

手机信令数据助力上海市社区生活圈规划*

Mobile Signaling Data Helps Shanghai Community Life Circle Planning

王德 傅英姿 WANG De, FU Yingzi

摘要 在中国经济社会发展全面转型的背景下,生活空间及生活品质逐步引起学界的关注,上海作为国内生活圈规划的先行城市,在“上海2035”城市总体规划中已经提出建设15分钟生活圈的总体目标。但是由于城市空间异质性,在城市不同区位、不同类型的住宅区,其居民生活圈的范围有较大的差异。了解生活圈现状,并与15分钟生活圈的目标进行对比是生活圈规划实施的基本保证。利用手机信令数据,选择253个大规模住宅区作为分析样本,分析生活圈的现状特征。采用活动核心圈指标和15分钟生活圈活动覆盖率指标两种测度方式,描述现状生活圈与规划的15分钟生活圈之间的差距,并进一步对生活圈建设进行评价及分类建设指导,从而助力生活圈规划的编制与实施。

Abstract Under the background of the overall transformation of economic and social development, living space and quality of life have gradually attracted the attention of academia. As a pioneer city in domestic life circle planning, Shanghai has put forward the overall goal of building a 15-minute life circle in the "Shanghai 2035" urban master plan. However, due to the heterogeneity of urban space, there are great differences in the scope of life circle among different types of residential areas in different locations. Understanding the status quo of life circle and comparing it with the goal of 15-minute life circle are the basic guarantee for the implementation of life circle planning. Using mobile signaling data, 253 large-scale residential areas are selected as analysis samples to analyze the current characteristics of life circle. Using activity core circle index and 15-minute life circle activity coverage index, this paper describes the gap between the current life circle and the planned 15-minute life circle, and further evaluates and classifies the construction of life circle, so as to help the compilation and implementation of life circle planning.

关键词 手机信令数据;生活性活动;生活圈;上海

Key words mobile signaling data; living activity; life circle; Shanghai

文章编号 1673-8985 (2019) 06-0023-07 中图分类号 TU981 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. sup. 20190604

作者简介

王德 (通信作者)
同济大学建筑与城市规划学院
教授,博士生导师
傅英姿
同济大学建筑与城市规划学院
硕士研究生

0 引言

我国正处于经济社会发展全面转型时期,城市发展从规模增长转向注重内涵质量的提升,逐步开始关注城市生活圈的构建以及居民生活品质的提升。“上海2035”城市总体规划中明确提出将在上海营造“15分钟社区生活圈”(以下简称“15分钟生活圈”)。2016年上海市规划和国土资源管理局出台《上海市

15分钟社区生活圈规划导则(试行)》(以下简称“《导则》”),上海市成为国内生活圈规划的先行城市。社区作为城市生活的基本单元,进一步成为城市规划、建设、管理的焦点。

生活圈的研究与规划最早可以追溯到日本,随后扩散到韩国、我国台湾地区等国家和地区。依据服务的功能及层级,生活圈包含不同尺度的多级结构,但并未形成统一标准。《导

*基金项目:国家自然科学基金项目“基于手机信令数据的居民行为空间结构与模式研究”(编号41771170)资助。

则》中的15分钟生活圈是指从自家出发步行15分钟,就能到达各类生活所需的文教、医疗、体育、商业等基本服务设施与公共活动空间。这在生活圈规划体系中属于基本生活圈范畴。

15分钟生活圈规划是理想的目标,然而在实际建设中,住宅区居民的生活圈在区位、交通、建设水平等多方面存在多样性。为提高规划的可实施性,需了解居民活动的现状。在对现状生活圈充分了解的基础上,测度现状建设与目标的差距,以评估15分钟生活圈建设目标可行性。

在针对生活圈的研究中,对生活圈建设导则与建设现状的对比探讨颇多,学者更偏重于不同层级生活圈的界定以及生活圈具体建设方法的研究。肖作鹏^[1]总结归纳了国内外生活圈规划研究以及规划实践进展。柴彦威^[2]基于时空间行为提出构建以“基础生活圈—通勤生活圈—扩展生活圈—协同生活圈”为核心的城市生活圈规划理论模式,并在北京的实体空间上进行了实践探讨。孙道胜等^[3]以北京清河地区为例,采用Alpha-shape方法,对18个社区进行社区生活圈的实证测度。周碧茹^[4]以苏州高新区为例,探究基于生活圈的城市社区公共服务设施布局优化问题。

学界对居民生活空间的研究已有较多的积累,许晓霞^[5]、周素红^[6]等分别以北京、广州等城市地区为例,研究居民生活空间的特征。但在传统的群体行为研究中,居民生活性活动行为数据的获取多基于问卷调查的传统数据。这些数据由于获取难度大,数据样本量一般较小,只能针对居民个体、个别居住区案例或特定区域进行分析,无法覆盖城市中数量众多的住宅区案例。

