

公共设施布局与慢行出行行为关系¹

吴娇蓉 华陈睿 王达琳

【摘要】 本文选取典型居住小区开展意愿查，采用多项 Logit (MNL) 模型建立居民非通勤慢行出行的个体行为模型，得出合理的公共服务设施布置能够促进居民在非通勤活动中采用慢行交通出行方式，分析了按出行频率大中小划分的非通勤活动的个体慢行出行考虑因素与公共设施布局影响的相关程度。在此基础上，对居住区公共设施布置提出定性定量规划建议指标。

【关键词】 公共设施；覆盖率；慢行出行；出行频率。

本文研究的慢行出行定义为步行和自行车交通。居住区公共设施是满足居民日常活动的场所，按使用性质可分为教育、医疗卫生、文化体育、休闲娱乐、商业购物、金融邮电等，公共设施规划指标的制定具有一定的灵活性，因此居住区公共设施的规划布置没有统一形式。虽然不同公共设施的布置会影响居民日常生活出行的习惯和方式，但目前关于慢行出行行为与居住区公共设施覆盖率之间的关系研究很少，急需正确把握居民非通勤活动慢行出行行为和生活习惯之间的规律，有助于城市总体规划和出行者交通出行有效引导两个层次的良性互动。为了促进非通勤活动的慢行交通出行，迫切需要从居住区公共设施的规划布局对慢行出行偏好影响入手，提出居住区设施布局规划模式和规划指标建议。

1 已有研究综述

国外对居住区公共设施布置的研究可以追溯至 1898 年霍华德著名的“田园城市”理论[1]。1971 年，Toregas 提出了站点覆盖模型，给公共设施设定一个服务半径，要求以尽量少的设施数量来满足所有的居民需求[2]。在此基础上，Church 等人在 1974 年提出了最大站点覆盖率模型，要求在设施数量一定的情况下，设施的布置方法可以满足尽可能多的居民需求[3]。此外，Hakimi 在 1964 年提出了基于几何学图论的均衡布置模型，要求在数量一定的情况，公共设施的布置能够使整个系统的居民平均出行距离最短[4]。尽管国外关于公共设施的布置模型目标不尽相同，但都是在公共设施服务半径给定的基础上制定的，而公共设施的服务半径并无明确规定。我国现行国家规范《城市居住区规划设计规范》(GB50180-93) 2002 年 3 月版对公共服务设施个项目的设置进行了规定，采用千人指标作为公共服务设施的控制指标，其中对部分设施的服务半径做出了明确要求[5]。国外学者对出行行为的研究较为系统，20 世纪 70 年代 McFadden 通过对决策阶段的 Logit 模型建模来分析各自变量对决策的影响，得到决策机理[6]，本研究将采用多项 Logit(MNL)模型[7]进行建模分析居民非通勤慢行出行的个体行为，借此说明居住区公共设施布置对个体出行行为的影响。

¹基金项目：国家自然科学基金项目资助，项目编号 51278363

2 调查设计与数据获取

本研究旨在正确了解居民日常非通勤活动的出行方式选择以及慢行出行行为，因此在上海市选取了三种典型公共设施布置的大型居住区作为研究区域来进行实地调研：公共设施混合布置的曹杨新村、沿街布置的鞍山新村和成片布置的联洋社区。调查设计问卷主要包含出行者特性、不同目的的出行信息和慢行出行意愿三方面的调查内容。出行者特性包括了年龄、性别、家庭年收入、交通工具拥有情况等。出行信息包含了通勤出行和非通勤出行目的、出行时间、出行方式、出行频率等。通过实地调研，获取有效问卷共计 311 份，能够满足本研究样本量要求。

