供了便利，但不可否认的是，这也意味着职住的空间分离与通勤距离的加大。相比之下，由于空间距离的原因，外围区站点受到的影响较小，职住关系的改变也相对较小。根据深圳市2015年深圳通刷卡记录得到轨道交通沿线各站点的客流分布情况，可以

发现，客流量较高的站点主要集中在中心区和近郊区，外围区站点的客流量相对较低（图15），一定程度说明外围区对于中心区的依赖程度较近郊区低。但可以预见，随着近郊区站点附近的开发逐步饱和，外围区站域也将逐步被纳入到中心区的腹地范围，成为新的“卧城”，进一步加剧职住分离。

3.2 需要出台差异化的促进职住混合的政策

随着城市交通拥堵问题的日益严峻，许多城市希望通过增加交通基础设施的投资来解决这一问题。但同时，越来越多的研究表明，职住空间关系在很大程度上决定了城市内部总体的通勤距离和交通发生量（GIULIANO G, 1991；BLU-

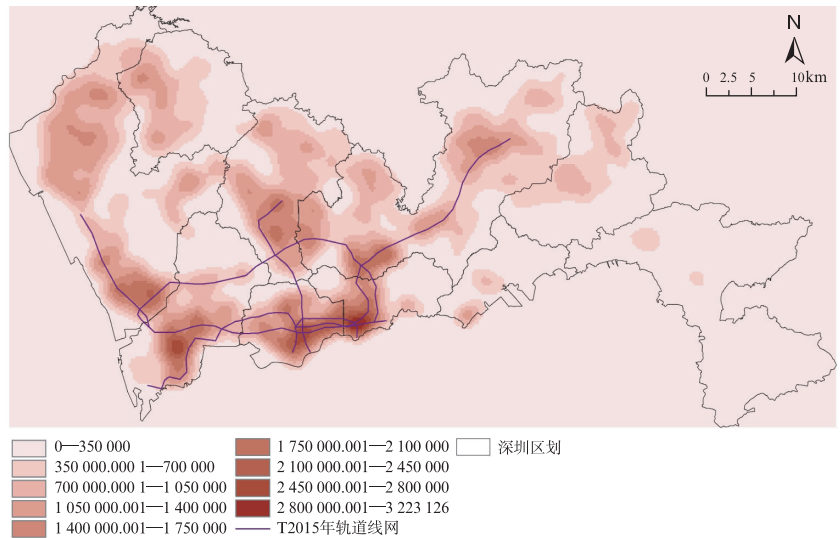


图13 2015年深圳市总建筑量核密度图

Fig.13 Total floor area kernel density in Shenzhen, 2015

资料来源：作者自绘。

表13 2015年轨道交通站域1 000m范围职住空间占全市的比例

Tab.13 The jobs-housing amount of 1km catchment area as a proportion of the city, 2015

	就业类建筑			居住类建筑		
	非工业类	工业类	小计	商品房	城中村	小计
全市(万㎡)	15 110.9	26 598.73	41 709.63	41 477.35	21 265.16	62 742.51
轨道交通1 000m站域(万㎡)	8 314.35	2 877.47	11 191.82	18 647.99	5 417.26	24 065.24
轨道交通站域占全市比例(%)	55.02	10.82	26.80	44.96	25.47	38.36

