

城市密度分区的多层次动态研究

——以深圳市原特区为例¹

翟欣欣, 李云

摘要: 随着城镇化的快速发展, 城市发展及扩张速度逐渐加快, 城市边界外拓, 土地开发范围以及开发强度均有所增大, 部分城市已经进入存量规划阶段。另外, 国家十三五规划中提出强化土地节约集约利用, 严控新增建设用地, 有效管控新城新区和开发区无序扩张。深圳市作为国土资源极其有限的特区城市, 可建设用地资源的不断减少, 轨道交通建设的持续推进。当前的城市建设面临着开发强度节节攀升的压力, 对市内地区展开密度的相关研究已经成为深圳市集约式开发建设的前提条件。本次研究通过行政区—街道—500米地理单元格三个层级, 对深圳市原特区内的密度分布, 从容积率、建筑密度、道路交通、地铁线路及站点周围的土地利用情况几个方面展开研究。最终得出深圳市原特区内各类用地在1999年至2014年期间的演变情况, 以及道路交通设施和地铁站点对各类用地的影响, 并提出相关建议和措施。

关键词: 密度分区, 多层次, 动态, 深圳市原特区

1 引言

自从1950年代计算机被引入到城市空间增长问题的建模中以来, 城市系统的模型化取得了很大的进展^[1], 形成了体系庞杂的城市空间增长模型家族。根据模型所依据的主要空间增长理论、结合模型的时空尺度, 可将城市空间模型划分为静态空间相互作用模型、动态空间扩散模型, 一般将基于经济、地理、社会、交通运输、生态系统等相关学科规律的模型应用于城市密度演变规律的研究中^[2]。

对城市密度空间的计量化研究探索, 目前主要存在两个研究分支, 即按照整体逻辑可以分为“自上而下”的价值范式研究和“自下而上”自组织规律探索两类。第一类是基于数理学科的静态空间相互作用模型为主, 模型主要基于各种数理统计方法, 其建模的基本思想是系统状态的长期稳定和均衡。第二类是将城市空间形态视为自然界的一种形式, 以探索和寻求答案为主。城市是一个纷繁复杂既有自然作用又有人为影响的大系统。在过去, 城市空间形态和内部结构是一个永远解不开的谜^[3]。一些新的数学方法的提出, 渐渐拓展了城市空间的研究类型。其中, 分形理论的提出, 为研究复杂的城市密度空间形态提供了有力的理论和方法。目前分形方法主要在城市研究中应用于城市边界(如 M. Batty 于1990年代对卡迪夫城的边界分形研究)、交通网络和密集聚集形态。城市密度空间是一个全新的应用领域, 密度空间只是作为上述空间要素的分形变量组成之一。因此, 在城市密度空间研究领域, 尽管

¹ 国家自然科学基金青年项目 (51508334)

有不少学者已经认识到城市密度或密度分区研究的迫切性和重要性（尤其是对于实际管理），但到目前为止，国内关于城市密度或密度分区的论著并不算多，并基本集中于上文所述的第一类型：数理统计研究。

对于城市密度的影响因素，学者们也从不同角度和数据来源进行探索，并在一定程度上检验了密度分区方法的适用性，拓展了密度空间的成因机制研究。吴江等^[4]以控规开发强度为基础，利用 GIS 技术，选取地价因子、交通因子、近期建设因子、历史文化因子、商业因子、用地性质因子和自然资源因子 7 个影响因子辅助优化密度分区计算。吴晓、王松杰等^[5]利用 GIS 技术探讨了大尺度视野下的空间密度导控，通过构建绿地、生态、用地性质、商业中心、历史保护 5 个一级因子将城市分为 6 个密度等级。黄明华、黄汝钦^[6]采用以用地性质确定基准容积率，用经济容积率和环境容积率作为修正的方式进行控规中容积率“值域化”初探的研究。王京元、郑贤等^[7]重点研究了密度分区体系中的交通区位，寻求轨道交通周边区域的密度分区方法。杨晓楠、运迎霞等^[8]对评价体系中所选取的指标进行研究，通过对河南 18 个城市的综合密度、人口密度、居民点密度、经济密度、公共服务设施密度、基础设施密度六项密度指标进行综合评分，减少主观因素对因子的影响。郭洪旭、黄莹等^[9]利用高分辨率遥感影像数据提取广州天河区的建筑空间信息并根据土规修订和分类。选取建筑密度、用地多样性、人口密度、人口净密度和道路密度五个单项指标，计算研究区城市空间紧凑度的综合指数，达到对城市空间紧凑度以及现状建设强度动态监控的目的。张鹏、王红扬等^[10]将容积率值域化的研究聚焦于居住用地，并提供控规容积率指标弹性调整和操作的具体方法。