随着大数据时代的到来, GPS、微博数据、手机信令数据等新数据源包含大量居民生活活动空间信息,且样本量巨大,能够突破传统数据样本量的制约。但现有研究主要集中在城市宏观活动空间以及居民个体、个别住宅区的微观生活空间上,尚未在中观层面多个住宅区中开展。申悦^[7]利用GPS数据与市民活动日志相结合,对北京的城市生活空间进行研究。

王波、甄峰^[8-9]则利用新浪微博签到数据对南京市活动空间特征进行研究。手机信令数据具有高覆盖率、高持有率的特征,其对城市功能结构与居民出行活动的描述性解释与分析也被逐渐应用于城市发展的评价。王德等^[10]利用手机信令数据,针对郊区新城,以上海市宝山区为例,从职住关系、通勤行为和居民消费休闲出行的微观个体行为视角进行了城市建成环境的综合评价。丁亮、钮心毅^[11]利用手机信令数据识别居民游憩—居住功能联系,对中心城区商业中心空间的特征进行研究。

本文利用手机信令数据,以上海市为例,选择253个大规模住宅区作为分析样本进行研究。分析生活圈的现状特征,采用活动核心圈指标和15分钟生活圈活动覆盖率指标两种测度方式,描述现状生活圈与规划的15分钟生活圈之间的差距,并进一步对生活圈建设进行评价及分类建设指导,从而助力生活圈规划的编制与实施。

1 研究思路及数据来源

1.1 研究思路

考虑到居民在周末与工作日存在行为上的差异,工作日居民活动中通勤占比较大,生活性活动信息较少,活动时间也受工作时间限制,手机信令数据记录到的数据结果不能描述生活圈的特征;而周末活动中通勤占比较小,以生活性活动为主,故本文使用周末数据进行研究。将2014年上半年某两周上海2G移动用户的手机信令数据中两个周末的数据进行平均,消除偶然性后,作为本文的研究数据。

首先,通过手机信令识别住宅区居民及其生活性活动的停留点,以此描述其生活空间的范围,即现状生活圈,并勾勒现状活动核心圈及次核心圈,描述居民活动的高频日常区域及主要区域,进一步刻画现状生活圈特征。其次,将现状核心圈与目标的15分钟生活圈的面积指标进行比较,并结合现状活动在目标生活圈中的活动覆盖率,判别生活圈达标率。最后,在考虑人口密度的情况下,提出规划建议。

具体步骤如下:

第一,采用手机信令数据识别住宅区对应的居民及居民的活动轨迹。针对手机信令数据每一个用户当日20:00至次日6:00时间段的所有记录点,剔除偏远点,选择与所有点平均距离最小的点为当天的居住地,对14天数据重复操作得到可能的居住地点集。计算居住地点集与所有点平均距离最小的点为居民稳定居住地,同理亦可识别用户稳定工作地。通过住宅区内基站点即可提取各住宅区居民的信令数据。

第二,提取各住宅区居民的生活性活动停留点,将停留点的集合作为实际的生活圈。生活性活动是除通勤活动外居民日常休闲、购物、教育等出行活动的总和。本文所采用的活动为:周末活动停留减去少量加班等通勤活动停留后的活动,不包含家内活动。在实际操作中,如标准周末居民在某地(除居住地、工作地)活动停留超过20分钟以上,则将该地点标记为活动地。通过ArcGIS核密度计算后,较为真实地呈现各住宅区居民的生活圈。

第三,勾勒活动核心圈层、次核心圈层描绘住宅区居民实际的核心、次核心生活圈。

第四,通过比较实际的核心生活圈与目标15分钟生活圈面积的大小以及重合比例,来评价居民现状生活圈达标率,以此判断社区生活圈建设情况。同时,计算目标生活圈内居民的实际生活性活动覆盖率,进一步佐证社区生活圈建设情况。

第五,将生活圈指标与人口密度叠合分析,探究人口密度与生活圈指标的关系。综合分析结果,提出实际可行的规划建议,助力社区生活圈规划。

1.2 研究样本选择

为了保证样本能够覆盖上海市不同地区,反映不同住宅区生活圈的多样性,同时保证样本具有可信度、数据高质量,本研究选取达到一定规模且内部较均质的住宅区进行研究,共选取样本253个,这些住宅区分布区位不同,包含上海市住房的所有类型,反映轨道交通不同的便利程度(见表1,图1)。

样本基于如下标准进行初步筛选:面积

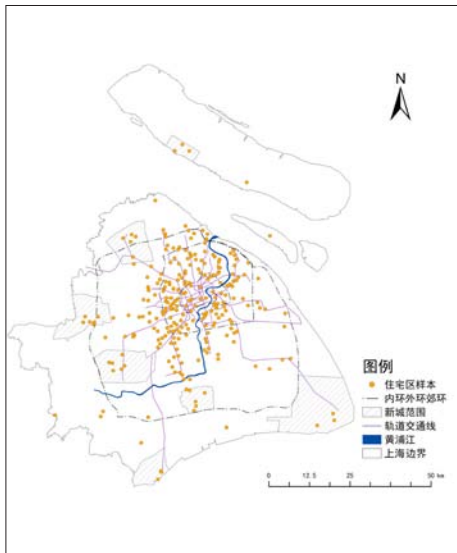


图1 上海253个住宅区样本分布图
资料来源:笔者自绘。

表1 住宅区特征属性识别

空间分布	与轨交站点距离 (km)	居住区类型
内环	<1.5	商品房
外环	1.5—3.0	棚户区
郊环	>3.0	普通居民楼
新城	—	别墅
其他	—	保障性住房

