

# 大城市铁路主要客站接驳效用计算模型及分析方法

寇俊, 顾保南

(同济大学 道路与交通工程教育部重点实验室, 上海 201804)

**摘要:** 大城市居民铁路出行的接驳效用对居民出行总成本及铁路客流分担率均有重要影响. 针对以往城际出行研究中城市内分区的考虑不足, 提出城市内市级、区级、街道级和街区级 4 种层级的分区规则. 根据不同层级提出相应的路网构建及所需变量, 构建效用计算模型并分析其内涵差异, 通过接驳时间、总成本的偏差值来分析分区层级对效用计算的影响. 结果表明, 街道级别为合理的分区层级, 以道路网为简化的公交网可以满足精度要求, 同时可减少大量的工作量. 案例验证了方法的可实施性和有效性.

**关键词:** 铁路主要客站; 接驳效用; 分区层级; 偏差值分析  
**中图分类号:** U212.1 **文献标志码:** A

## Methods of Access Utility Calculation and Analysis of the Main Railway Station in Metropolis

KOU Jun, GU Baonan

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

**Abstract:** According to insufficient account of the proposed zoning rules in the city in previous researches of inter-city trips, this paper proposed the corresponding access traffic network and the required variables of the city, district, town or subdistrict and block zone levels of the city. Furthermore, it provided the model of access utility and analyzed its difference of constitution with different zone levels. In addition, it put forward a method to analyze the difference among the zone levels by calculating the deviation of the access time and the total access cost in different zone level. It is concluded that the town or subdistrict zone is the reasonable zoning rule. Using the road network as the simplified bus network can meet the accuracy requirement, and reduce a lot of work. At last, through the case analysis, it verified the effectiveness of the method, and provided the basis for the prediction of share ratios of inter-city trip.

**Key words:** main railway station; traffic zone level; access utility; deviation analysis

根据《全国铁路车站等级核定办法》, 本文将日均上、下车及换乘旅客在 15 000 人以上, 并办理到达、中转行包在 1 500 件以上的客运站定义为铁路主要客站.

在确定出发的铁路主要客站后, 乘客需从出发地, 如家或者单位, 选择地铁、公交、出租车等接驳交通方式, 到达该铁路主要客站, 这个行程称为铁路主要客站的出发接驳; 反之, 若乘客从铁路主要客站出发至目的地, 如家或者单位, 则称为到达接驳. 二者统称为铁路主要客站的接驳.

在城际的交通出行研究中, 由于涉及到沿线很多个城市, 将城市当做研究对象时往往将城市当成一个点来处理. 但城市并不是一个简单区域, 人口也并不是集中于一个点上, 其面积大小、用地性质、人口分布等都将影响城市内不同区域的交通出行量以及出行的时间和费用, 导致到铁路主要客站的接驳时间及费用等效用, 因区域和人口的不同而不同. 若对城市不分区, 则隐含“把整个城市当作一个分区”, 即假设整个城市的全部铁路乘客的接驳出行起点为“城市中心”, 终点为铁路主要客站<sup>[1-2]</sup>. 在此基础上, “理论接驳路径长度”为假设条件下某种接驳交通方式在起点、终点之间的最短路径长度.

这样带来的问题主要有两点, 一是中心区以外的乘客的接驳路径长度与“理论接驳路径长度”差异很大, 导致中心区外不同区域的接驳时间差异很大; 二是不同区域内, 各种交通方式的供给状况差异很大, 如地铁及公交的线网密度等, 乘客在出行选择各种交通方式时, 就会使得各方式的实际接驳路径与“理论接驳路径”差异很大, 进而导致接驳时间和费

收稿日期: 2016-11-29

第一作者: 寇俊(1989—), 男, 博士生, 主要研究方向为大城市客运铁路枢纽客流分配及接驳方式划分.