从国家层面及深圳地方的城市建设发展趋向来看，高效紧凑式的城市空间格局及空间利用模式成为当下乃至未来中国城市规划领域的核心研究领域。然而，从既有文献综述与深圳密度空间的政策演变分析来看，国内研究成果无不聚焦于单一年份的密度特征与影响因素相关性分析，而对于空间物质要素最重要的时空演变特征却鲜有涉及，尤其对于 2005 年后轨道建设对于深圳城市密度空间演变的影响研究甚少，大多基于轨道周边的静态建设分布研究。为更好的探索城市空间密度的形成特征和演变规律，并更好的检验当前密度分区实施效果，本研究将选取快速发展的城市代表——深圳作为研究对象，研究范围集中于深圳原特区内。同时，2005 年开始陆续投入运营的深圳地铁轨道系统，将成为本研究的重要关系因子，来检视大运力公共交通体系对深圳城市密度的直接影响。

2 研究数据及方法

2.1 数据来源及研究范围

本研究利用的基础数据包括：

- （1）现状建筑数据：1999 年及 2014 年深圳市（原特区内）的年度建筑普查数据；
- （2）现状城市建设用地数据：1999 年及 2014 年城市建设用地数据。其中，1999 年源

于《深圳市城市总体规划检讨与对策（2001）》。

由于基础数据存在较多误差，在展开数据分析之前，对数据进行归纳整理，并进行多次清洗。考虑到此研究应反映出深圳市密度变化的一般情况，因此选取深圳市原特区为研究范围，即原二线关范围内，包括南山区、福田区、罗湖区和盐田区四区。

根据建筑普查及用地现状数据，为保持 1999 与 2014 年的研究可比性，将建筑与用地统一归一为七大类：a. 区域设施用地、b. 公服设施用地、c. 商业与办公用地、d. 居住用地、e. 仓储用地、f. 工业用地、g. 在建用地。其中道路数据分为三个等级，分别是主干路、次干路、支路，其中主干路包括规划实施后的主干路和快速路。

2.2 研究方法

该研究依托于 GIS 空间平台，针对所得数据采用三个不同层级的方法展开分析。第一层级为宏观分析，以深圳市原特区内的四个区（南山区、福田区、罗湖区、盐田区）作为研究层级，分别对四个区的综合容积率、建筑密度进行研究，大尺度范围展开分析，观察研究各区之间密度空间的分布，以及不同用地类型密度之间的差异。在宏观层面，把握原特区内的密度分布空间规律，通过动态分析四区之间的发展趋势，根据研究结果，提出宏观层面的措施。第二层级为中观尺度，将原特区内的 32 个街道作为研究对象，通过各街道的密度变化观察街道范围内密度分布的变化规律，各种用地类型密度分布的相关规律，提出中观尺度的密度控制建议。第三层级为微观尺度，将原特区内的用地按照 500 米 X500 米尺度划分为 1808 个地理单元格，通过 GIS 工具计算每个单元格内路网密度、容积率、建筑密度的变化情况，并分析其相关性。

将深圳市地铁一号线站点 500 米范围内的各类用地单独列出，研究地铁线路及站点对周围各类用地密度的影响，并分析站点与用地之间的相关性，探讨轨道交通与土地开发之间的关系，为深圳市的密度控制开拓方向。

3 深圳市密度分区多层次动态分析

3.1 1999-2014 年深圳城市密度空间演化特征分析

3.1.1 容积率的空間演化特征特征分析

1999-2014 年期间，深圳原特区的整体容积率从 1.11 提升至 2.75。各类用地均呈现开发强度提升的趋势，其中，居住用地的容积率提升幅度最大，为+2.64，其次是商办用地的 2.16 和工业的 1.06，公服、区设及仓储的提升幅度相对较小。在四个行政区中，福田区的建筑密度提升幅度最大（+2.73），其次是罗湖区（+1.64）、南山区（+1.47）和盐田区（+1.03）（表 1）。可以看出，福田区处于 1999-2014 年期间的全面建设时期，在成熟的市政道路基础上加速建设；而罗湖区则作为老城区以城市更新为主；南山区随着填海和市政建设，正处于用地条件扩张阶段，整体容积率提升有限；盐田则建设强度提升明显滞后于中心三区。

表 1 1999-2014 年期间深圳市平均用地容积率变化一览

行政区	综合容积率	居住	商办	公服	区设	工业	仓储
福田区	2.73	3.49	3.75	1.04	0.53	2.78	2.21
南山区	1.47	2.74	1.35	0.54	1.11	0.13	1.47
罗湖区	1.64	2.17	2.25	0.30	0.80	0.38	1.05
盐田区	1.03	1.79	2.51	0.75	-0.02	0.97	2.20
原特区	1.74	2.64	2.16	0.64	0.58	1.06	0.79

从 1999-2014 年平均容积率变化来看,全特区内各街道均呈现不同程度的增长。其中增幅较大的街道为福田(+5.3)、桂圆(+4.56)、南湖(3.64)、福保(+3.6)、莲花(+3.15)和华强北(+3.00)。增幅较小的街道为清水河(+0.53)、黄贝(+0.98)、西丽(+0.88)、盐田(+0.71)和梅沙(+0.87)(表 2)。总体反映出容积率提升幅度较大区域基本为中心城区地段,而增幅较低的多位于各区的外围地段,这也在一定程度上反映出区位对于城市密度的直接影响。