资料来源：作者统计整理。

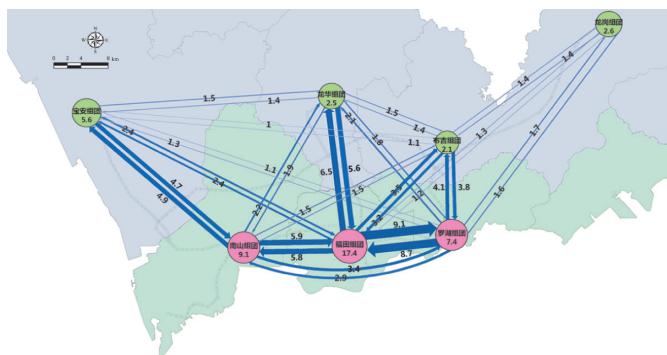


图14 中心区各组团及其通勤腹地（万人次）

Fig.14 Central district jobs centers and commuting hinterlands

资料来源：周维等，2019。

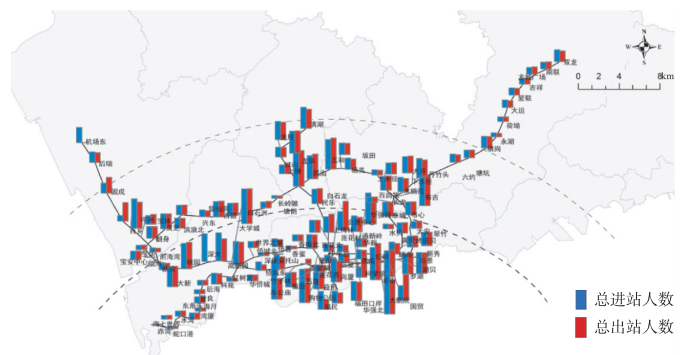


图15 各站点全天客流图

Fig.15 Each station's daily day passenger flow

资料来源：作者自绘。

MENBERG E, MANVILLE M, 2004)。职住平衡有助于减少通勤 (FRANK L D, PIVO G, 1994; MODARRES A, 2011); 相反, 职住空间的严重分离会加剧交通拥堵 (CERVERO R, 1996)。而轨道交通的建设, 一方面缓解了城市的交通拥堵, 但另一方面, 却又为城市的职住分离提供了便利。针对这一悖论, 依托非中心区的轨道交通站点形成具有“反磁力”效应的就业次中心、以促进近域职住平衡不失为一种有效的解决方式。但本文的实证研究显示, 中心区对于就业具有强大的集聚效应, 如果没有强有力的政策支持, 近郊区很难自发地集聚就业, 而更可能向着中心区“卧城”的方向发展。

目前, 参考TOD的规划原则, 深圳市针对全市形成了明确的密度分区, 并对轨道交通站点地区的开发提出更高的密度标准。根据《深圳市城市规划标准与准则(2018)》, “以站台几何中心作为规定半径计算圆心, 规定半径分为0—200m、200—500m两个等级”; 在该范围内, 容积率标准相应提高。这些规定保证了站点的高密度开发, 事实上站点地区也已经呈现出相对高密度的开发状态, 但仅有密度标准显然远远不够。如果没有配套的政策鼓励近郊区和外围区就业功能的发展, 在这些区域的站点进行高密度的居住开发很可能意味着更大的职住分离。因此, 应该考虑针对不同空间区域的站点出台差异化的、促进职住混合的引导政策, 尤其是要鼓励就业在近郊区和外围区站点的集聚, 形成就业多中心的格局, 以避免职住分离的加剧。

4 结论

随着城市轨道交通系统的逐步规模化, 城市的人口分布、就业分布和职住空间关系也在发生变化。本文采用500m和1 000m两个站域尺度, 分析了2009年至2015年间深圳市轨道交通站域的职住空间变化特征。总体上看, 两个站域尺度的变化特征具有较强的一致性。研究的主要结论为: 轨道交通站域范围的

职住空间发生了巨大的变化, 居住和就业的总量和开发密度均大幅增加; 但不同空间层次的站域职住空间呈现出完全不同的变化特征, 就业在中心区的集聚进一步加强, 同时居住在近郊区集聚的趋势十分明显, 使得中心区和近郊区的职住相互依赖程度加深。本文的研究显示了中心区站点对于就业的强大集聚效应, 这种集聚效应因为轨道交通带来的可达性提升而进一步增强, 这不利于非中心地区形成具有“反磁力”效应的就业次中心。在未来的发展中, 必须要考虑强有力的政策支持与配套, 鼓励就业在近郊区和外围区站点的集聚。交通与城市土地使用之间存在千丝万缕的联系, 本文仅仅是从实证数据上分析轨道交通站域地区职住空间的客观变化, 并未具体考察职住空间变化与轨道交通的相关性, 拟在后续的研究中作进一步的探讨。

注释

- ① 此处职居比并没有匹配的意义, 仅仅是作为职居变化关系的参照指标。

参考文献 (References)