3 居住区类型对非通勤慢行出行的影响

居住区公共服务设施的布置形式可主要分为沿街布置、成片布置、混合布置三种类型[8]。沿街布置历史最悠久、最普遍，将公共设施与街道相结合，创造出祥和的街道空间和购物环境；成片布置往往在居住区中间以建筑组合体或群体联合布置集中设置商场、娱乐设施、超市等公共设施，满足一体化的需求且易于形成独立的步行区；混合布置将沿街和成片布置相结合，能综合体现两者的特点。本研究选取了上海的鞍山新村、联洋社区、曹杨新村三个居住区分别作为公建设施沿街布置、成片布置、混合布置三种类型的居住区代表（见图 1），研究分析居住区公共服务设施布置对居民非通勤慢行出行的影响进行。

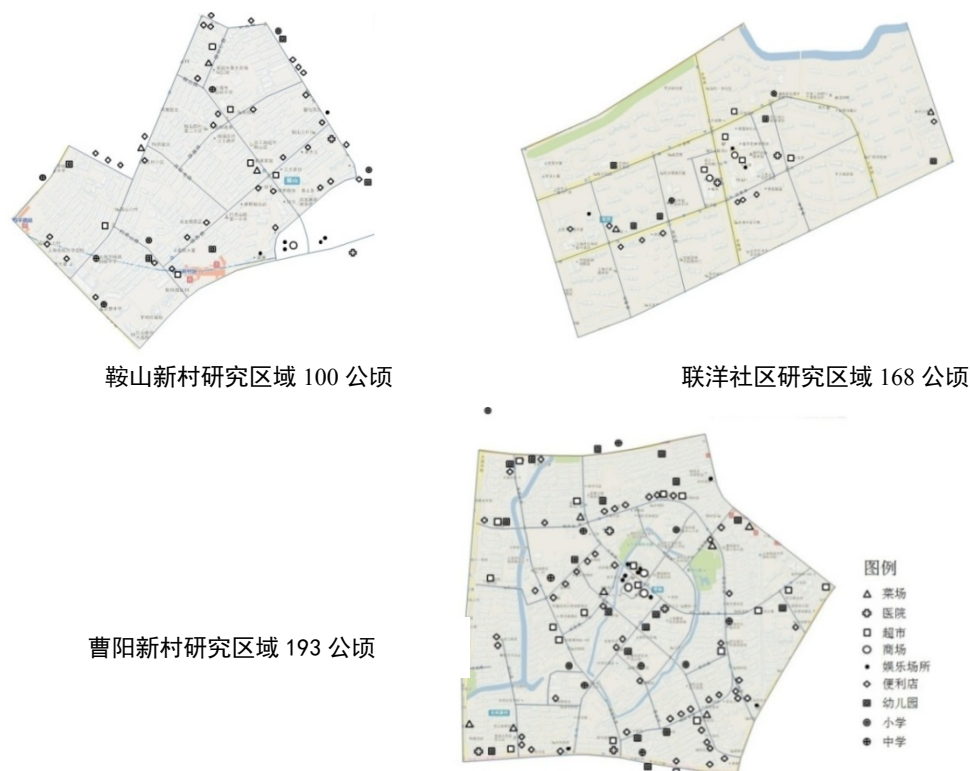


图 1 三个居住区研究区域平面图

3.1 公共设施布置情况

公共设施布置是影响居民进行非通勤活动最直观的因素，设施布置的情况决定了居民的出行距离，从而影响居民对出行方式的选择，甚至影响居民的出行频率。《城市居住区规划设计规范》（GB50180-93）2002 年 3 月版对部分设施的服务半径做出了明确要求：幼儿园服务半径不大于 300m，小学不大于 500m，中学不大于 1000m，综合百货商场不大于 500m。结合居民各类活动出行距离调查数据，对公共设施的服务半径规定见表 1，通过计算可得三个居住区各公共设施的服务区域覆盖率。

表 1 公共设施服务区域半径与覆盖率

设施类型	菜场	医院	超市	商场	娱乐场所	幼儿园	小学	中学	银行邮局
服务半径/m	300	500	300	500	300	300	500	1000	300
服务区域覆盖率/%	曹阳	61.94	80.08	95.23	48.24	45.24	84.28	88.88	100
	鞍山	53.51	43.44	98.69	40.79	35.48	75.93	100	100
	联洋	25.90	59.85	37.98	56.29	36.13	54.02	34.42	86.67