从不同类型用地的容积率变化来看,各街道的居住用地均呈现增长趋势,增幅最大的为福田、沙头、桂圆和海山等街道。其他各类型用地也是总体呈现增长趋势。其中,商办用地中仅清水河与黄贝街道呈现下降趋势;公服设施用地中仅南园、南山和招商街道呈现较小降幅;区域设施中南园、翠竹和盐田呈现小幅下降;工业用地中仅福田、东湖和南头街道呈现小幅下降。

表 2 1999-2014 年期间深圳市各街道平均用地容积率变化一览

行政区	街道	综合容积率	居住	商办	公服	区设	工业	仓储
福田	梅林	1.59	2.44	2.24	0.37	0.15	0.99	2.61
	莲花	2.15	2.24	9.59	1.44	1.86	0.39	0.00
	华富	1.99	1.61	0.92	0.97	0.00	2.06	11.79
	园岭	1.80	2.82	3.22	0.59	0.00	0.46	2.48
	香蜜湖	2.09	2.73	2.04	0.80	0.26	0.08	6.98
	华岗北	2.00	2.48	4.91	0.36	0.10	2.06	4.71
	福田	5.20	3.96	9.08	1.20	0.27	-0.91	0.00
	沙头	2.83	5.52	1.74	2.12	1.33	1.67	0.87
	南园	2.12	2.46	3.17	-0.10	-0.68	-0.59	0.00
	福保	3.60	4.67	6.77	1.78	0.00	2.56	2.73
罗湖	清水河	0.52	0.75	-0.14	0.04	2.70	0.22	0.87
	东晓	1.32	1.55	1.50	0.53	0.02	-0.01	2.52
	莲塘	2.07	2.05	0.41	0.13	0.06	0.77	-0.08
	东湖	1.19	1.81	0.76	0.30	0.92	-1.61	0.75
	黄贝	0.98	1.44	-1.47	0.44	0.32	1.66	-0.52
	翠竹	2.12	2.60	1.58	0.75	-0.69	2.33	0.94
	笋岗	1.21	2.62	0.38	0.60	0.04	0.12	0.82
	东门	2.08	2.43	2.75	0.17	0.00	1.43	2.18
	桂园	4.56	4.84	4.49	0.74	0.67	1.21	-0.56
	南湖	2.46	2.48	6.79	0.33	1.36	0.00	0.00
南山	桃源	1.26	2.62	1.11	0.36	1.85	1.10	2.05
	西丽	0.88	2.14	0.79	0.32	0.18	0.66	0.18
	蛇口	1.79	2.11	1.36	0.30	0.14	0.64	-0.02
	南头	1.56	2.37	1.30	0.66	2.90	-0.25	2.44
	沙河	1.22	1.90	0.51	0.37	3.21	0.55	11.39
	粤海	2.64	3.40	2.12	1.32	1.25	2.86	1.18
	南山	1.22	3.33	0.99	-0.20	0.16	0.38	0.64
	招商	1.41	2.89	1.75	-0.04	0.31	0.58	0.18
	沙头角	2.15	2.49	4.74	0.70	0.12	2.79	2.93
	盐田	盐田	0.71	1.73	1.09	0.89	-0.02	1.67
梅沙		0.87	0.99	1.37	0.42	0.03	1.65	0.00
盐田	海山	2.22	3.61	15.13	1.34	0.06	2.49	-0.60

工业用地和仓储用地的降幅集中区域往往是工业及仓储功能外迁的结果，如南头、西丽和车公庙等地区，其表现为工业仓储容积率下降的同时，该地区居住和商业办公容积率显著提升。

居住与商业办公用地容积率显著提升区域位于福田中心区域和南山的后海-招商片区，具有明显的中心服务可达性偏好趋势。

总体来看，各类用地普遍呈现容积率增长态势，其中居住用地的增长最为普遍，整体平均增幅最大，而街道或 500 米单元格层面的最大增幅则是商业办公用地，以上两类用地主要集中于各级城市中心地区。工业、仓储用地整体呈现外迁趋势，迁出地区的居住及商办容积率提升明显。

3.1.2 建筑密度的空间演化特征特征分析

1999-2014 年期间，深圳原特区的整体建筑密度从 26.95% 提升至 28.21%。在用地类型中，商办用地的建筑密度提升幅度最大，为 +5.42%，工业及仓储提升幅度最小，而公服设施用地的建筑密度则出现大幅下降（-13.06%）。在四个行政区中，福田区的建筑密度提升幅度最大，其次是南山区和罗湖区，盐田区则呈现下降趋势（表 3）。

表 3 1999-2014 年期间深圳市平均用地建筑密度变化一览 (%)

行政区	整体建筑密度	居住	商办	公服	区设	工业	仓储
福田区	3.48%	2.42%	8.02%	-7.64%	30.79%	12.12%	2.88%
南山区	2.67%	2.55%	7.30%	-16.34%	9.47%	-10.65%	16.26%
罗湖区	1.06%	1.87%	1.31%	-22.91%	5.66%	-8.11%	4.25%
盐田区	-1.50%	0.03%	11.48%	-12.98%	-3.35%	-0.45%	7.09%
原特区	1.26%	1.67%	5.42%	-13.06%	4.20%	0.44%	0.77%