资料来源:笔者自制。

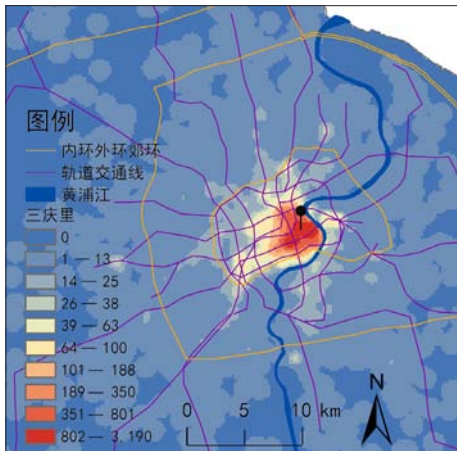
1 km²以上、内部及周边均质的住宅区;对住宅区内部数据记录量最大的基站点识别的用户进行分析,用户总量大于300人。经过筛选,共有253个住宅区符合条件。

2 生活圈的现状:多样性与复杂性

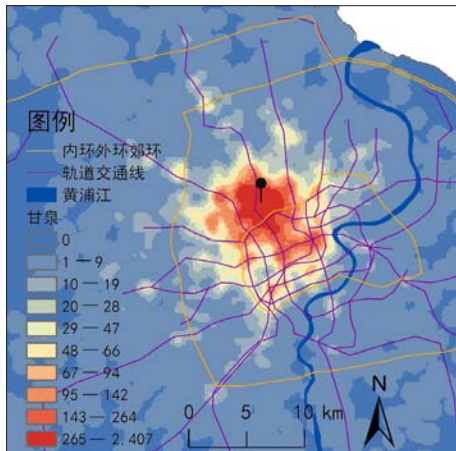
周末住宅区居民停留点的核密度分布图可以反映住宅区活动空间的情况,是生活圈最

直接的呈现。通过比较253个住宅区样本,可以发现住宅区生活圈具有多样性(见图2),其变化具有规律性。

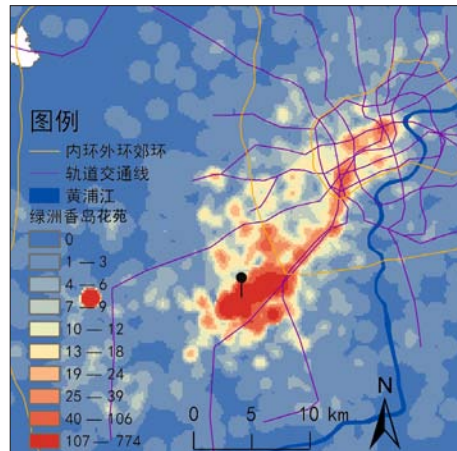
当住宅区在市中心部(内环以内)时,其生活圈以住宅区为中心单点高度集聚,非常紧凑(见图2a);随着与市中心距离的增大,市中心部(外环以内)住宅区生活圈面积开始变大,形态出现由住宅区至市中心指向性集聚