实地调研发现，三个典型居住区公共设施不仅在覆盖率上有差异，在设施的规模和级别上也存在高低。以医院和商场为例，三个居住区医院的覆盖率相差较大，曹阳新村共设 4 个医院，其中普陀区中心医院为三级甲等，其余三个均为一级；鞍山新村的医院覆盖率虽仅有 43.33%，但其上海交通大学医学院附属新华医院为三级甲等，占地面积最大，级别最高；而联洋社区的医院覆盖率虽近 60%，但联洋地段医院占地面积最小，级别最低。三个居住区的商场覆盖率相近，但联洋社区和曹阳新村的商业设施均位于地区中心，而鞍山新村商业设施位于地区边缘，在设施规模上，联洋大拇指广场建筑面积达 11 万 m²，相当于 3 个曹阳商城，4 个鞍山假日百货商场，见表 2。

公共设施服务区域覆盖率计算结果表明，曹杨新村周边设施较为完善，学校、菜场、超市、医院、银行邮局设施覆盖率均超过 62%，娱乐场所覆盖率最低为 45%；鞍山新村学校、菜场、超市、医院、银行邮局设施覆盖率在 44%以上，娱乐场所覆盖率最低为 35%；联洋社区公共设施布置相对较为集中，学校、菜场、超市、医院设施覆盖率仅 26%以上，最易造成步行出行距离远的状况，娱乐场所覆盖率与其他公共设施相比处于居中水平，为 36%。

表 2 居住区医院和商场规模比较

设施规模	医院			商场	
	名称	占地面积	级别	名称	建筑面积
曹阳	普陀区中心医院	2.89万平方米	三级乙等	曹阳商场	3.25万平方米
鞍山	新华医院	7.27万平方米	三级甲等	假日百货	2.6万平方米
联洋	联洋地段医院	0.4万平方米	一级甲等	大拇指广场	11万平方米

3.2 三个典型居住区的居民生活出行差异分析

3.2.1 活动频率

活动频率 0.9 次/天以上，即日均一次或一次以上活动：曹杨新村是买菜、锻炼、接送孩子；鞍山新村是买菜、锻炼；联洋社区是买菜、锻炼、接送孩子。活动频率在 0.09~0.2 次/

天，即平均 7~12 天一次活动：曹阳新村是商场购物、娱乐活动；鞍山新村是商场购物、娱乐活动、走亲访友；联洋社区是商场购物、娱乐活动、办理生活业务。活动频率小于 0.09 次/天，即平均两至三周一次活动：曹阳新村是约会聚餐、就医看病、走亲访友、办理生活业务；鞍山新村是约会聚餐、办理生活业务、就医看病；联洋社区是约会聚餐、走亲访友、就医看病。比较三个居住区的活动频率，结果表明曹阳新村居民的各类活动频率均较高，9 类活动中有 6 类活动频率高于其他两个居住区，这与其周边设施较为完善且覆盖率高有关。而鞍山新村内部由于缺少大型商场和娱乐设施，居民购物和娱乐活动频率明显低于曹杨新村和联洋社区；其他各类活动频率与联洋社区接近。

表 3 居住区非通勤活动频率

出行频率 (次/天)	买菜	锻炼	接送小孩	商场购物	娱乐活动	约会聚餐	就医看病	办理生活业务	走亲访友
曹阳	1.14	1.23	1.64	0.18	0.19	0.08	0.08	0.06	0.07
鞍山	0.93	1.28	1.52	0.10	0.09	0.08	0.05	0.07	0.09
联洋	1.01	1.14	1.43	0.11	0.10	0.06	0.04	0.09	0.05

3.2.2 出行距离

出行距离作为居民出行决策时的重要考虑因素，对出行方式有着较为显著的影响。分目的的居民非通勤活动频率和出行距离统计表明，日均一次或一次以上活动的出行距离最短，其中买菜和锻炼活动的平均出行距离为 0.7~1.1km，接送小孩属于刚性活动需求，不随出行距离的长短而降低活动频率，平均出行距离为 1.1~1.5km；7 天~12 天一次的商场购物、娱乐等活动平均出行距离为 1.0~1.6km；两至三周一次的约会聚餐、就医看病等活动的平均出行距离为 0.6~1.4km。居民在进行非通勤活动时，频率越高的活动对应的出行距离也越短。

