

# 基于 30 min 通勤可达范围的居住区分类及特征指标

吴娇蓉, 余 淼, 朱启政

(同济大学 道路与交通工程教育部重点实验室, 上海 201804)

**摘要:** 以上海市 15 个居住区通勤出行调查数据为基础, 确定合理的单次通勤出行时间预算目标值为 30 min. 利用电子地图应用程序编程接口(API)二次开发和地理信息系统(GIS)技术绘制居住区居民使用小汽车、轨道交通、常规公交方式 30 min 通勤活动空间可达范围. 从 30 min 通勤可达范围交通系统配置角度, 分析居住区通勤可达范围差异产生原因. 重点对居住区公共交通 30 min 通勤可达范围内各类提供工作岗位的设施点密度、被调查者上班地点落在该范围比例、使用小汽车通勤出行比例之间的相关性进行分析. 提出分类居住区的针对性交通改善策略.

**关键词:** 通勤活动; 30 min 通勤可达范围; 居住区分类; 设施点密度; 交通方式比例

中图分类号: U121

文献标志码: A

## Analysis on Characteristic Indexes and Classification of Residential Districts Based on 30-minute Accessible Commute Range

WU Jiaorong, YU Miao, Zhu Qizheng

(Key Laboratory of Road and Transportation Engineering of the Ministry of Education, Tongji University, Shanghai 201804, China)

**Abstract:** Based on the commute survey data of 15 residential districts, this paper determined a reasonable budget value of single commute travel time was 30 minutes. Then 30-minute accessible commute range of respectively using car, railway and bus based on secondary-developed electronic map API (application programming interface) and geographic information system(GIS) technology was depicted. From the traffic system configuration in 30-minute accessible commute range, the reason for the difference of accessible commute range was analyzed. Correlation among density of various facilities providing working post, the proportion of respondent workplace and the ratio of using car for commute in 30-minute accessible commute range was specially analyzed. Finally, traffic improvement strategy of classified residential districts was proposed.

**Key words:** commute activity; 30-minute accessible commute range; classification of residential districts; facility density; transport modal share

由于人们在一天中的工作和睡眠时间基本恒定, 因此, 不论处在何种经济条件、文化背景以及地理条件下, 无论采取何种交通工具, 人们每天花在出行上的时间都是相对固定的. 研究发现, 居民日平均出行时间约为 1.1 h, 世界人口的平均通勤时间水平为 30~35 min<sup>[1]</sup>.

上海市第五次综合交通调查数据显示, 2014 年中心城 660 km<sup>2</sup> 居民的平均通勤出行时间为 42.7 min, 高于 2009 年 40.8 min<sup>[2]</sup>. 由此, 需要考虑 3 个问题: ①上海中心城居民平均通勤出行时间高于世界人口通勤出行时间平均水平, 且在缓慢增长, 目前的交通系统配置水平是整体性不足还是局部性不足? ②人们总是通过工作地点、居住区以及交通方式的选择, 试图把用于路途的时间调整在可接受的范围内<sup>[1]</sup>. 居住区周边交通系统配置水平差异对通勤时间、通勤可达范围、通勤方式结构影响程度有多大? ③是否还有其他潜在原因没有被发现?

针对以上问题, 本文采集居民实际“门到门”通勤时间、期望通勤时间、通勤满意度等数据, 选取通勤活动出行时间预算约束这一新角度, 研究在该时间约束下各类居住区现行交通系统供给配置水平、居民使用不同交通方式的通勤活动空间可达范围(下文简称为“通勤可达范围”); 重点针对公共交通通勤可达范围, 探索交通特征指标、开发密度、工作地点选择之间的相关性. 针对性提出不同类型居住区周边交通系统配置存在的问题和改善策略, 以期缩短居民的通勤出行时间, 使其接近居民期望通勤出行时间.