- [1] AN D, TONG X, LIU K, et al. Understanding the impact of built environment on metro ridership using open source in Shanghai[J]. *Cities*, 2019, 93: 177-187.
- [2] BHATTACHARJEE S, GOETZ A R. The rail transit system and land use change in the Denver metro region[J]. *Journal of Transport Geography*, 2016, 54: 440-450.
- [3] BLUMENBERG E, MANVILLE M. Beyond the spatial mismatch: welfare recipients and transportation policy[J]. *Journal of Planning Literature*, 2004, 19(2): 182-205.
- [4] CALTHORPE P. *The next American metropolis: ecology, community and the American dream* [M]. New York: Princeton Architectural Press, 1993.
- [5] CERVERO R. Jobs-housing balance revisited: trends and impacts in the San Francisco bay area [J]. *Journal of the American Planning Association*, 1996, 62(4): 492-511.
- [6] CERVERO R, LANDIS J. Twenty years of the bay area rapid transit system: land use and development impacts[J]. *Transport Research A*, 1997, 31(4): 309-332.
- [7] CERVERO R, MURPHY S, FERRELL C, et al. Transit-oriented development in the United States: experiences, challenges and prospects-

TCRP report 102[R]. Washington, DC: Transportation Research Board, 2004.

- [8] CHATMAN D G. Does TOD need the T? — on the importance of factors other than rail access [J]. *Journal of the American Planning Association*, 2013, 79(1): 17-31.
- [9] FRANK L D, PIVO G. Relationship between land use and travel behavior in the pudge sound region[J]. *Single Occupant Vehicles*, 1994, 86(10): 1361-1362.
- [10] GIULIANO G. Is jobs-housing balance a transportation issue[J]? *Transportation Research Record*, 1991, 5(13): 305-312.
- [11] GUERRA E, CERVERO R, TISCHLER D. Half-mile circle: does it best represent transit station catchments[J]? *Transportation Research Record*, 2012, 2276(1): 101-109.
- [12] 金鑫, 张艳, 陈燕萍, 等. 探索适合中国特征的TOD开发模式——以深圳市地铁深大站站域TOD开发为例[J]. *规划师*, 2011, 27(10): 66-70. (JIN Xin, ZHANG Yan, CHEN Yanping, et al. Explore the TOD development mode which suitable for China's characteristics: the example of Shenzhen[J]. *Planners*, 2011, 27(10): 66-70.)
- [13] 李国强, 杨敏, 王树盛. 基于AFC和POI数据的轨道交通车站客流影响因素挖掘[J]. *城市交通*, 2019, 17(1): 106-112. (LI Guoqiang, YANG Min, WANG Shusheng. Influence factors exploration of rail station-level ridership using AFC data and POI data[J]. *Urban Transport of China*, 2019, 17(1): 106-112.)
- [14] 刘泉. 轨道交通TOD地区的步行尺度[J]. *城市规划*, 2019, 43(3): 88-95. (LIU Quan. Walking scale of TOD area along rail transit line [J]. *City Planning Review*, 2019, 43(3): 88-95.)
- [15] 刘泉. 轨道交通TOD规划管理中的指标控制[J]. *规划师*, 2018, 34(1): 48-58. (LIU Quan. Indices control of TOD planning management[J]. *Planners*, 2018, 34(1): 48-58.)
- [16] 吕帝江, 李少英, 谭章智, 等. 地铁站点多时间维度客流影响因素的精细建模——以广州市中心城区为例[J]. *地理与地理信息科学*, 2019, 35(3): 58-65. (LÜ Dijiang, LI Shaoying, TAN Zhangzhi, et al. Fine-scale modeling of multi-time dimensional influencing factors in transit ridership at metro stations: a case study of Guangzhou city[J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2019, 35(3): 58-65.)
- [17] 马晓磊, 张继宇, 刘剑锋, 等. 地铁站点客流特征与土地利用关系研究[J]. *都市快轨交通*, 2017, 30(6): 33-38. (MA Xiaolei, ZHANG Jiyu, LIU Jianfeng, et al. Relationship between characteristics of subway passenger flow and land use[J]. *Urban Rapid Rail Transit*, 2017, 30(6): 33-38.)
- [18] MODARRES A. Polycentricity, commuting pattern, urban form: the case of southern California [J]. *International Journal of Urban and Regional Research*, 2011, 35(6): 1193-1211.
- [19] 潘海啸, 任春洋. 轨道交通与城市公共活动中心体系的空间耦合关系——以上海市为例[J]. *城市规划学刊*, 2005(4): 76-82. (PAN Haixiao, REN Chunyang. Study on