表 4 各居住区居民非通勤慢行出行距离统计

慢行出行		买菜	锻炼	接送孩子	商场购物	娱乐活动	约会聚餐	看病就医	办理生活业务	所有活动
距离均值/km	曹阳	0.9	1.1	1.4	1.1	1.0	0.9	0.6	0.6	1.1
	联洋	0.9	0.8	1.5	1.3	1.6	1.0	1.3	0.8	1.3
	鞍山	0.7	0.7	1.1	1.3	1.4	1.4	1.3	0.7	1.2

三个居住区分目的的慢行出行距离统计结果表明，鞍山新村在买菜、锻炼、接送孩子三类活动的慢行距离最短，前两类活动平均为 0.7km，接送孩子平均为 1.1km，剩下的 5 类非通勤活动出行距离最短的均是曹杨新村，平均慢行距离为 0.6~1.0km；而联洋社区由于设施覆盖率低于其他两个小区，所有活动的平均慢行距离较曹阳和鞍山新村分别多出约 0.2km 和 0.1km。85%位慢行距离表明，绝大多数居民进行非通勤活动时的慢行距离均在 3km 以内。

3.2.3 出行方式

调查数据的统计分析结果表明，不同目的出行的慢行比例存在较大差异，大部分非通勤类出行的慢行比例达到了 50%以上，其中以买菜、锻炼和办理生活类业务为目的的慢行出行比例超过了 80%。三个小区的通勤出行的慢行比例仅为 24.89%，远小于非通勤出行慢行

比例。由此可见居民在进行非通勤活动时更倾向于选择步行和自行车交通方式，并且步行比例明显高于自行车出行。

联洋社区由于采用成片布置的公共设施布局模式，重视商业中心的地位和功能，但其他公共设施数量少、覆盖率低，因此出现居民非通勤出行距离较远的情况。以活动频率最高的买菜和接送小孩为例：联洋社区的 2 个菜场覆盖率仅为 25.9%，远低于曹杨新村的 61.94% 和鞍山新村的 53.51%，该社区居民买菜最远需步行 1000m，而曹阳新村和鞍山新村居民最远只需步行 500m 和 700m；联洋社区的 5 个幼儿园覆盖率为 54.02%，低于曹杨新村的 84.28% 和鞍山新村的 75.93%，联洋社区的小学覆盖率仅为 34.42%，远低于曹杨新村的 88.88% 和鞍山新村的 100%，联洋社区居民接送小孩最远需步行 1500m，而曹阳新村和鞍山新村居民最远只需步行 620m 和 500m。公共设施配置的不足导致了居民出行距离的增加，进一步诱使居民采用机动化出行方式进行非通勤活动。联洋社区居民非通勤出行的机动化比例高达 48.9%，是曹杨新村的两倍；联洋社区的小汽车家庭拥有比例高达 56%，而曹阳新村和鞍山新村仅为 16% 和 20%，可见公共设施配置间接对居民的出行方式产生重大的影响。而没有小汽车的居民采用慢行交通方式进行非通勤活动的比例往往比拥有小汽车的居民高出 10% 以上。

分目的居民非通勤活动的机动化比例表明，公共设施完善、覆盖率最高的曹杨新村各类活动的慢行比例均为最高，除了约会聚餐和走亲访友，其他活动的慢行比例均值 80% 以上；鞍山新村由于内部缺少大型商业设施，购物和娱乐活动的慢行比例低于其他两个小区，为 38.24% 和 32.54%；联洋社区除了购物、娱乐和办理生活业务步行比例高于鞍山新村外，其余各类活动的慢行比例均低于其他两个小区。