E-mail: 15121033475@163.com

通讯作者: 顾保南(1962—), 男, 教授, 博士生导师, 工学博士, 主要研究方向为城市轨道交通规划与设计. E-mail: gbnyyh@163.com

用差异很大,直接影响各接驳交通方式分担率。

基于以上问题,本文提出适用于铁路线路规划客流预测的交通分区层级,相应的路网构建方法及铁路主要客站接驳效用计算模型,为城市间出行方式划分时分担率的预测提供依据。

## 1 分区规则

目前,交通小区的划分主要在城市交通规划和地铁线网规划中考虑,采用模糊聚类的分析方法对交通小区的划分及合并进行理论研究<sup>[3-4]</sup>,而对于城际通道内的铁路出行,各个城市的分区规则尚无定论,如果沿用地铁规划时的分区,交通小区划分很细,理论上可以更精确地计算城市内各种接驳交通方式的效用。文献<sup>[5-6]</sup>主要考虑了个人特性和出行特性。个人特性如收入等较难获得。出行特性中,一类将时间和费用分段区间考虑,分别用 10 以内数字代替,这样的处理使得时间和费用不能直观地表达,而且不同的区间差异较大,并不能有效地计算接驳时间和费用;一类是对各方式接驳地铁进行细化,而公交及道路的出行没有考虑道路的拥挤度,也没有考虑不同类型的道路差异,且忽略了地铁线路之间换乘的情形<sup>[7]</sup>,这样导致得到的铁路主要客站接驳时间不准确。由于数据来源不准确及计算工作量巨大,在经由多个城市的铁路线路规划设计中难以适用。

因此,对于城际通道内的铁路出行,本文在考虑常规基本原则<sup>[4]</sup>的前提下,依据《宪法》制定的中国现行行政区划原则,在对城市分区时考虑 4 个层级:全市一个交通分区(市级);行政区(区级);街道及镇(街道级);由公共道路、铁路、河流等围成的封闭区域(街区级)。以此来探究合理的分区规则,使得城际交通需求预测能够得到相对合理的结果。

此外,还有其他方面的规则,如按道路网的分割来划分小区,在有地铁的城市考虑以地铁站接驳范围来划分小区,以用地性质来划分小区等。总之,不管以何种规则分区,最终的目的都是在不降低精度的同时减少工作量,使得最终预测结果的误差可接受。

## 2 路网构建规则及效用计算模型

### 2.1 路网构建差异分析

在对不同交通网络构建的研究中,国外学者多

依托某具体城市,因此构建的网络通常较为真实<sup>[8]</sup>,而国内多用抽象的网络<sup>[9]</sup>,这样会使得时间的计算变得困难和失真。鉴于现在网络的发达及地理信息的较易获取,采用真实的路网更加合理。因此,本文借鉴国外研究的思路,采用城市真实的路网进行构建处理和分析。

当一个城市的范围很大时,从某小区出发到车站,这样的区域到点的出行距离就会较长,导致出行时间较长,但由于其交通网络较为发达,出行者利用公共交通方式较为方便,所以可能采用机动方式为主。以上海市为例,根据某次随机抽样调查的 384 个样本统计,平均到火车站的接驳距离为 16 km,采用地铁、公交、出租车、小汽车这样的机动方式接驳的比例占到了 99.8%,而步行等慢行交通方式除了个别住在周围的出差者会选择,其余的步行者是车站工作者。因此,本文构建以机动方式为主的交通网络,包含地铁、公交、快速路、主干道、次干道及支路网络。

理想情况下,构建的地铁网络包括所有的地铁线路及站点,公交网络包括所有的公交线路及站点,道路网包括所有的快速路、主干道、次干道及支路。当交通分区层级为街区级时,需要这样详细完备的网络,然而当分区层级为街道级别及以上时,随着分区的扩大,形心位置的变化,网络中的一些路段就会多余,全部考虑则需要增加很大的工作量。因为城市中地铁网络中线路和站点数有限,又是独立路权,不受道路的干扰,可以全部考虑,而公交网络中的站点数多,线路走向不一致,与道路的关系复杂,当分区层级较大时,分区形心与主要客站之间相联系的公交线路数有限,其他无直接联系的公交线路除了承担分区内部分换乘功能外,其他站点和线路都考虑的话会增加很多无效的工作量。如表 1 所示,街区级分区的公交线路及站点数的工作需求量分别是街道级分区的 6.6、19.3 倍。

表 1 普陀区桃浦镇公交线路及站点布设需求

Tab.1 Requirement of bus lines and stops for calculation in Taopu Town of Putuo District

交通分区层级	所需公交线路数/个	所需公交站点数/个	到达主要客站公交线路数/个
街区级	20	251	3
街道级	3	13	3

由表 1 可知,不同层级的分区下,路网构建的工作量差异很大。因此,在考虑分区时,也需同时考虑路网的构建,二者相互配合,以寻找最合适的组合方式,快速地计算交通分区到主要客站的接驳时间及