- spatial coupling between the metro and urban activity center—case study in Shanghai[J]. Urban Planning Forum, 2005(4): 76-82.)
- [20] 申犁帆, 张纯, 李赫, 等. 城市轨道交通通勤与职住平衡状况的关系研究——基于大数据方法的北京实证分析[J]. 地理科学进展, 2019, 38(6): 791-806. (SHEN Lifan, ZHANG Chun, LI He, et al. Relationship between urban rail transit commuting and jobs-housing balance: an empirical analysis from Beijing based on big data methods[J]. Progress in Geography, 2019, 38(6): 791-806.)
- [21] 史懿亭, 李琨, 符文颖. 香港与深圳轨道交通站点综合开发典型案例对比分析[J]. 城市轨道交通研究, 2014, 17(4): 5-9. (SHI Yiting, LI Ting, FU Wenyong. Comparative analysis of the comprehensive rail station development mode in Hong Kong and Shenzhen[J]. Urban Mass Transit, 2014, 17(4): 5-9.)
- [22] 谭国威, 宗传芬. 深圳市轨道交通客流特征分析及启示[J]. 城市交通, 2013, 11(6): 43-48. (TAN Guowei, ZONG Chuanling. Characteristics analysis of rail transit passenger flow in Shenzhen[J]. Urban Transport of China, 2013, 11(6): 43-48.)
- [23] VALE D S. Transit-oriented development, integration of land use and transport, and pedestrian accessibility: combining node-place model with pedestrian shed ratio to evaluate and classify station areas in Lisbon[J]. Journal of Transport Geography, 2015, 45: 70-80.
- [24] WANG Xiaoguang, et al. The reshaping of land development density through rail transit: the stories of central areas vs. suburbs in Shenzhen, China[J]. Cities, 2019, 89: 35-45
- [25] 王亚洁. 国外城市轨道交通与站域土地利用互动研究进展[J]. 国际城市规划, 2018, 33(1): 111-118. (WANG Yajie. International studies on the interaction between urban rail transit and land use of station areas[J]. Urban Planning International, 2018, 33(1): 111-118.)
- [26] 张纯, 夏海山, 宋彦. 轨道交通带动下的城市形态演变——以北京为例[J]. 城市发展研究, 2016, 23(9): 107-112. (ZHANG Chun, XIA Haishan, SONG Yan. Urban metro transit lead urban form changes: case study of Beijing[J]. Urban Development Studies, 2016, 23(9): 107-112.)
- [27] 张艳, 辜智慧, 周维. 大城市职住空间匹配及其与轨道交通的协调发展研究: 以深圳市为例[J]. 城市规划学刊, 2018(1): 99-106. (ZHANG Yan, GU Zhihui, ZHOU Wei. Spatial match of jobs-housing and the rail transit's role in commuting metropolis: a case study of Shenzhen[J]. Urban Planning Forum, 2018(1): 99-106.)
- [28] 赵燕菁. 高速发展与空间演进——深圳城市结构的选择及其评价[J]. 城市规划, 2004, 28(6): 32-42. (ZHAO Yanjing. Rapid development and spatial extension: a case study of Shenzhen[J]. City Planning Review, 2004, 28(6): 32-42.)
- [29] 周维, 张艳, 辜智慧. 基于刷卡数据的深圳市地铁客流特征与职住空间视角的分析[J]. 住区, 2019(4): 23-31. (ZHOU Wei, ZHANG Yan, GU Zhihui. Characteristics of the subway passenger's flow based on metro card data and analysis from the perspective of spatial match of job-housing in Shenzhen city[J]. Community Design, 2019(4): 23-31.)
- [30] 邹兵. 深圳城市空间结构的演进历程及其中的规划效用评价[J]. 城乡规划, 2017(6): 69-79. (ZOU Bing. The evolution of urban spatial structure in Shenzhen and the utility evaluation of its planning[J]. Urban and Rural Planning, 2017(6): 69-79.)

修回：2020-05