## 1 研究综述

国内学者对北京、上海、广州、大连、苏州、成都等不同城市居民的通勤活动时空间特征进行分析. 描述居民通勤时间特征的指标主要有平均通勤时间、通勤时间频率分布曲线和累计频率分布曲线<sup>[3-4]</sup>,除了关注实际通勤时间外,将通勤时间分为可容忍通勤时间、合理通勤时间和实际通勤时间,得出居民实际通勤时间平均值处于可容忍通勤时间平均值范围内,但超出了合理通勤时间<sup>[5]</sup>. 描述居民通勤空间特征的指标主要有通勤距离、通勤圈层和通勤活动空间等<sup>[3-7]</sup>,其中通勤圈层是以某一调查小区为中心,以一定的通勤距离为半径所绘制成的圈层范围,忽略了不同方向上交通系统实际速度差异;而通勤活动空间指标则主要关注居民实际的通勤活动范围. 国外学者更关注城市规模、密度和空间结构对通勤距离<sup>[8]</sup>、通勤行为<sup>[9]</sup>、通勤效率<sup>[10-11]</sup>的影响.

从以上研究成果来看,关注时间预算约束下的通勤活动空间的研究较少. 本文将首先分析期望通勤时间与实际通勤时间的关系,确定合理的通勤时间预算约束目标,然后研究通勤时间预算约束下,居住区不同交通方式的通勤可达范围,以及基于通勤可达范围差异的居住区分类方法,并分析通勤活动空间、交通、开发密度特征指标的关联性.

## 2 通勤时间预算指标确定

### 2.1 调查与数据

本次调查共选取了上海市不同区域的 15 个居住区,其中内环内 4 个,外环与内环间 6 个,外环外 5 个,15 个居住区中既有距离轨道站近的,也有距离轨道站实际步行距离在 2 km 以上的. 以此保证调查所得的居民通勤出行活动数据具有代表性. 调查时间为 2015 年 5 月,共收集到 1597 份有效样本数据. 本次调查的实际通勤时间平均值为 40.8 min,与上海市第五次综合交通调查数据 42.7 min 仅相差 4.4%,认为本次调查数据可信、有效.

### 2.2 通勤时间预算指标确定

调查问卷中实际通勤时间是指居民每天实际花费的由家到工作单位“门到门”通勤出行时间,而期望通勤时间是以目前实际通勤时间为参考,询问居民采用相同交通方式,期望通勤时间是多少. 故期望通勤时间是相对于实际通勤时间得出的愿望值. 居

民实际通勤时间与期望通勤时间之间的差距,可反映居民对通勤出行时间的满意度的高低.

绘制居民实际通勤时间与期望通勤时间的累计频率分布曲线,如图 1 所示,两条曲线呈现相同的变化趋势,居民期望通勤时间明显小于实际通勤时间. 本次调查的实际通勤时间平均值与期望通勤时间平均值分别为 40.8 和 22.1 min,均接近 60%分位值,说明近 60%的居民实际通勤时间小于 40.8 min,如表 1 所示. 另一方面,实际通勤时间与期望通勤时间比值呈现一定规律:85%分位的实际通勤时间与期望通勤时间比值 2.21 大于二者平均值的比值 1.85 再大于 50%分位值的比值 1.59. 说明,通勤时间越长,人们期望缩短通勤时间的意愿越大.

值得注意的是,85%的居民期望通勤时间在 30 min 以内,30 min 也是世界人口的单次平均通勤时间水平<sup>[1]</sup>. 故本文将 30 min 确定为合理的单次通勤出行时间预算目标值.