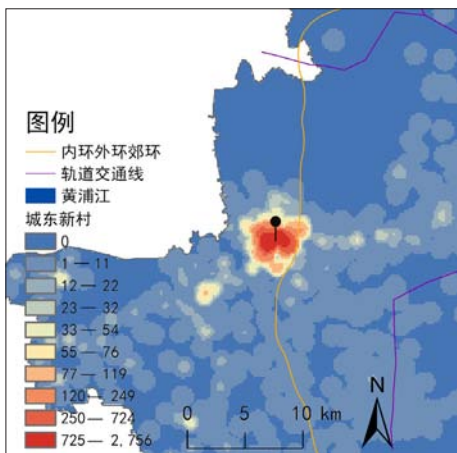
a 市中心部(内环以内)住宅区:三庆里



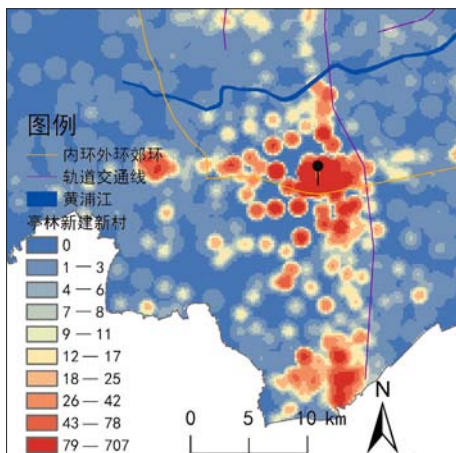
b 市中心部(外环以内)住宅区:甘泉



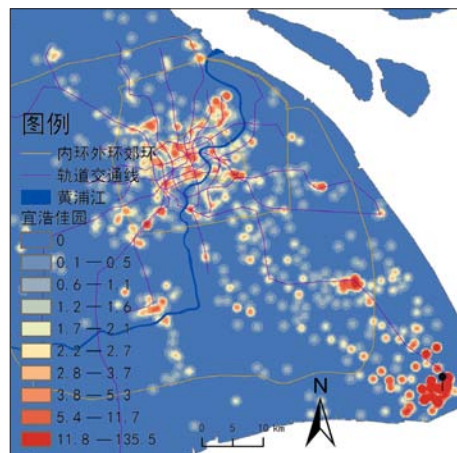
c 外环附近/轨交末端住宅区:绿洲香岛花苑



d 新城住宅区:城东新村



e 其他郊区住宅区:亭林新建新村

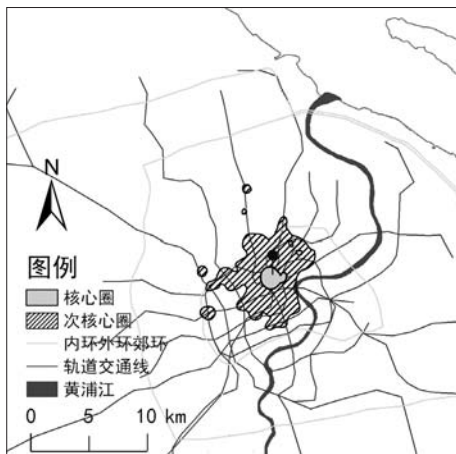


f 其他郊区住宅区:宜浩佳园

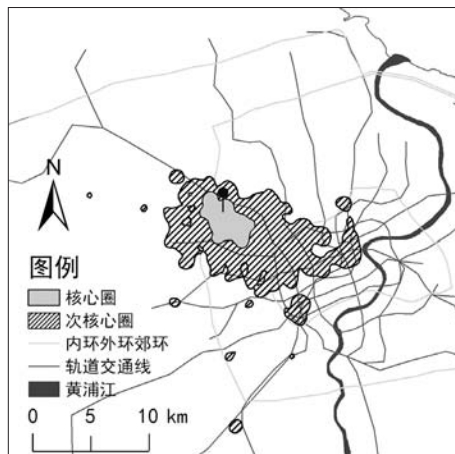
图2 多样的居民生活圈
资料来源:笔者自绘。

分布的特点(见图2b);当住宅区位于外环附近或轨道交通末端时,其形态呈现强烈的中心指向带状特征(见图2c);位于新城的住宅区,生活圈与市中心部(内环以内)类似(见图2d);其他郊区住宅区,生活圈相对缺乏规律,呈现松散多点的特征,在住宅区周边、市中心、临近新城及临近建设较为成熟区域,形成停留热点地区(见图2e、图2f)。生活圈多样性的成因包括活动中心的分布、轨道交通的引导以及住宅区类型的影响等。

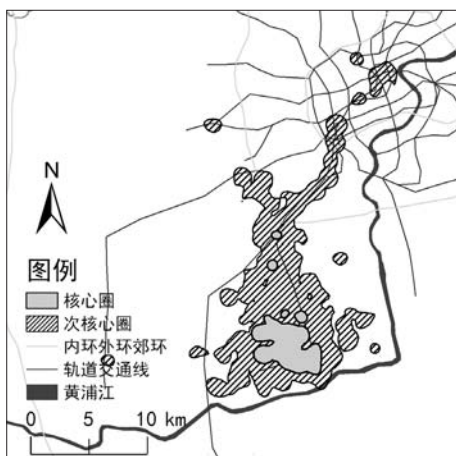
然而,如此多样化的生活圈类型也具有共同特征,即呈现出高频近距离分布规律。即使活动相对分散,其生活性活动在住宅区周边的比例均呈现高值特征,故在住宅区周边形成基本生活圈。换言之,区位、交通、社区建设及住宅区特性等内外部的因素会在一定程度上影响居民的生活空间,使其出现多样化的特征,但居民的日常生活性活动始终依赖于近距离服务,呈现紧密圈层结构,形成基本的生活圈。因此近距离服务的数量及质量将直接影响居民的生活品质。这种高频近距离活动的情况,可从活动核心圈、活动覆盖率视角加以分析,并与15分钟生活圈的目标进行对比。