从 1999-2014 年平均建筑密度变化来看, 全特区内大部分街道呈现不同程度的增长。其中增幅较大的街道为梅沙 (+17.61%)、福田 (+14.13%)、沙头 (13.46%)。呈现负增幅的街道为梅林 (-0.99%)、南园 (-1.24%)、蛇口 (-1.54%)、南头 (-3.29%) 和沙头角 (-0.3%) (表 4)。

从不同类型用地的平均建筑密度变化来看, 大部分街道的居住用地均呈现增长趋势, 但也有不少呈现下降趋势。其他类型用地的增减不一, 根据各街道的不同建设特点各有不同。

表 4 1999-2014 年期间深圳市各街道平均用地建筑密度变化一览

行政区	街道	综合建筑密度	居住	商办	公服	区设	工业	仓储
福田	梅林	-0.99%	-0.65%	-3.65%	0.67%	4.99%	2.75%	52.13%
	莲花	3.13%	3.52%	6.70%	0.98%	33.55%	-7.63%	0.00%
	翠园	1.36%	4.12%	-3.82%	2.96%	0.25%	-4.73%	48.86%
	百花	1.90%	-0.79%	7.60%	9.65%	0.00%	-4.32%	53.26%
	香蜜湖	5.34%	-3.63%	4.18%	4.74%	23.59%	0.62%	6.77%
	笋岗北	2.50%	3.00%	0.79%	-1.75%	8.55%	11.45%	30.90%
	福田	14.13%	16.31%	5.93%	6.24%	13.74%	-52.38%	0.00%
	沙头	13.46%	23.49%	6.13%	8.55%	55.55%	6.19%	34.67%
	南园	-1.24%	-1.47%	-2.60%	-3.33%	-9.90%	-5.69%	0.00%
	松保	-3.77%	2.45%	-6.32%	4.48%	0.00%	-7.97%	5.92%
	清水湾	-0.74%	1.93%	-7.82%	-4.02%	9.82%	-5.03%	4.55%
	东晓	1.15%	1.68%	6.60%	9.39%	2.00%	-10.43%	4.37%
	莲塘	5.97%	13.64%	-7.19%	-2.69%	5.59%	-5.76%	-19.89%
	东星	3.61%	4.33%	20.53%	7.37%	40.03%	-11.01%	38.42%
黄贝	2.65%	1.08%	1.59%	2.17%	13.26%	13.76%	3.34%	
罗湖	莲竹	3.64%	5.52%	7.65%	3.27%	-19.23%	1.03%	9.95%
	笋岗	0.63%	-0.19%	0.55%	-6.66%	3.30%	9.79%	-1.35%
	东门	3.00%	-0.75%	9.49%	5.89%	0.00%	7.44%	37.90%
	桂园	0.06%	-0.26%	-2.56%	2.16%	-33.49%	-11.66%	-56.10%
	南湖	0.02%	0.51%	2.01%	0.31%	-5.75%	0.00%	0.00%
	蛇口	1.84%	-1.64%	6.49%	6.08%	33.63%	-1.64%	23.59%
	西丽	2.36%	3.27%	-15.56%	4.14%	15.90%	0.32%	5.15%
	蛇口	-1.54%	-0.57%	-6.70%	2.61%	6.65%	3.72%	0.57%
	南头	-3.29%	0.47%	-1.64%	3.26%	13.96%	-12.04%	23.42%
	沙湾	3.47%	-1.10%	4.29%	-1.12%	169.57%	-2.01%	19.41%
南山	粤海	1.74%	-0.79%	-9.91%	7.79%	19.65%	-7.35%	26.09%
	南山	0.20%	-6.92%	3.03%	-12.76%	9.00%	-4.27%	30.97%
	招商	5.61%	7.20%	3.41%	-2.06%	10.63%	5.09%	5.14%
	沙头角	-0.30%	-1.06%	2.26%	3.70%	12.17%	2.09%	5.70%
	盐田	0.75%	9.55%	-10.56%	2.74%	-3.61%	6.54%	-4.51%
盐田	梅沙	17.61%	20.74%	21.88%	9.49%	3.18%	35.09%	0.00%
	青山	0.34%	7.97%	31.47%	-3.64%	0.52%	9.35%	-80.15%

总体来看, 建筑密度提升普遍出现在中心城区地段和外围新建为主的地区 (如梅沙、深圳湾周边等), 前者以既有中心区规划建设和城市更新为主, 后者主要是原有建设强度偏低, 呈现逐渐提升开发强度的过程 (图 1)。