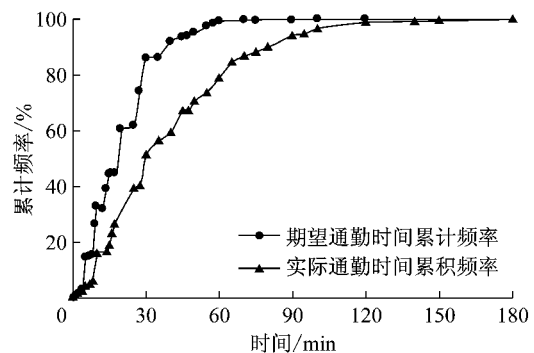


图 1 实际通勤时间与期望通勤时间累计频率分布对比  
Fig.1 Comparison of cumulative frequency distribution between actual and expected commute time

表 1 通勤实际出行时间和期望出行时间指标值对比  
Tab.1 Comparison of index value between actual and expected commute time

指标	实际值/ min	期望值/ min	实际值与期望值的比值
50%位通勤出行时间	29.7	18.7	1.59
通勤出行时间平均值	40.8	22.1	1.85
85%位通勤出行时间	66.4	30.0	2.21

## 3 基于 30 min 通勤可达范围的居住区分类

居住区周边交通系统配置的差异导致通勤可达范围大小有别. 根据小汽车和公共交通可达范围的包含关系、面积比值、公共交通可达范围形状,并结合各居住区周边常规公交、轨道交通、私人交通配置

水平,进行居住区分类,探究不同类型居住区 30 min 通勤可达范围差异产生的深层次原因.

### 3.1 30 min 通勤可达范围提取

传统出行时间往往采用出行距离除以某种交通方式的速度得到,不能反映“门到门”的出行时间和实际路网运行状况.故本文基于电子地图应用程序编程接口(API)二次开发,获取工作日通勤早晚高峰时段居民使用不同交通方式“门到门”30 min 的通勤可达范围,用封闭的凸多边形表示.公共交通出行方式链中仅包括“步行+常规公交”和“步行+轨道交通”两种.小汽车通勤出行中,居民从家出发或从目的地出发,到达停车位的平均步行时间均设为 2min,故使用小汽车驾车时间以 26min 计算.按照上述方法,得到 15 个居住区使用小汽车、常规公交和

轨道交通 30 min 通勤可达范围.

### 3.2 居住区分类方法

#### 3.2.1 周边交通系统配置水平评价标准

公共交通居住区 30 min 通勤范围综合交通系统配置水平评价考虑公共交通和私人交通两个方面.公共交通选取的指标为:居住区公共交通 30 min 通勤可达范围内的站点密度、线路数、公交专用道路段数、步行/骑行至最近轨道站的时间(取居住区形心至轨道站距离计算);私人交通选取路网拥堵指数,即居住区小汽车 30 min 通勤可达范围内小汽车通勤高峰时段行驶时间与平峰时段行驶时间的比值,比值越大,拥堵指数越高;具体的评价标准见表 2.

表 2 交通系统配置水平评价标准

Tab.2 Evaluation criteria of traffic system configuration

指标	五角星数			
	★	★★	★★★	★★★★
常规公交站点密度/(个·km <sup>-2</sup> )	(0,8]	(8,10]	(10,12]	(12,30]
常规公交线路数/条	(0,10]	(10,20]	(20,30]	(30,100]
轨道交通站点密度/(个·km <sup>-2</sup> )	0	(0,0.2]	(0,0.5]	(0.5,10]
轨道交通线路数/条	0	(0,5]	(5,10]	(10,20]
公交专用道路段数/个	0	(0,5]	(5,10]	(10,100]
路网拥堵指数	(1.20,+∞)	(1.15,1.20]	(1.10,1.15]	(1.05,1.10]

#### 3.2.2 基于通勤可达范围的居住区分类

根据小汽车和公共交通可达范围的面积比值、

包含关系,并结合各居住区公共交通、私人交通配置水平(表 3),将居住区分为 4 类(表 4):

表 3 4 类居住区的周边交通系统配置水平

Tab.3 level of neighboring traffic system configuration in four-type residential districts