费用。

### 2.2 效用计算模型及相应变量差异分析

国外针对个人选择的研究中主要通过大量 SP (stated preference) 及 RP (revealed preference) 调查或其他政府相关资料来获得数据,包括出行时间费用等因素<sup>[10-19]</sup>。由于有大量的调查数据,故其研究侧重于不同 Logit 模型参数的标定及影响因素的分析上,而对效用项中时间费用等的具体计算方法有所忽略。

辛文慧<sup>[20]</sup>针对市内出行和市外到市内中转 2 种活动模式建立了 Logit 模型对铁路客运枢纽市内交通方式划分进行预测,其所列的输入模型的属性值包括个人属性、家庭属性和市外长途出行属性等,而个人及家庭属性在实际运用中很难获得,而且出行时间、费用等值的计算并无具体算法,导致效用无法计算。

因此,本文针对既有研究中能够量化的主要影响因素时间和费用进行研究,通过对乘客出行过程(图 1)的解析,提出不同接驳交通方式的时间和费用计算所需要的变量,以及变量的可获取性,以此构建接驳时间计算模型。

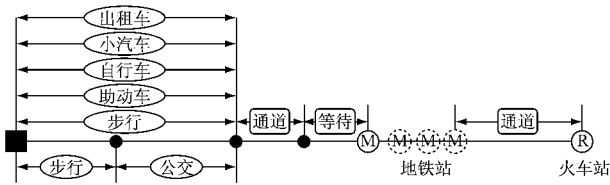


图 1 地铁接驳铁路主要客站的出行过程

Fig. 1 Travel process of metro accessing to the main railway station

#### 2.2.1 接驳时间计算模型

当各种路网的信息很详细时,铁路主要客站的地铁接驳时间构成为以分区形心为起点通过次接驳交通方式(即步行、自行车或公交车)到达地铁站时间、地铁上时间(包括进地铁站时间、换乘及等待时间)、出地铁站进入铁路客站时间 3 部分。

公交接驳时间的构成为分区形心到达支路交叉口处步行时间、次接驳交通方式到达公交站的时间、初始公交等待时间(取发车间隔一半)、公交车上时间(考虑道路饱和度)、公交线路之间换乘时间、换乘后公交等待时间、公交停站时间、出公交站进入主要客站时间。

出租车接驳时间的构成为从分区形心到达支路交叉口处步行时间、出租车等待时间、各类道路路段时间(考虑道路饱和度)、下车进入主要客站走行时间。

私家车接驳时间的构成为从分区形心到达支路交叉口处步行时间、各类道路路段时间(考虑道路饱和度)、下车进入主要客站走行时间。

各交通方式接驳时间计算所需变量见表 2。

表 2 各方式接驳时间计算所需变量

Tab. 2 Variables for calculation of access time of different access modes

接驳方式	所需路网	所需变量	较难获得变量
地铁	地铁站、地铁线路、支路	形心至地铁站之间支路路段长度、次接驳交通方式的实时运行速度、地铁路段长度、地铁实时运行速度、发车间隔、地铁停站时间、换乘路段长度、换乘走行速度、各类道路饱和度	地铁实时运行速度、地铁停站时间
公交	公交站、公交线路、支路	形心至公交站之间支路路段长度、次接驳交通方式的实时运行速度、公交路段长度、公交实时运行速度、公交停站时间、发车间隔、各类道路饱和度	公交实时运行速度、公交停站时间
出租车	快速路、干道、支路	形心至道路交叉口支路路段长度、平均步行速度、快速路及干道路段长度、实时运行速度、各类道路饱和度、出租车等待时间	各类道路实时车速
私家车	快速路、干道、支路	快速路、干道及支路路段长度、实时运行速度、各类道路饱和度	各类道路实时车速

根据上述分析,及可获得的各种接驳交通方式时间计算所需的变量,结合 2.1 中所述的路网构建差异,构建 4 种机动方式的接驳时间计算模型如下:

$$T_m = \left( \sum \frac{L_{mj}}{v_{mj}} + t_{wtb} \right) + \left[ \sum \frac{L_m}{v_m} + \sum \left( \frac{L_{mt}}{v_{mt}} + t_{mwt} \right) \right] + \frac{L_p}{v_p} \quad (1)$$

$$T_b = \sum \frac{L_{bj}}{v_{bj}} + \sum \left( \frac{L_b}{v_b} \left[ 1 + \alpha \left( \frac{V}{C} \right)^\beta \right] + t_{bwt} \right) + \frac{L_p}{v_p} \quad (2)$$

$$T_t = t_{tw} + \sum \frac{L_r}{v_r} \left[ 1 + \alpha \left( \frac{V}{C} \right)^\beta \right] + \frac{L_p}{v_p} \quad (3)$$

$$T_c = t_{cw} + \sum \frac{L_r}{v_r} \left[ 1 + \alpha \left( \frac{V}{C} \right)^\beta \right] + \frac{L_p}{v_p} \quad (4)$$