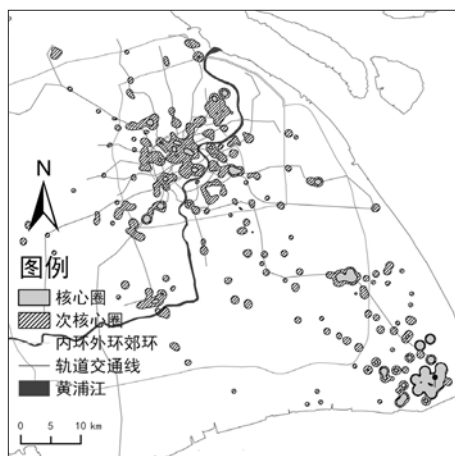
a 市中心/新城住宅区:庆长里



b 外环内住宅区:阳光威尼斯真建花苑



c 外环附近/轨道交通末端住宅区:夏朵小城



d 其他郊区住宅区:宜浩佳园

图3 典型生活性活动核心圈及次核心圈

资料来源:笔者自绘。

3 生活圈的诊断:现实与目标的差距

3.1 住宅区活动核心圈视角

3.1.1 核心圈及次核心圈划定

高频近距离的活动空间是居民实际的活动核心地区,也是规划的15分钟生活圈真正想要涵盖的范围,因此需对其进行界定。核心圈是包含居民50%活动的最小面积区域,为住宅区居民活动最高频的区域,承载居民日常的生活性活动,是居民日常活动空间;次核心圈是包含居民80%活动的最小面积区域,为住宅区居民相对稳定的活动范围,承载居民大多数的生活性活动,是居民的主要活动空间。

核心圈及次核心圈的形态和面积,可在一定程度上反映生活性活动的空间联系和空间聚集程度,印证地区公共服务设施、服务水平及基本生活圈建设成熟度,判别15分钟生活圈的达标情况。

3.1.2 核心圈及次核心圈特征

由图3相对具有典型性的图示可以看出,从形态上来说,绝大多数住宅区的核心圈都位于住宅区周围,符合上文所描述的高频近距离、紧密圈层结构的特点。区别在于,实际的生活圈是具有一定方向性的,即指向市中心等地区。除市中心及新城住宅区的核心圈在次核心圈的正中,居民生活性活动由住宅区向四周扩散外(见图3a),外环内住宅区的次核心圈相对存在偏移,指向市中心(见图3b);外环附近及轨道交通末端住宅区此特征更为明显(见图3c);其他郊区住宅区的次核心圈则不具有连续性,主要在市中心、临近新城及临近建设较为成熟区域(见图3d)。

从面积上来说,核心圈的面积存在较大

差异,从最小的 3 km^2 到最大的超过 60 km^2 ,相差20倍,而大部分集中在 $10\text{--}30\text{ km}^2$ (见图4)。市中心及新城住宅区核心圈面积多为 15 km^2 以下,普遍比其他区域住宅区小;核心圈面积随着与市中心距离的增大而增大,直至其他郊区地区,由于交通条件等限制,居民活动相对集中,核心圈面积有所回落;浦东地区核心圈面积普遍大于浦西地区。一般来说,核心圈面积越小,即在较为集中的区域可完成大多数活动,一定程度上意味着生活越便利,实际的生活圈建设越成熟。

3.1.3 与15分钟生活圈的差距

《导则》指出,15分钟生活圈的一般规模在 $3\text{--}5\text{ km}^2$ 。在实际比较研究中,由于基站点间隔在 $200\text{--}2\,000\text{ m}$ 不等,为避免由于基

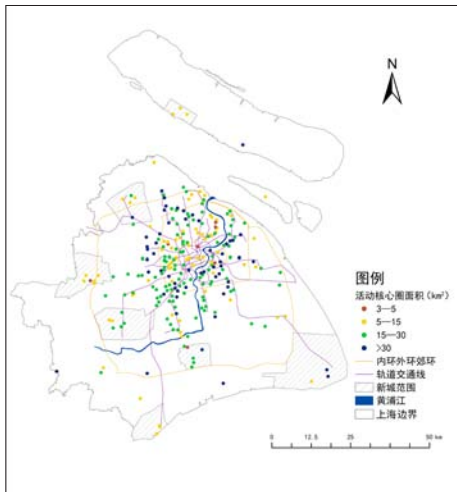


图4 住宅区活动核心圈面积
资料来源:笔者自绘。

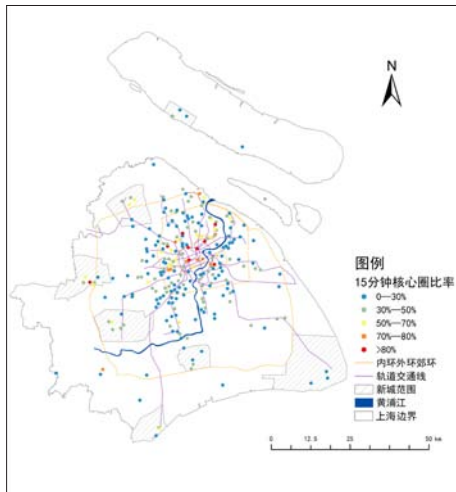


图5 住宅区15分钟核心圈比率
资料来源:笔者自绘。



图6 住宅区15分钟生活圈活动覆盖率
资料来源:笔者自绘。

站间隔导致计算中居民活动离家距离增大而引起的错误估计,综合考虑成年人15分钟步行距离、站点位置等情况,将以住宅区为中心,半径1.5 km的范围设定为15分钟生活圈的范围,其面积约7 km²,较《导则》提出的3—5 km²稍大。

从上文计算的活动核心圈面积来看,面积小于7 km²的有18个,即仅有7.1%满足规划目标的15分钟生活圈的规模条件,大多数住宅区仍有很大的提升空间。

然而,活动核心圈可能存在“活动飞地”情况,与15分钟生活圈以住宅区为中心的连续区域存在一定差异,简单地从面积角度衡量现状建设情况,存在一定的不足。因此,引入“15分钟核心圈比率”这一指标,即核心圈与目标的15分钟生活圈重叠区域面积占核心生活圈面积的比例,作为辅助指标。