指标	类型				
	地铁缺失型	重叠交错型	包含覆盖型	长条廊带型	
常规公交	站点密度	★	★★★★	★★★	★★
	线路数	★	★★★★	★★★	★★
	公交专用道	★	★★★★	★★★	★★
轨道交通	站点密度	★	★★★	★★★	★★★★
	线路数	★	★★★★	★★★	★★
	步行至最近轨道站时间	32 min	8 min	5 min	12 min
私人交通	骑行至最近过到站时间	12 min	3 min	2 min	5 min
	路网拥堵指数	★★★★	★	★★	★★★★
小汽车和公共交通 30 min 通勤可达范围的面积比值均值		27.66	1.48	2.15	10.00

注:一至四颗星的具体评价标准见表 2

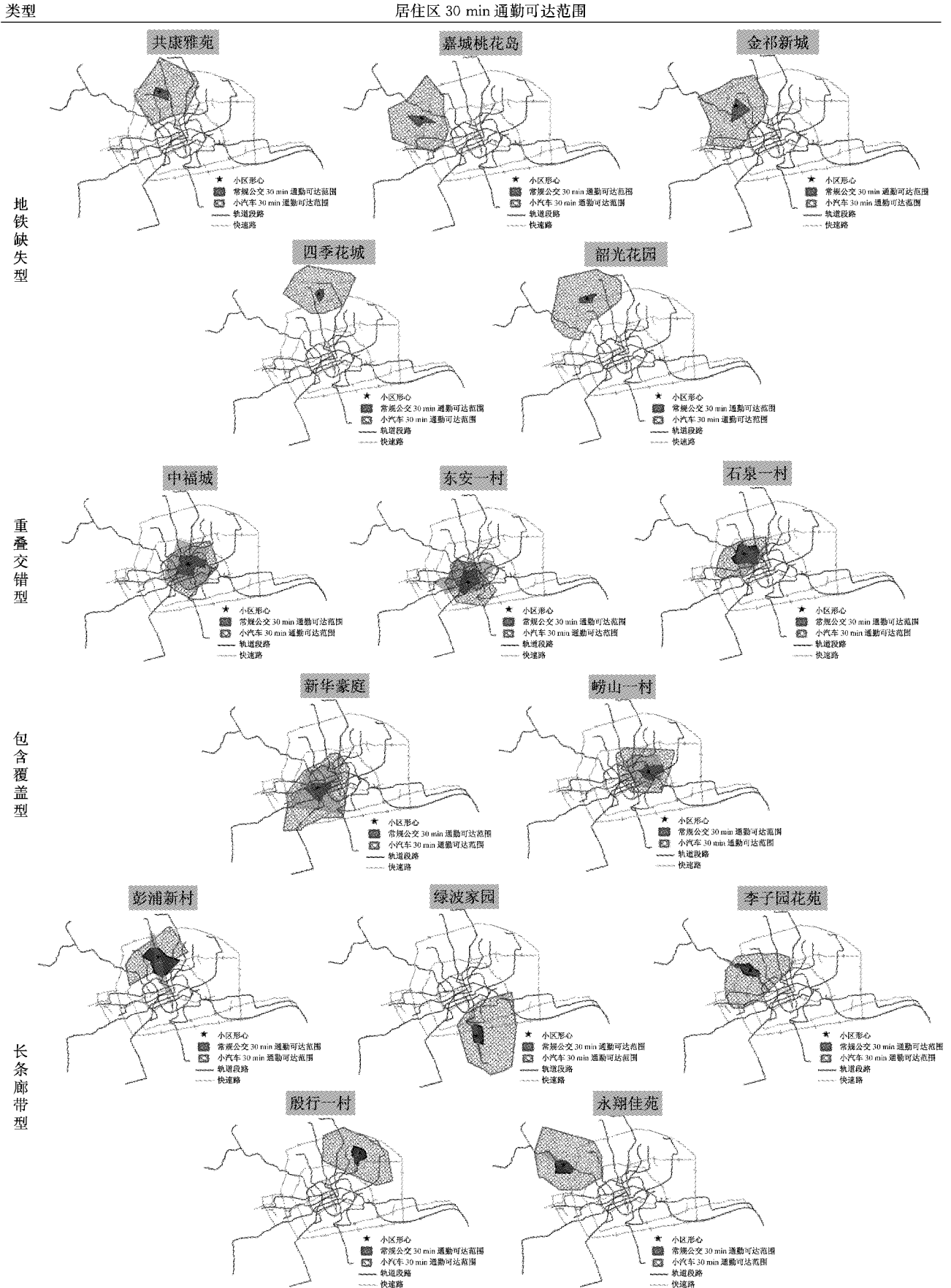
第一类:地铁缺失型居住区.这类居住区小汽车和公共交通 30 min 通勤可达范围的面积比值均值为 27.66.常规公交站点密度和线路数较少(一颗★),导致常规公交 30 min 通勤可达范围较小.通常,这类地区路网拥堵指数较小(道路运行水平四颗★),小汽车 30 min 通勤可达范围较大.