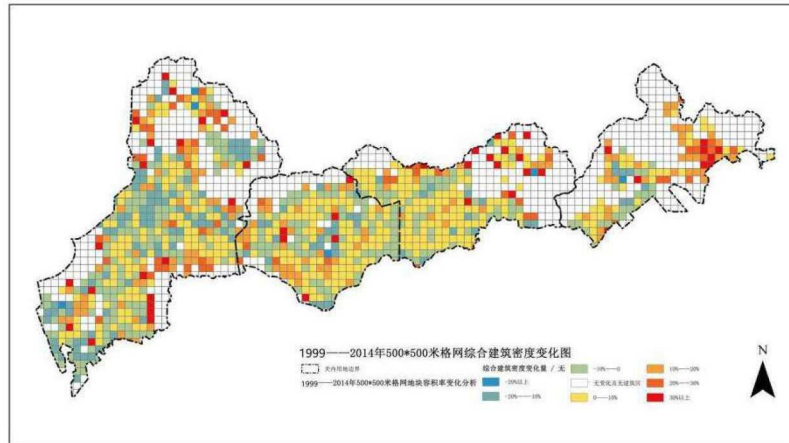


图 1 基于 500 米单元格的建设用地建筑密度变化 (1999-2014)

3.2 1999-2014 年深圳城市密度空间演化的交通要素分析

3.2.1 主-次-支等级道路网密度与密度空间演变的相关性

(1) 1999-2014 年各级道路网密度演变

1999-2014 年期间,深圳原特区内共计增加道路总长 110.98 公里,其中支路占比最大,达到 44.1%,次干路和主干路(含快速路)分别为 33.8%和 22.1%。可以看出,支路网作为城市路面交通体系的最基础组成,虽然建设比重最大,但与《深圳市城市规划标准与准则 2014》中的 1:1.5:4 的结构关系,仍然存在较大差别,并反映出支路建设仍然是近些年来道路建设的短板。

从各区的差异来看,罗湖区作为深圳特区内最早的建成区,道路体系已成熟稳定,在 1999-2014 期间道路建设量为 0(表 5)。而福田区作为 1990 年代特区建设的重点区域,主次干路基本成型,重点是辖区内的支路建设,1999-2014 期间支路新增比例占总增加长度的 87%,是所有行政区中最注重支路建设的行政单元。盐田区受到其陆域范围内的生产功能及过境交通条件影响,主干路建设占比最高,达到 69.3%,而面向生活的支路建设明显滞后。南山区的道路建设总量在全特区内位居第一,这反映出 1999-2014 年期间深圳的整个建设发展重心不断西移,南山区进入全面建设的阶段,并主要体现在自身辖区内次干路的建设方面,注重与福田、龙华等区域的次干路连接,次干路建设占比达到 53.8%。

表 5 1999-2014 年期间深圳市各区道路总长度变化一览(单位:公里)

区名称	总增量	主干路增量	次干路增量	支路增量
福田区	35.79	2.13	2.52	31.14
罗湖区	0.00	0.00	0.00	0.00
南山区	58.15	10.57	31.26	16.32
盐田区	17.04	11.82	3.75	1.47
总计	110.98	24.52	37.53	48.93

从各街道的道路建设分布和 500 米单元格分布来看,建设强度最大的分别是蛇口、粤海、

福保、莲花、福田和香蜜湖街道，道路密度增幅分别为 2.22、1.61、1.39、1.03、0.99 和 0.87，且均以次干路和支路的建设为主，主干路建设量几乎为 0（表 6）。相比较而言，盐田、西丽沙头和沙河街道的快速路及主干路建设强度较高，主要为了满足南山与盐田两区的对外交通集散功能建设。需要注意的是，沙河街道是唯一的支路网密度降低的街道，主要受到侨城北地区的城市更新建设影响。

表 6 1999-2014 年期间深圳市各街道道路密度变化一览（单位：公里/平方公里）

街道名称	总量	快速路及主干路	次干路	支路
盐田	0.30	0.23	0.03	0.03
西丽	0.30	0.19	0.07	0.04
沙河	0.50	0.24	0.58	-0.41
沙头	0.39	0.24	0.00	0.15
粤海	1.61	0.10	0.59	0.92
梅沙	0.22	0.03	0.14	0.00
福保	1.39	0.04	0.00	1.35
东晓	0.00	0.00	0.00	0.00
桃源	0.14	0.00	0.00	0.14
梅林	0.08	0.00	0.00	0.08
侨城北	0.00	0.00	0.00	0.00
碧岭	0.00	0.00	0.00	0.00
海山	0.00	0.00	0.00	0.00
东门	0.00	0.00	0.00	0.00
南山	0.01	0.00	0.00	0.01
杜南	0.00	0.00	0.00	0.00
南头	0.29	0.00	0.00	0.29
南园	0.00	0.00	0.00	0.00
招商	0.29	0.00	0.71	0.08
蛇口	2.22	0.00	1.15	1.07
黄贝	0.00	0.00	0.00	0.00
南园	0.00	0.00	0.00	0.00
东晓	0.00	0.00	0.00	0.00
福田	0.99	0.00	0.00	0.99
香蜜湖	0.87	0.00	0.27	0.60
沙头角	0.00	0.00	0.00	0.00
翠竹	0.00	0.00	0.00	0.00
莲花	1.03	0.00	0.00	1.03
平富	0.00	0.00	0.00	0.00
笋岗	0.00	0.00	0.00	0.00
清水河	0.00	0.00	0.00	0.00
莲塘	0.00	0.00	0.00	0.00