由图5可知,15分钟核心圈比率的高值区域主要位于市中心,低值区域主要位于轨道交通末端及其他郊区住宅区,与核心圈面积的分布情况大致相同,但在某些新城出现特例,主要原因是由于住宅区与新城中心存在偏离。15分钟核心圈比率高于50%的住宅区占全部样本的16.9%,比率低于30%的住宅区占全部样本的50.1%。

15分钟核心圈比率越高,意味着居民在15分钟内可到达的核心活动区域越多,也就

意味着生活圈建设越成熟。将15分钟能够到达大多数活动核心圈作为临界点,认为15分钟核心圈比率高于50%的住宅区达标,达标率为16.9%;比率介于30%—50%的为基本达标,基本达标率为33%;比率低于30%的住宅区不达标,不达标率为50.1%。现状生活圈不达标率超过半数,有着较大的提升空间。

3.2 住宅区15分钟生活圈活动覆盖率视角

3.2.1 住宅区15分钟生活圈活动覆盖率计算方法

“15分钟生活圈活动覆盖率”是指15分钟生活圈内覆盖了居民活动的比例,即在15分钟生活圈内进行的生活性活动占居民全部的生活性活动之比。一般来说,比例越高,15分钟生活圈建设越完善,居民的生活越便利。在实际操作中仍以住宅区为中心,半径1.5 km的范围为15分钟生活圈的范

3.2.2 住宅区15分钟生活圈活动覆盖率特征

通过计算样本住宅区的15分钟生活圈活动覆盖率发现(见图6),活动覆盖率较高的地区相对集中于中心城区,随着与市中心距离的增大,活动覆盖率逐渐减小,新城住宅区活动覆盖率相对高于郊区其他住宅区。

若以50%为达标阈值,有12个住宅区的活动覆盖率达标,占总样本量的4.74%,达标住宅区主要位于市中心及部分郊区新城;而有

130个住宅区活动覆盖率低于30%,属于不达标住宅区,占51.40%,这些住宅区大多位于轨道交通末端或郊区;活动覆盖率在30%—50%的为基本达标,占43.86%。总体来说,不同区位住宅区生活圈活动覆盖率存在较为显著差异,整体活动覆盖率不高。

3.3 综合评价

活动核心圈指标从活动的高频紧张区域入手研究现状生活圈的建设情况,而15分钟生活圈活动覆盖率则是从目标生活圈现状利用情况入手,两种测度方式的结果具有一致性。达标地区集中在市中心或新城内,不达标的地区主要为轨道交通末端或其他郊区住宅区。

将两种视角的结果进行综合,任意满足一个视角就算达标,则有43个住宅区达标,生活圈达标率为16.9%;两个视角出发都不达标的为不达标,共有107个住宅区不达标,不达标率为42.3%;其余为基本达标,占40.8%。现状生活圈建设状况并不理想,与目标仍有较大差距。

4 生活圈规划对策

4.1 生活圈指标与人口密度的关系

生活圈大小与人口密度紧密相关,不仅现状生活圈特征受人口密度影响,未来还要依

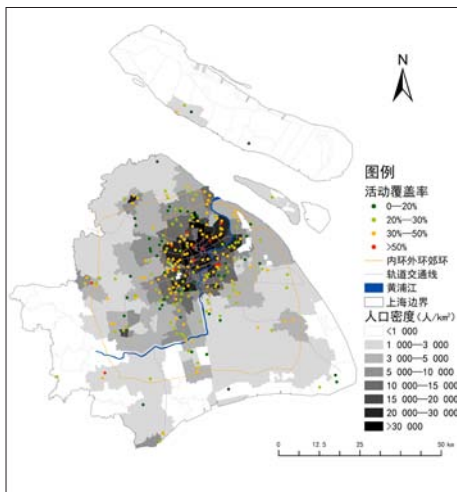


图7 人口密度与活动覆盖率叠合图
资料来源:笔者自绘。

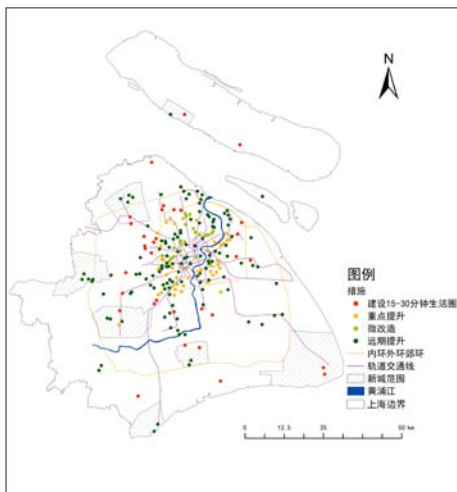


图9 社区生活圈分类建设指导
资料来源:笔者自绘。

照人口密度制定生活圈规划策略。

依照《导则》建议,15分钟生活圈的常住人口为5万—10万人,人口密度为1万—3万人/ km^2 。由上文可知,任一住宅区均有其生活出行范围,如出行范围内没有其他住宅区,则其15分钟生活圈的人口承载并不能达到5万人的下限,15分钟生活圈从理论上来说是不存在常住人口下限的。然而出于公共服务设施合理布局的原则,避免出现浪费或是超负荷使用的情况,《导则》提出其人口规模的建议。根据2010年上海市第六次人口普查数据,中心区密度高达6万人/ km^2 ,远郊人口密度低至不足0.1万人/ km^2 ,而《导则》中提及