第二类:三种交通方式 30 min 通勤可达范围重

叠交错型的居住区(下文简称为“重叠交错型居住区”).这类居住区 30 min 通勤可达范围中轨道线路多(四颗★),轨道站点密度高(三颗★),常规公交配置水平高(四颗★),小汽车拥堵指数高(道路运行水平一颗★),小汽车 30 min 通勤可达范围明显小于地铁缺失型居住区,小汽车 30 min 通勤可达范围与公共交通、轨道交通 30 min 通勤可达范围存在着重

表 4 居住区 30 min 通勤可达范围分类

Tab.4 Classification of 30-minute accessible commute range in residential districts



地铁缺失型

重叠交错型

包含覆盖型

长条廊带型

叠和交错,且公共交通、轨道交通 30 min 通勤可达范围在居住区各个方向上差异较小. 这类居住区小汽车和公共交通 30 min 通勤可达范围的面积比值均值仅为 1.48.

第三类:三种交通方式 30 min 通勤可达范围包含覆盖型的居住区(下文简称为“包含覆盖型居住区”). 这类居住区的轨道线路较多(三颗★),轨道站点密度高(三颗★),常规公交配置水平较高(三颗★),小汽车拥堵指数较高(道路运行水平两颗★),轨道交通 30 min 通勤可达范围完全覆盖了常规公交 30 min 通勤可达范围,小汽车 30 min 通勤可达范围完全覆盖了轨道交通 30 min 通勤可达范围,但是仍明显小于地铁缺失型居住区,三种交通方式可达范围呈现三级圈层结构,公共交通、轨道交通 30 min 通勤可达范围在居住区各个方向上差异较小. 这类居住区小汽车和公共交通 30 min 通勤可达范围的面积比值均值为 2.15.

第四类:30 min 轨道交通通勤可达范围呈长条廊带型的居住区(下文简称为“长条廊带型居住区”). 这类居住区周边轨道线路仅有 1~2 条,常规公交配置水平一般(二颗★),小汽车拥堵指数较低(三颗★),轨道交通 30 min 通勤可达范围在居住区各个方向上差异明显,往往沿着轨道线路延伸呈现狭长的形状. 常规公交 30 min 通勤可达范围与轨道交通 30 min 通勤可达范围存在重叠和交错,常规公交对轨道交通起到一定的补充作用. 周边路网通勤时段运行较畅通(三颗★),小汽车 30 min 通勤可达范围较大. 这类居住区小汽车和公共交通 30 min 通勤可达范围的面积比值均值为 10.0.

## 4 居住区公共交通 30 min 通勤可达范围规划指标相关性分析

### 4.1 设施点密度与上班地点落在公共交通 30 min 通勤可达范围比例的相关性分析

首先统计两项指标:①统计各居住区被调查居民上班地点落在公共交通 30 min 通勤可达范围内的比例(下文简称为“上班地点比例”);②基于电子地图提取的各类提供工作岗位的办公、商业、学校、医院、娱乐等设施点,计算出各居住区公共交通 30 min 通勤可达范围内提供工作岗位的设施点密度(下文简称为“设施点密度”). 然后,采用 SPSS 软件对公共交通 30 min 通勤可达范围内设施点密度和上班地点比例进行曲线拟合,拟合结果显示指数型

模型拟合效果最好,如图 2 所示.