从基于 500 米单元格的各级道路系统密度演变的空间分布来看，绝大部分特区内的快速路和主干路架构已建设完善，1999-2014 年期间的主干路和次干路呈现明显的局地性特征，主要位于南山区和盐田区的枢纽地带，如盐田后方陆域、深圳湾口岸地区和侨城北地区等（图 2）。支路建设的地区差异较大，增减的空间分布较分散，总体呈现出支路密度增加的地区大多位于各级中心城区地段。

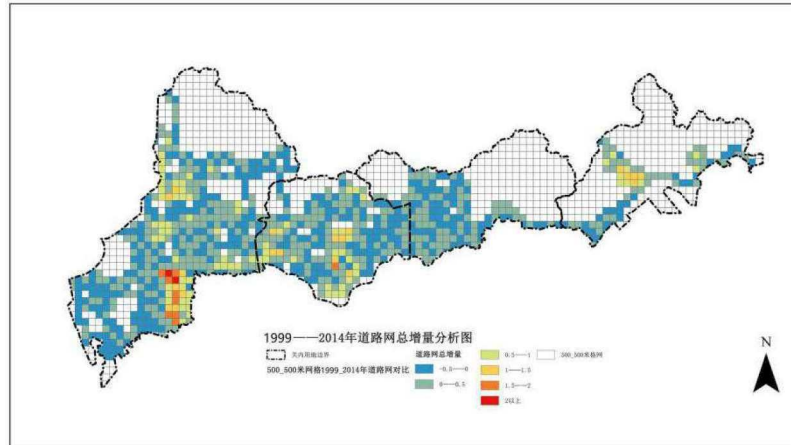


图 2 基于 500 米单元格的道路网整体密度变化 (1999-2014)

(2) 基于 500 米单元格的相关性分析

容积率和建筑密度的高低在很大程度上取决于交通区位，即交通可达性，也是城市密度分区中的重要影响因子。

表 7 容积率变化与道路密度变化的相关性分析 (1999-2014)

		总容积率	居住容积率	商办容积率	道路总增量	主干路增量	次干路增量	支路增量
总容积率	Pearson 相关性	1	.500*	.477*	.206*	.031	.049*	.235*
	显著性 (单侧)		.000	.000	.000	.006	.018	.000
	N	1808	1808	1808	1808	1808	1808	1808
居住容积率	Pearson 相关性	.500*	1	.195*	.276*	.041*	.136*	.271*
	显著性 (单侧)	.000		.000	.000	.039	.000	.000
	N	1808	1808	1808	1808	1808	1808	1808
商办容积率	Pearson 相关性	.477*	.195*	1	.134*	.000	.004	.185*
	显著性 (单侧)	.000	.000		.000	.347	.425	.000
	N	1808	1808	1808	1808	1808	1808	1808
道路总增量	Pearson 相关性	.206*	.276*	.134*	1	.444*	.557*	.788*
	显著性 (单侧)	.000	.000	.000		.000	.000	.000
	N	1808	1808	1808	1808	1808	1808	1808
主干路增量	Pearson 相关性	.031	.041*	.000	.444*	1	.086*	.020
	显著性 (单侧)	.006	.039	.347	.000		.000	.193
	N	1808	1808	1808	1808	1808	1808	1808
次干路增量	Pearson 相关性	.049*	.136*	.004	.557*	.086*	1	.104*
	显著性 (单侧)	.018	.000	.425	.000	.000		.000
	N	1808	1808	1808	1808	1808	1808	1808
支路增量	Pearson 相关性	.235*	.271*	.185*	.788*	.020	.104*	1
	显著性 (单侧)	.000	.000	.000	.000	.193	.000	
	N	1808	1808	1808	1808	1808	1808	1808

**. 在 .01 水平 (单侧) 上显著相关。
*. 在 0.05 水平 (单侧) 上显著相关。

从基于 500 米单元格的容积率演变与道路密度变化的相关分析结果来看，次干路和支路密度的增加，会显著提升所在地区（500 米）的容积率和建筑密度，并尤其体现在对居住用地的建设强度影响；同时，支路密度的提升也会显著提升商业办公用地的开发强度。但主干路对于整体密度和居住用地以外用地的开发强度的提升作用并不显著（表 7）。由此可见，支路网密度的提升与容积率呈现出显著的正相关性，现有密度分区中对于主次干分级考虑并不显著，未来应注重支路网密度和支路相邻性对容积率定值的影响。

表 8 建筑密度变化与道路密度变化的相关性分析 (1999-2014)