式(1)~(4)中: $T_m$ 、 $T_b$ 、 $T_t$ 、 $T_c$  分别为到铁路主要客站的地铁、公交、出租车和私家车的接驳时间; $L_{mj}$ 、 $L_{bj}$  分别为接驳到地铁站、公交站的交通方式的路段距离; $v_{mj}$ 、 $v_{bj}$  分别为接驳到地铁站、公交站的交通方式的速度; $j$  为  $j$  种接驳到地铁、公交站的交通方式; $t_{wtb}$  为接驳到地铁站的公交方式的等车时间; $t_{mwt}$  为地铁换乘的等车时间; $L_m$ 、 $L_b$  分别为地铁、公交的路段距离; $v_m$ 、 $v_b$  分别为地铁、公交的实时运行速度;

$t_{bwt}$ 为公交换乘的等车时间; $L_{mt}$ 、 $v_{mt}$ 分别为地铁换乘的路段距离、步行速度。 $L_r$ 、 $v_r$ 分别为各类道路的路段距离及速度; $L_p$ 、 $v_p$ 分别为出地铁站后到主要客站的路段距离、步行速度; $V$ 、 $C$ 分别为各类道路的路段流量、通行能力; $\alpha$ 、 $\beta$ 分别为拥挤函数的系数; $t_{tw}$ 、 $t_{cw}$ 分别为出租车、私家车的等待时间。

地铁、出租车和私家车的接驳时间计算模型在不同分区层级下并无变化,而公交由于涉及到大量的站点及线路,计算过程繁琐且耗时,因此可以对公交进行简化。假定各个道路的交叉口都有公交车站,则各个分区的形心先连接到道路的交叉口,即到达公交车站,再通过道路网到达铁路主要客站。这样便省去了公交线路和车站的大量工作量。那么,公交简化后的计算模型为

$$T'_b = \frac{L_{bw}}{v_{bw}} + \sum \frac{L_r}{v_r} \left[ 1 + \alpha \left( \frac{V}{C} \right)^\beta \right] + \frac{L_p}{v_p} \quad (5)$$

式中: $L_{bw}$ 、 $v_{bw}$ 分别为分区形心到道路交叉口的步行距离和速度。根据以上模型进行公交接驳时间计算,得到简化前、后的时间及差异如表 3 所示。可见,简化前、后的差异并不大,同时街区级的相对误差要比街道级的大,可知在街道的分区层级下进行公交网络的简化更为合理。

表 3 普陀区桃浦镇公交简化前、后单人接驳时间差异  
Tab.3 Deviation value of single person's bus access time after the simplification in Taopu Town of Putuo District

交通分区层级	分区编号	公交接驳时间/min	简化后公交接驳时间/min	相对误差/%
街区级	1	67.84	69.40	2.30
	2	69.76	69.74	-0.02
	3	71.20	66.74	-6.26
	4	66.34	68.20	2.81
	5	69.67	64.30	-7.72
	6	68.16	64.58	-5.24
	∴	∴	∴	∴
		60.04*	55.87*	-6.95*
街道级		52.11	51.04	-2.05

注: \* 为街区级相关参数的平均值。

2.2.2 接驳费用计算模型

城市里出租车的价格计算方式较为固定,一般为起步价加上超出起步里程的价钱,因此,出租车接驳的费用可以表示为

$$f_i = f_{0t} + (L_{tt} - L_{0t})a_{0t} \quad (6)$$

式中: $f_{0t}$ 为出租车起步价,元; $a_{0t}$ 为超过出租车起步里程的单价,元·km<sup>-1</sup>; $L_{tt}$ 为出租车行驶总里程,km; $L_{0t}$ 为出租车起步价里程,km。

私家车出行费用为

$$f_c = L_{tc}a_{0c} \quad (7)$$

式中: $L_{tc}$ 为接驳到铁路车站的总距离,km; $a_{0c}$ 为私家车每公里的使用成本,元·km<sup>-1</sup>。

市区公交线采用单一票价(起、终点至少一端在中心城),而郊区公交线(起、终点都在中心城外),由于线路里程很长,会采取多级票价,因此,根据出发地所在的城市区位,将公交车票价表达式如下:

$$f_b = \begin{cases} f_{0b} + a_{0b}L_{tb}, & \text{出发地在郊区} \\ f_b, & \text{出发地在市区} \end{cases} \quad (8)$$