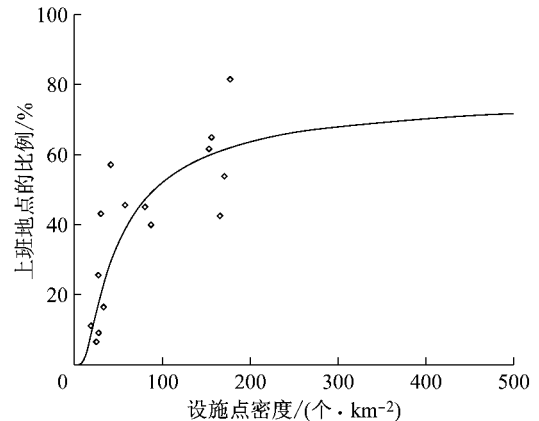


图 2 上班地点比例与设施点密度趋势线

Fig.2 Trend line between the proportion of workplace and facility density

拟合得到的指数模型曲线公式为

$$y = \exp(4.3530 - 0.3988/x) \quad (1)$$

式中: $y$  为上班地点比例; $x$  为设施点密度.

由图 2 和式(1)可以得到以下结论:

(1)居住区公共交通 30 min 通勤可达范围内设施点密度与上班地点比例呈正相关关系,即居住区公共交通 30 min 通勤可达范围内设施点密度越大,上班地点比例就越高.

(2)根据拟合得到的指数型曲线公式,随着居住区公共交通 30 min 通勤可达范围内设施点密度的增加,上班地点比例增加的边际值先增加,后减小,最后趋向于 0. 即上班地点比例将稳定在一定的水平,不会再随设施点密度增加而增加,由图 2 可知,上班地点比例将会稳定在 75%左右. 由于环境、土地资源等的约束,居住区周边提供工作岗位设施点不可能无限制地增加,因此图 2 的模拟曲线具有合理性.

### 4.2 上班地点比例与使用小汽车出行比例的相关性分析

将居住区公共交通 30 min 通勤可达范围内居民通勤活动的出行方式分为小汽车、助电动车、公共交通和自行车/步行三大类. 采用 SPSS 软件对上班地点比例与公共交通 30 min 通勤可达范围内使用小汽车通勤出行比例进行曲线拟合,拟合结果显示逆模型拟合效果较好,如图 3 所示. 值得注意,由于样本量数据的限制,在上班地点比例小于 10%时,逆模型曲线解释力不足.

拟合得到的逆模型曲线公式为

$$z = 8.4578 + \frac{157.3438}{y} \quad (2)$$

式中: $z$  为小汽车出行比例; $y$  为上班地点比例。

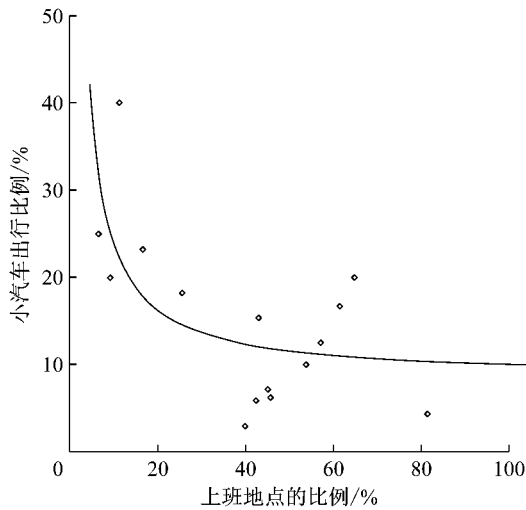


图 3 上班地点比例与小汽车比例趋势线

Fig.3 Trend line between the proportion of workplace and the ratio of using car

故由图 3 和式(2)可知:

公共交通 30 min 通勤可达范围内,上班地点比例与小汽车出行比例呈现负相关性,即当上班地点比例越高时,使用小汽车的比例越低,其中使用小汽车的比例最低约为 7%,相应地,使用公共交通、步行、自行车和电动车的比例将上升,最高接近 90%。

### 4.3 分类居住区特征指标与通勤出行方式关系

以 4 类居住区为分析单元,分别统计各类居住区公共交通 30 min 可达范围内设施点密度、上班地点比例和该范围内通勤小汽车、公共交通和步行/自行车、助动车/电动车出行比例的平均值,如表 5 所示。由表中数据可知,要使居住区公共交通 30 min 通勤可达范围内使用小汽车的比例降低,使用公共交通和步行等绿色出行方式的比例升高,期望缩短实际通勤时间,提高通勤出行活动质量。可以从两方面着手:① 在土地开发强度许可范围内,增加公共交通 30 min 通勤可达范围内的设施点密度;② 通过

表 5 分类居住区特征指标与出行方式比例

Tab.5 characteristic index and transport modal share of classified residential districts

居住区分类	设施点密度/(个·km <sup>-2</sup> )	上班地点比例/%	公共交通 30 min 通勤可达范围内出行方式比例/%		
			小汽车	助电动车	公共交通、步行和自行车
重叠交错型	171	60.28	6.74	8.9	84.36
包含覆盖型	154	63.20	18.84	10.00	71.16
长条廊带型	57	39.87	13.18	7.81	79.01
地铁缺失型	28	20.27	20.36	30.76	48.88

公共交通系统改善扩大公共交通 30 min 通勤可达范围的面积,使上班地点落在该范围内的比例增加。

由表 5 可知,重叠交错型居住区,公共交通 30 min 通勤可达范围内设施点密度(171 个·km<sup>-2</sup>)明显高于其他三类居住区,被调查居民上班地点比例(60.28%)在 4 类居住区中属于较高水平,而该范围内的小汽车出行比例是 4 类居住区中最低的(6.74%),居民使用公共交通和步行方式的比例是 4 类居住区中最高的(84.56%)。不论是周边交通系统配置水平还是设施点配置水平,均属于可推荐的理想居住区类型。

包含覆盖型居住区,公共交通 30 min 可达范围内设施点密度(154 个·km<sup>-2</sup>)略低于三种交通方式可达范围重叠交错型居住区,被调查居民上班地点比例(63.20%)略高于重叠交错型居住区,该范围内通勤时段小汽车拥堵指数高,但是小汽车出行比例与重叠交错型的居住区和轨道交通长条廊带型相比明显偏高(18.84%),因此,需要针对这类居住区的小汽车通勤出行进行适当控制与引导。

对于长条廊带型居住区,公共交通 30 min 通勤可达范围内设施点密度、被调查居民上班地点比例和小汽车出行比例在 4 类居住区中处于中等水平,分别为 57 个·km<sup>-2</sup>和 39.87%,其轨道交通 30 min 可达范围主要沿邻近的 1~2 条轨道线路延伸,但与小汽车 30 min 通勤可达范围相差较大,一定程度上导致了小汽车出行比例的增加,故要使该类小区居民的绿色出行比例增加及上班地点更多地落在 30 min 公共交通可达范围内,建议采用缩短“至轨道交通的接驳时间,增加轨道交通可达范围”和“提供新型快速直达公交服务增加常规公交可达范围”的交通系统优化策略。

地铁缺失型居住区,公共交通 30 min 可达范围内的设施点密度仅为重叠交错型居住区的 16%,被调查者上班地点比例仅为重叠交错型居住区的 1/3,需要首先从增加 30 min 公共交通可达范围着手对地铁缺失型居住区的公共交通系统进行快速、可靠性方面的优化改善,为将来助电动车使用者转化为公交使用者提供可能。另一方面,地铁缺失型居住区使用电动车和助动车的比例明显高于其他三类小区。考虑到地铁缺失型居住区多位于中心城外,道路拥挤程度较小,使用助动车和电动车出行较为便利,应采取相应措施保障并提高电动车和助动车的通行环境品质及安全性。