		总建筑面积	居住建筑密度	商办建筑密度	道路总增量	主干路增量	次干路增量	支路增量
总建筑面积	Pearson 相关性	1	-.487*	-.001	.060*	.016	.039*	.050*
	显著性 (单侧)		.000	.478	.005	.243	.047*	.017*
	N	1808	1808	1808	1808	1808	1808	1808
居住建筑密度	Pearson 相关性	-.487*	1	-.002	.068*	.016	.060*	.048*
	显著性 (单侧)	.000		.459	.002	.253	.006	.020*
	N	1808	1808	1808	1808	1808	1808	1808
商办建筑密度	Pearson 相关性	-.001	-.002	1	-.007	-.004	-.008	-.004
	显著性 (单侧)	.478	.480		.390	.433	.424	.431
	N	1808	1808	1808	1808	1808	1808	1808
道路总增量	Pearson 相关性	.060*	.068*	-.007	1	.444*	.557*	.788*
	显著性 (单侧)	.005	.002	.390		.000	.000	.000
	N	1808	1808	1808	1808	1808	1808	1808
主干路增量	Pearson 相关性	.016	.016	-.004	.444*	1	.086*	.020
	显著性 (单侧)	.243	.253	.433	.000		.000	.193
	N	1808	1808	1808	1808	1808	1808	1808
次干路增量	Pearson 相关性	.039*	.060*	-.005	.557*	.086*	1	.104*
	显著性 (单侧)	.047*	.006	.424	.000	.000		.000
	N	1808	1808	1808	1808	1808	1808	1808
支路增量	Pearson 相关性	.050*	.048*	-.004	.788*	.020	.104*	1
	显著性 (单侧)	.017*	.020*	.431	.000	.193	.000	
	N	1808	1808	1808	1808	1808	1808	1808

** 在 .01 水平 (单侧) 上显著相关。

* 在 0.05 水平 (单侧) 上显著相关。

从基于 500 米单元格的建筑密度演变与道路密度变化的相关分析结果来看,整体建筑密度和居住用地建筑密度的提升显著受到次干路及支路密度的影响,呈显著正相关性(表 8)。这与规划中的居住用地对交通条件的要求相对较高十分吻合,次干路与支路网密度高的区域,交通便利,公共交通相对发达,一定程度上避免邻近主干路所产生的噪声影响。另外,次干路和支路路网密度大,恰好与现如今所说的“密路网,小街区”不谋而合,从一定程度上说明路网密度在合理的范围内能够影响居住土地的开发情况。合理的路网密度,能够促进土地的良好开发。

3.2.2 地铁线路对周围用地开发的影响

(1) 地铁建设基本情况

据 2017 年 6 月 30 日深圳地铁官网信息,深圳地铁已开通运营线路共有 8 条,分别为:1 号线、2 号线、3 号线、4 号线、5 号线、7 号线、9 号线、11 号线,共 199 座车站。全市地铁运营线路总长 285 千米。其中,在 1999-2014 年期间,原特区内共涉及 4 条地铁线:1 号线、4 号线、2 号线和 3 号线。

(2) 地铁站周边密度空间特征分析

从地铁 1 号线 500 米半径范围内的土地利用来看,地铁通车后综合容积率显著提升,从 1999 年的 1.75 上升为 2014 年的 3.57,且高于 2014 年特区内平均容积率 2.75,综合建筑密度略有下降(表 9、表 10)。

用地构成方面,地铁 1 号线 500 米半径范围内的商办、公服、区设用地比例显著提高,居住和工业仓储显著下降,这也反映出公共活动类和公共服务类用地对地铁区位的倾向性。工业容积率提升幅度最大,从 1999 年的 1.23 增长至 2014 年的 3.75,增幅达到 200%,反映

出研发为主要的新型工业逐渐代替传统劳动密集型工业。

表 9 1999 年深圳市地铁一号线站点 500 米半径范围内土地利用情况

用地类型	建筑占地面积	建筑面积	用地面积	用地占比	容积率	建筑密度
居住	1254831	7364895	3832340	48.19%	1.92	32.74%
商办	564477	4809995	2602917	32.73%	1.85	21.69%
公服	200895	991448	794660	9.99%	1.25	25.28%
区设	1841	1714	70164	0.88%	0.02	2.62%
工业	199757	662492	540070	6.79%	1.23	36.99%
仓储	52785	97444	112423	1.41%	0.87	46.95%
总和	2274586	13927978	7952574			
综合容积率			1.75			
综合建筑密度			28.60%			

表 10 2014 年深圳市地铁一号线站点 500 米半径范围内土地利用情况

用地类型	建筑占地面积	建筑面积	用地面积	用地占比	容积率	建筑密度
居住	1176069	14792182	3927152	40.51%	3.77	29.95%
商办	838538	15562367	3824360	39.45%	4.07	21.93%
公服	341183	2441932	1210396	12.49%	2.02	28.19%
区设	36320	129873	262075	2.70%	0.50	13.86%
工业	145120	1690654	451069	4.65%	3.75	32.17%
仓储	291	1457	19202	0.20%	0.08	1.52%
总和	2537521	34618465	9694254			
综合容积率			3.57			
综合建筑密度			26.19%			