式中: $f_b$ 为公交车单一票价,元; $f_{0b}$ 为公交车多级票价的起步价,元; $a_{0b}$ 为等级费率,元·km<sup>-1</sup>; $L_{tb}$ 为公交车行驶总里程,km。

地铁多采用等级票价制度,因此,地铁出行费用为

$$f_m = f_{0m} + (L_{tm} - L_{0m})a_{0m} \quad (9)$$

式中: $f_{0m}$ 为地铁起步价,元; $a_{0m}$ 为超过地铁起步里程的单价,元·km<sup>-1</sup>; $L_{tm}$ 为地铁行驶总里程,km; $L_{0m}$ 为乘坐地铁起步价里程,km。

3 分区规则分析方法

因为不同的分区层级影响的是分区内出行者的接驳时间和费用,同时,不同分区内出行人口差异分布也会影响最终各种接驳交通方式的分担量,从而影响各种接驳交通方式的设施配置。因此基于上述不同层级的分区规则,以及路网构建和计算模型的差异,结合分区内的出行人口数,从时间和费用,以及总效用值 3 个方面来衡量不同分区规则的区别,进而评判采用何种分区层级较为合理。某种接驳交通方式的分析指标具体如下:

$$C_{TZ} = C_F + VC_T \quad (10)$$

$$C_T = \sum P_{TZi}T_i \quad (11)$$

$$C_F = \sum P_{TZi}F_i \quad (12)$$

式(10)~(12)中: $C_{TZ}$ 为某层级下分区的总接驳时间成本; $C_T$ 为某层级下分区的总接驳时间成本; $C_F$ 为某层级下分区的总接驳费用; $P_{TZi}$ 为第  $i$  个分区的出行人口; $T_i$ 为第  $i$  个分区的单人接驳时间; $F_i$ 为第  $i$  个分区的单人接驳费用; $V$ 为分区人口的平均时间价值。

以上指标为绝对的数值比较,为了更好地说明各种规则之间的差异,本文采用不同层级分区的某种接驳交通方式的接驳时间和总接驳效用的偏差来

说明. 具体如下:

$$\Delta T_{Tzi} = \left| \frac{\sum NT_{MTzi} - \sum T_{STzi}}{\sum T_{STzi}} \right| \quad (13)$$

$$\Delta C_{Tzi} = \left| \frac{\sum NC_{MTzi} - \sum C_{STzi}}{\sum C_{STzi}} \right| \quad (14)$$

式(9)、(10)中: $\Delta T_{Tzi}$ 为分区中第*i*种接驳交通方式的偏差值; $\Delta C_{Tzi}$ 为分区中第*i*种接驳交通方式总效用的偏差值;*N*为较大分区内部的较小分区个数; $T_{STzi}$ 为较小分区中第*i*种接驳交通方式时间; $T_{MTzi}$ 为较大分区中第*i*种接驳交通方式时间; $C_{STzi}$ 为较小分区中第*i*种接驳交通方式总效用; $C_{MTzi}$ 为较大分区中第*i*种接驳交通方式总效用.