## 5 结论

本文基于上海市域范围内 15 个居住区居民通勤出行调查数据,结合居住区公共交通、私人交通 30 min 通勤可达范围面积比值、重叠关系和综合交通系统配置水平,提出基于居住区 30 min 通勤可达范围的分类方法.对 4 类居住区公共交通 30 min 通勤可达范围内的重要规划指标进行相关性分析,并与通勤出行方式结构开展关联分析,得出一些规划引导策略.

由于数据量的限制,本文图 2 和图 3 的两条相关性曲线仍需要继续采集其他居住区数据进行验证;后续研究将开展不同城市居住区居民通勤出行活动比较分析,使研究结论具有普适性.另一方面,目前的研究仅针对 30 min 的通勤空间范围,不同通勤时间预算目标值的通勤空间范围同 30 min 的通勤空间范围类型划分是否存在明显的差异仍需进一步的探讨.

### 参考文献:

- [1] Schafer A, Victor D. The future mobility of the world population[J]. *Transportation Research A*, 2000, 34(3): 171
- [2] 上海市第五次综合交通调查联席会议办公室,上海市城市交通规划研究院.上海市第五次综合交通调查总报告[R].上海:[s. n.], 2015.  
The Fifth comprehensive traffic survey of Shanghai office, Shanghai institute of urban comprehensive transportation planning. Report of the fifth comprehensive traffic survey[R]. Shanghai: [s. n.], 2015.
- [3] 李峥嵘,柴彦威.大连市民通勤特征研究[J]. *人文地理*, 2000, 15(6): 67.
- LI Zhengrong, CHAI Yanwei. A study on the commuting features of dalian citizens[J]. *Human Geography*, 2000, 15(6): 67.
- [4] 孟庆艳,陈静.城市居民通勤活动行为的时空特征研究——以上海浦东新区为例[J]. *交通与运输(学术版)*, 2006, 7(1): 6.  
MENG Qingyan, CHEN Jing. A study on the time-space characteristics of urban commuting: a case study of Pudong new district[J]. *Traffic and Transportation (Academic Version)*, 2006, 7(1): 6.
- [5] 干迪,王德,朱玮.上海市近郊大型社区居民的通勤特征——以宝山区顾村为例[J]. *地理研究*, 2015, 34(8): 1481.  
GAN Di, WANG De, ZHU Wei. Research on the residents' commuting feature of large-scale residential district in suburban Shanghai: a case study of Gucun, Baoshan District [J]. *Geographical Research*, 2015, 34(8): 1481.
- [6] 张艳,柴彦威.北京城市中低收入者日常活动时空间特征分析[J]. *地理科学*, 2011, 31(9): 1056.  
ZHANG Yan, CHAI Yanwei. The Spatio-temporal activity pattern of the middle and the low-income residents in Beijing, China[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2011, 31(9): 1056.
- [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, 68(4): 506.  
SHEN Yue, CHAI Yanwei. Daily activity space of suburban mega-community residents in Beijing based on GPS data[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(4): 506.
- [8] Wachs M, Taylor B D, Levine N, et al. The changing commuting: a case-study of the Job-housing Relationship Overtime[J]. *Urban Studies*, 1993, 30(10): 1711.
- [9] Schwanen T, Dieleman F M, Dijst M. The impact of metropolitan structure on commute behavior in the netherlands: a multilevel approach[J]. *Growth and Change*, 2004, 35(3): 304.
- [10] Niedzielski M A. A spatially disaggregated approach to commuting efficiency[J]. *Urban Studies*, 2006, 43(13): 2485.
- [11] Kawabata M, Shen Q. Commuting inequality between cars and public transit: the case of the San Francisco Bay Area, 1999—2000[J]. *Urban Studies*, 2007, 44(9): 1759.