4 研究结果及相关对策

4.1 研究结果

(1) 1999 年深圳原特区内的建设格局以罗湖-上步为建设中心，集聚了主要的商业办公功能；福田建设以居住用地和公共设施建设为主；南山的发展依然主要局限于南头-蛇口一带，填海区尚未形成。总体呈现出 20 世纪 80-90 年代的罗湖-蛇口双发展格局，福田建设格局逐步打开。

(2) 2014 年深圳原特区内随着地铁线和主干道网络的不断完善，建设重心明显转移至福田和南山地区，表现为商业办公强度延伸至市中心区和车公庙一带。福田地区容积率和建设密度大幅高于其他地区。

(3) 从 1999-2014 年的空间密度演变来看，原特区内建设重心逐步从罗湖转移至福田和南山区。总体来看，各类用地普遍呈现容积率增长态势，其中居住用地的增长最为普遍，整体平均增幅最大，而街道或 500 米单元格层面的最大增幅则是商业办公用地，以上两类用地主要集中于各级城市中心地区。工业、仓储用地整体呈现外迁趋势，迁出地区的居住及商

办容积率提升明显。

另外，建筑密度提升普遍出现在中心城区地段和外围新建为主的地区（如梅沙、深圳湾周边等），前者以既有中心区规划建设和城市更新为主，后者主要是原有建设强度偏低，呈现逐渐提升开发强度的过程。

（4）1999-2014年期间，福田区道路建设以支路网为主，南山区以次干路和支路网为主，盐田区以主干路和快速路为主，罗湖区没有道路新增建设。

路网密度的提升与整体容积率和居住容积率呈显著正相关，尤其是支路网密度。另外，次干路和支路网密度的提升也与整体建筑密度和居住用地建筑密度呈显著正相关。

（5）地铁1号线开通后，地铁站点周边500米范围内容积率提升显著，商办、公服和区设等公共开放性较强的用地比例提高，商办用地成为地铁口周边最大比例构成。工业用地随着自身转型，其容积率提升幅度最大。

4.2 相关对策

（1）宏观上密度空间划分的统一性原则

在宏观尺度上进行密度空间划分时，应注意各区以及整个特区内各类用地的协调性，根据不同区域的特殊用途以及发展定位，确定用地比例及分配，适时调整片区的土地开发强度标准，用以保证各区之间统一性。其次，应注意保持城市空间结构的稳定性，避免因区域用地调整而造成整体结构失衡等问题。

（2）中观上通过路网结构调整密度分布

在中观尺度上，应该充分利用特区内的道路交通设施以及轨道交通适时调整周边区域的土地开发情况，依据各级路网对不同类型用地的影响程度，形成密度控制指标体系的辅助因素，在一定程度上指导微观层面的实际指标制定。

（3）微观上密度分区指标制定遵循弹性原则

在密度分区的指标制定时需要遵循弹性原则，通过规划审批进行调节。将指标定得过于条例化有碍城市的长远发展。当然，确保充足的弹性并不代表指标可以随意更改，这就需要健全、公正、公开的规划管理机制作为保障和支持。一方面给予公众参与的机会，一方面达到城市建设密度分布趋于多元化的效果，使城市建设不必完全遵照密度分区区划，能够根据自身条件特点达到开发平衡的效果。

参考文献

- [1] 周成虎, 孙战利, 谢一春. 地理元胞自动机研究[M]. 科学出版社, 1999.
- [2] 陈顺清. 城市增长与土地增值的综合理论研究[J]. 地球信息科学, 1999(01):12-18.
- [3] 陈勇, 艾南山. 城市结构的分形研究[J]. 地理学与国土研究, 1994(04):35-41.
- [4] 吴江, 胡明星. 全覆盖控规的开发强度分区优化研究——以南京浦口区为例: 规划创新——2010中国城市规划年会, 中国重庆, 2010[C].
- [5] 吴晓, 王松杰, 方宇. 基于GIS数字平台的大尺度空间密度导控——以南京浦口中心城区为例[J]. 建筑与文化, 2010(10):102-104.

- [6] 黄明华, 黄汝钦. 控制性详细规划中商业性开发项目容积率“值域化”研究[J]. 规划师, 2010(10):28-33.
- [7] 王京元, 郑贤, 莫一魁. 轨道交通 TOD 开发密度分区构建及容积率确定——以深圳市轨道交通 3 号线为例[J]. 城市规划, 2011(04):30-35.
- [8] 杨晓楠, 运迎霞, 任利剑. 基于省域尺度的城市密度时空变化特征分析——以河南省为例[J]. 现代城市研究, 2016(01):58-64.
- [9] 郭洪旭, 黄莹, 赵黛青, 等. 基于格网法的城市空间紧凑度研究——以广州市天河区为例[J]. 国际城市规划, 2016(04):51-57.
- [10] 张鹏, 王红扬, 冯建喜, 等. 城市居住用地容积率“值域化”研究[J]. 规划师, 2017(03):120-126.

作者简介

翟欣欣, 研究生, 深圳大学建筑与城市规划学院

李云, 讲师, 深圳大学建筑与城市规划学院