表 5 不同居住区居民非通勤活动慢行比例

慢行比例 (%)	买菜	锻炼	接送小孩	商场购物	娱乐活动	约会聚餐	就医看病	办理业务	走亲访友
曹阳	89.47	93.33	80.00	85.87	85.71	38.81	86.17	93.59	16.67
鞍山	86.18	94.87	71.32	38.24	32.54	36.84	44.12	74.29	8.57
联洋	77.42	88.33	68.42	50.00	36.36	29.79	13.04	77.36	6.38

3.3 公共设施布置对非通勤个体慢行出行行为的影响分析

在上海市三个居住区居民非通勤慢行出行分析结果基础上，从个体慢行出行行为选择因素出发，深入分析出行行为与公共设施布局的关系。本研究采用多项 Logit(MNL)模型建立居民非通勤慢行出行的个体行为模型。为了更好地说明居民选择慢行交通的行为机理及公共设施布置形式对其产生的影响，将多余的交通方式排除，仅把公共交通、自行车、步行三种出行方式作为反应变量，对应变量 y 的值为 1~3。以公共交通出行方式作为参照类，多项 Logit 模型表达式如下：

$$\ln \frac{P(y = j|x)}{P(y = 1|x)} = \alpha_j + \sum_{k=1}^K \beta_{jk} x_k, j = 2,3$$

其中, k 为自变量 x 的个数, $P(y = j|x)$ 为选择方式 j 的概率, α 为截距, β 为回归系数。

运用 SPSS 统计分析软件对模型参数进行标定, 排除对因变量 y 影响不显著的变量, 最终模型包含 8 个自变量, 模型 R 方达到 0.738, 表明拟合度良好。具体标定结果如下:

表 6 多项 Logit 模型标定结果

自变量名称	出行方式	回归系数	出行方式	回归系数
截距		-2.185		5.228
出行距离/km		-0.442		-2.541
出行频率/(次/月)		-0.057		0.185
年龄	≤20	-2.334		-2.835
	20-30	-0.554		-1.357
	31-40	-0.922		0.476
	41-50	-1.083		-2.802
	51-60	-0.532		-1.160
	≥61	0		0
家庭年收入	<3	1.258		1.529
	3-6	1.891		0.279
	6-10	2.092		-0.350
	10-15	2.182		0.450
	>15	2.076		2.025
	学生	0		0
小汽车拥有情况	有	-1.223		-1.167
	无	0		0
自行车拥有情况	有	2.844		1.466
	无	0		0
出行目的	1	2.032		0.044
	2	2.381		1.672
	3	3.536		6.558
	4	3.492		0.023
	5	1.580		0.778
	6	1.827		1.042
	7	1.556		1.766
	8	0.763		0.610
	9	0.176		1.208
	10	0		0
居住区	曹阳	0.005		1.813
	联洋	-0.565		-0.531
	鞍山	0		0

由表 6 可知, 个体自身因素中 60 岁以上的老年人选择慢行出行方式的概率最大; 家庭拥有小汽车的居民慢行出行概率小于无小汽车居民; 年收入对自行车出行方式影响不大, 但有趣的是, 年收入低于 3 万和高于 15 万的居民明显比中等收入居民步行意愿强烈, 说明低收入群体更关注非通勤活动的出行成本, 而高收入群体关注步行有强身健体的功效。

居住区公共设施布置对居民慢行出行的影响为: 公共设施混合型布置的曹杨新村居民最偏好选择慢行交通方式出行, 变量系数>0, 这种布置方式既能满足居民各种类型的活动需求, 同时保证了设施的覆盖率以及较短的出行距离; 成片布置的联洋社区比较重视商业设施, 而忽略了菜场、超市等设施, 导致设施的覆盖率低、非通勤活动的出行距离长, 居民采用慢行交通方式进行非通勤活动的概率最低, 变量系数<0。

根据居民出行意愿调查结果以及公共设施布局对出行行为影响的分析, 归纳得到按出行频率划分的三类活动个体出行考虑因素如表 7:

表 7 个体慢行出行考虑因素及公共设施布局影响程度

活动分类	个体出行考虑 首要因素	个体出行考虑 次要因素	公共设施布局影 响程度
日均一次或一次以上： 买菜、锻炼、接送小孩	出行距离、出行成本	出行环境、设施规模	很大
平均7~12天一次： 商场购物、娱乐活动等	设施规模、出行距离	出行成本、出行环境	较大
平均两至三周一次活动： 约会聚餐、就医看病等	设施规模、出行环境	出行距离、出行成本	较小

4 居住区公共设施布局建议

随着机动化交通工具拥有水平的提高,居住区公共设施的规划布局正从老式居住小区的沿街布置逐步向新式居住小区的成片布置过渡。既然合理的公共服务设施布置能够促进居民采用慢行交通出行方式进行相应的非通勤活动,为了促进慢行交通出行,倡导绿色低碳生活,可以首先从居住区公共设施的规划布局对慢行出行偏好影响入手,提出居住区设施布局规划模式和规划指标建议。国内学者提出居住区公共设施宜采用“大集中,小分散”的布置模式,其中大集中指可满足周边居民一站式休闲购物文化活动的文化体育中心、大型公园、大型商场等,小分散考虑公共设施在街坊内的便利可达,将其与街道、绿地、合流相结合。结合本文的调查和分析,公共设施成片布置的小区在居民非通勤日常生活活动中,居民的慢行出行偏好低于沿街布置和混合布置的小区。

因此,建议将居住区公共设施“大集中,小分散”布置定性定量为沿街布置和成片布置的融合,改造成新一代混合布置模式。即公共设施沿街布置的老式居住区需在区域内部增设一定级别的综合型商业设施,满足对应居住人口的购物、休闲娱乐等活动需求;成片布置的居住区需分散布置菜场、学校、医院、邮局、小型超市等设施,保证各类设施覆盖率均达到65%以上,控制居民非通勤活动平均出行距离在0.7km以内。

5 结论

本文对上海市曹杨新村、鞍山新村、联洋社区三种不同公共设施布置形式的典型居住区进行实地调研,得出合理的公共服务设施布置能够促进居民在非通勤活动中采用慢行交通出行方式,小区居民的慢行出行偏好为公共设施成片布置的联洋社区<沿街布置的鞍山新村<混合布置的曹杨新村。在此基础上建议居住区公共设施布置采用沿街布置和成片布置的融合模式,新建居住区的公共设施规划布局在保证公共设施的千人控制指标条件下,按照本文提出的各类公共设施服务半径,使各类设施服务区域覆盖率达到65%以上。

【参考文献】

- [1] 埃比尼泽·霍华德著.金经元译.《明日的田园城市》.商务印书馆.2010.
- [2] Toregas C., Swain R., ReVelle C. and L. Bergmann, 1971, "The location of emergency service facilities", Operations Research, 19, 1363 - 1373.
- [3] Church R. and C. ReVelle, 1974, "The Maximal Covering Location Problem", Papers of the Regional

Science Association, 32, 101 - 118.

[4] Hakimi, S., 1964, "Optimum locations of switching centres and the absolute centres and medians of a graph". Operations Research , 12, 450-459.

[5] 《城市居住区规划设计规范 GB 50180-1993 (2002 年版)》[M]. 国家技术监督局, 中华人民共和国建设部, 2002.

[6] McFadden D. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior[A]. Paul Z. Frontiers in Econometrics[C].New York: Academic Press,1973. 105-142.

[7] David A Hensher, Kenneth J Button. Handbook of Transport Modeling[Z], 2000.

[8] 朱家瑾. 《居住区规划设计 (第二版)》[M]. 中国建筑工业出版社, 2007.

【作者简介】

吴娇蓉, 女, 博士, 同济大学交通运输工程学院, 交通系副主任, 教授。电子信箱: wjrshjtj@163.com

华陈睿, 男, 硕士研究生在读, 同济大学交通运输工程学院, 学生, 电子信箱: 273476883@qq.com

王达琳, 女, 学士, 同济大学交通运输工程学院, 学生, 电子信箱: 504551974@qq.com