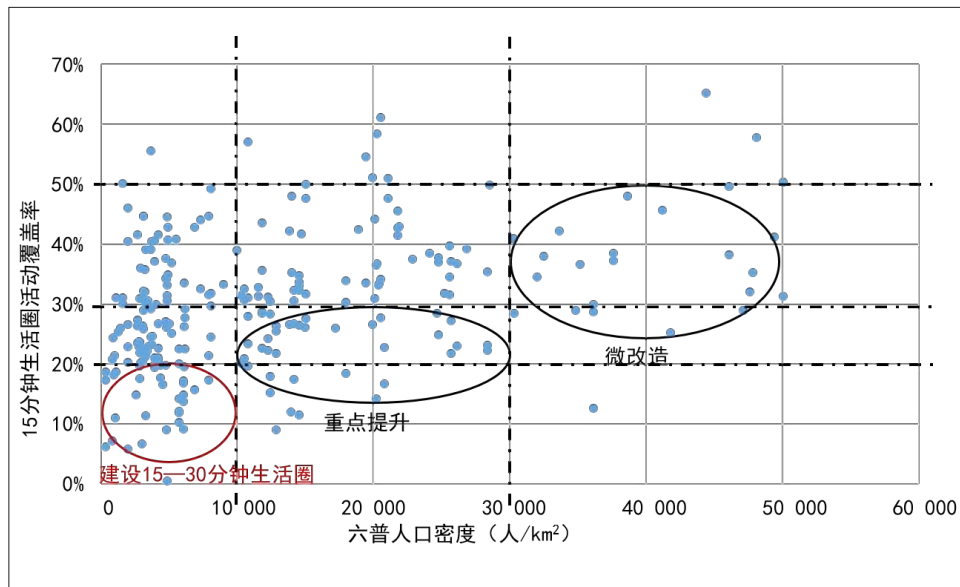


图8 基于人口密度与15分钟生活圈活动覆盖率的分类建设指导
资料来源:笔者自绘。

的人口密度1万—3万人/ km^2 区域主要位于外环与内环之间的环状区域。如果按照千人指标进行设施配置,那么人口密集的中心城区,容易形成紧凑的生活圈,15分钟生活圈目标容易达成。相反,在人口稀少的远郊,所需设施的数量较少,不易形成便捷紧凑的生活圈。

参照生活圈覆盖率指标(见图7),人口密度大于3万人/ km^2 的地区,其活动覆盖率最高,11.5%的住宅区活动覆盖率达到50%以上;人口密度小于1万人/ km^2 的地区,其活动覆盖率最低,1.5%的住宅区活动覆盖率达到50%以上;而人口密度1万—3万人/ km^2 的地区,7.2%的住宅区活动覆盖率达到50%以上。相对而言,越靠近市中心,活动覆盖率越高。

因此,在人口密度不同的地区,生活圈建设目标应该有所差异。

4.2 分类建设策略

从居民活动核心圈及15分钟生活圈活动覆盖率的角来说,总体上,上海市现状生活圈便利程度以中心城区向外随距离递减,至郊区新城内稍有回升。就15分钟生活圈建设而言,现状生活圈达标率为16.9%,不达标率为42.3%,与目标有明显的差距,有着较大的提

升空间。

针对不同地区的不同人口密度和设施配置水平,生活圈应因地制宜进行差异化建设,在提升居民生活性活动便利性、满足基本需求的同时合理配套公共服务设施,避免过度建设和低效使用。如图8所示,对于人口密度大于3万人/ km^2 、活动覆盖率低于50%的中心城区,建议采用微改造的方式,针对性地建设和完善公共服务设施,提升住宅区生活品质及便利性。对于人口密度为1万—3万人/ km^2 、活动覆盖率低于30%的靠近外环的环状区域,需对照《导则》,加大社区建设力度,重点提升社区生活品质。对于人口密度小于1万人/ km^2 、活动覆盖率低于20%的郊区,其建设密度相对较低,在该人口规模情景下如参照中心城区同样的社区建设标准加以规划建设,势必导致公共服务设施的利用率低下,造成过量建设;因此针对郊区活动覆盖率较低地区,建议放宽标准,建设15—30分钟社区生活圈(见图9)。其他住宅区,作为远期提升地区,近期暂不进行建设。

5 结语

本文首先利用手机信令数据对住宅区居民生活性活动出行进行了识别,其活动空间具

有高频近距离、紧密结构圈层的共性,在不同地区形态具有多样性和复杂性。同时,定义并描绘了住宅区居民生活性活动的核心圈层和主要圈层,刻画了居民真实的现状生活圈。其次,从15分钟生活圈角度出发,测度现状居民活动情况,将真实的居民活动与规划目标的15分钟生活圈进行对比分析,现状生活圈达标情况不足2成。最后,从人口密度、活动核心圈指标、15分钟生活圈活动覆盖率指标等方面测算,提出不同人口密度地区的差异化建设以及少数特例地区的针对性指导。

然而,本文对核心圈50%阈值的设定存在一定的主观性,如对居民刚性、弹性生活性出行有深入的研究并知晓其比值,可对阈值加以修正。同时,在剔除家内、工作活动时,选择去除住宅区、工作地基站点500 m范围内的活动,虽可大规模减少家内、工作活动的干扰,但也使后续测算的活动核心圈、次核心圈面积偏大,15分钟生活圈活动覆盖率偏低。■

参考文献 References

- [1] 肖作鹏,柴彦威,张艳. 国内外生活圈规划研究与规划实践进展述评[J]. 规划师, 2014, 30 (10): 89-95.
XIAO Zuopeng, CHAI Yanwei, ZHANG Yan. Overseas life circle planning and practice[J]. Planners, 2014, 30(10): 89-95.
- [2] 柴彦威,张雪,孙道胜. 基于时空行为的城市生活圈规划研究——以北京市为例[J]. 城市规划学刊, 2015 (3): 61-69.
CHAI Yanwei, ZHANG Xue, SUN Daosheng. A study on life circle planning based on space time behavioural analysis: a case study of Beijing[J]. Urban Planning Forum, 2015(3): 61-69.
- [3] 孙道胜,柴彦威,张艳. 社区生活圈的界定与测度: 以北京清河地区为例[J]. 城市发展研究, 2016 (9): 1-9.
SUN Daosheng, CHAI Yanwei, ZHANG Yan. The definition and measurement of community life circle: a case study of Qinghe Area in Beijing[J]. Urban Development Studies, 2016(9): 1-9.
- [4] 周碧茹. 基于生活圈的城市社区公共服务设施布局优化研究——以苏州市高新区为例[D]. 苏州: 苏州科技大学, 2018.
ZHOU Biru. Layout and optimization of public service facilities in urban community based on the living circle theory: a case of SND, Suzhou City[D]. Suzhou: Suzhou University of Science and Technology, 2018.
- [5] 许晓霞,柴彦威,颜亚宁. 郊区巨型社区的活动空间——基于北京市的调查[J]. 城市发展研究, 2010 (11): 41-49.
XU Xiaoxia, CHAI Yanwei, YAN Yaning. Activity space of suburban mega-community residents: evidence from Beijing household activity-diary survey data[J]. Urban Studies, 2010(11): 41-49.
- [6] 周素红,邓丽芳. 基于T-GIS的广州市居民日常活动时空关系[J]. 地理学报, 2010, 65 (12): 1454-1463.
ZHOU Suhong, DENG Lifang. Spatio-temporal pattern of residents' daily activities based on T-GIS: a case study in Guangzhou[J]. Acta Geographica Sinica, 2010, 65(12): 1454-1463.
- [7] 申悦,柴彦威. 基于GPS数据的北京市郊区巨型社区居民日常活动空间[J]. 地理学报, 2013 (4): 506-516.
SHEN Yue, CHAI Yanwei. Daily activity space of suburban mega-community residents in Beijing based on GPS data[J]. Acta Geographica Sinica, 2013(4): 506-516.
- [8] 王波,甄峰,魏宗财. 南京市活动空间总体特征研究——基于大数据的实证分析[J]. 人文地理, 2014 (3): 14-21.
WANG Bo, ZHEN Feng, WEI Zongcai. The research on characteristics of urban activity space in Nanjing: an empirical analysis based on big data[J]. Human Geography, 2014(3): 14-21.
- [9] 王波,甄峰,张浩. 基于签到数据的城市活动时空间动态变化及区划研究[J]. 地理科学, 2015 (2): 151-160.
WANG Bo, ZHEN Feng, ZHANG Hao. The dynamic changes of urban space-time activity and activity zoning based on check-in data in sina web[J]. Scientia Geographica Sinica, 2015(2): 151-160.
- [10] 王德,钟炜菁,谢栋灿,等. 手机信令数据在城市建成环境评价中的应用——以上海市宝山区为例[J]. 城市规划学刊, 2015 (5): 82-90.
WANG De, ZHONG Weijing, XIE Dongcan, et al. The application of cell phone signaling data in the assessment of urban built environment: a case study of Baoshan district in Shanghai[J]. Urban Planning Forum, 2015(5): 82-90.
- [11] 丁亮,钮心毅,宋小冬. 上海中心城区商业中心空间特征研究[J]. 城市规划学刊, 2017 (1): 63-70.
DING Liang, NIU Xinyi, SONG Xiaodong. A study on spatial characteristics of commercial centers in the Shanghai central city[J]. Urban Planning Forum, 2017(1): 63-70.