## 4 案例分析

### 4.1 交通小区划分及网络构建

本文以上海市为例. 上海市分为 17 个行政区级

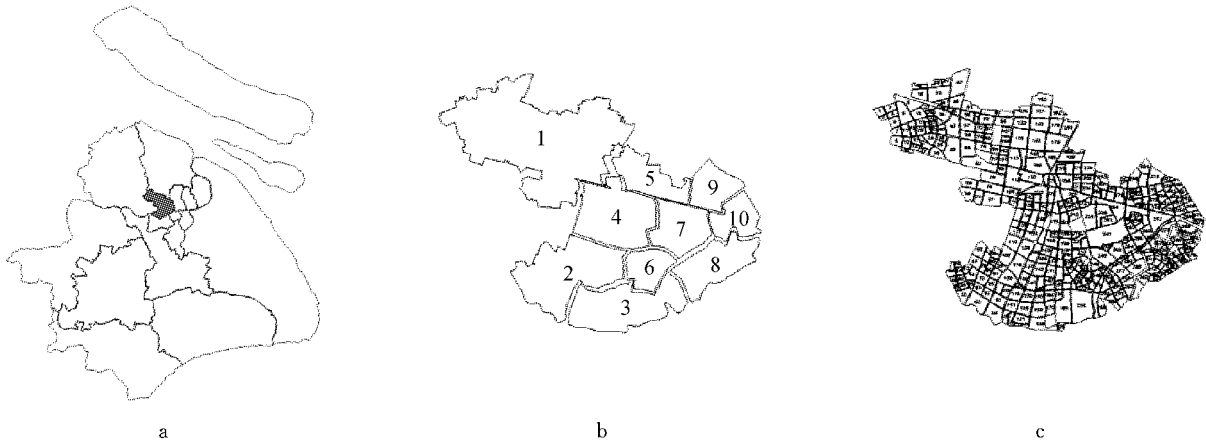


图 2 区级、街道级和街区级分区图

Fig. 2 Traffic zones of the district, subdistrict, and block level

等待时间设置如下:公交车及地铁等待时间取发车间隔的一半,如有换乘,增加一次换乘等待时间,即换乘列车的发车间隔的一半. 数据可由调查获得. 出租车等待时间可由简单的调查得知,本文暂取 5 min,私家车取车时间,考虑到从家走到小区停车位并不远,取 0 min.

出行人数设置如下:由于暂时无法获得各街区的实际出行人口,本文假定为简单的非均匀分布,即街区级分区中 32 个为 3 人,32 个为 2 人,32 个为 1 人.

### 4.3 不同分区层级及对应路网下接驳时间分析

以地铁接驳时间为例,依据上述方法进行分析. 利用 TransCAD 软件进行不同分区规则及对应路网

分区(闸北未合并前),如图 2a 所示,其中普陀区分为 10 个街道或镇级分区,如图 2b 所示,而各个街道或镇又分为 372 个街区级分区,如图 2c 所示,其中桃浦镇,如图 2b 中的 1,共 96 个街区级分区,如图中 2c 左上角区域. 铁路主要客站以上海火车站为例. 路网暂包括地铁网、道路网,其中地铁网络包括各线路和站点及换乘通道,道路网主要包括快速路、干道和支路. 公交网采用简化的道路网.

### 4.2 相关参数设置

速度参数设置如下:地铁平均速度取  $35 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . 根据《城市道路工程设计规范》(CJJ37—2012),将各类道路的速度取值略低于设计速度,快速路速度取  $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ,主干道速度取  $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ,次干道速度取  $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ,支路速度取  $15 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ;饱和度分别为 0.80、0.85、0.90. 公交车速度取  $15 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . 步行速度取  $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

下地铁接驳到主要客站时间的计算,对市级别和区级别进行比较,结果见表 4.

表 4 市级与区级地铁接驳时间差异

Tab. 4 Deviation value of metro access time between city and district zones

分区	分区数	单人时间/h	总时间/h
市级	1	0.33	1 185.28
区级	17	0.14~6.12	4 141.91
相对误差/%		43~1 855	249.45

由表 4 可知,17 个区级分区与 1 个市级分区的单人地铁接驳时间的相对误差最大可达 1 855%,乘以人口数后的总接驳时间差异也达 249.45%,原因在于不同分区的出发点与主要客站的距离相差很

大;同理,区级和街道级之间也会出现同样的问题.因此,采用市级和区级这两种分区规则计算地铁接驳时间都是不合理的.同理,计算其他接驳方式时间亦不合理.

以街区级为基准,桃浦镇与 96 个街区之间各种接驳方式时间的相对误差值区间分别为:地铁 0.04%~49.90%,公交 0.01%~32.70%,出租车 0.50%~31.40%,私家车 0.61%~35.90%.即在路网信息已知的情况下,街区级的接驳时间计算是相对准确的.各个街区的接驳时间由于形心位置与街道级不同而有所差异,但比市级及区级的差异小很多.因此,需再针对这两种分区级别进行分析,假定街区级分区人口分布如图 3 所示,4 种接驳交通方式时间如图 4 所示.

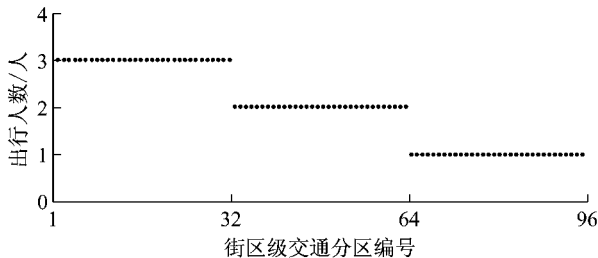


图 3 各分区假定的非均匀分布出行人数

Fig. 3 Assumed non-uniform distributed population in different zones

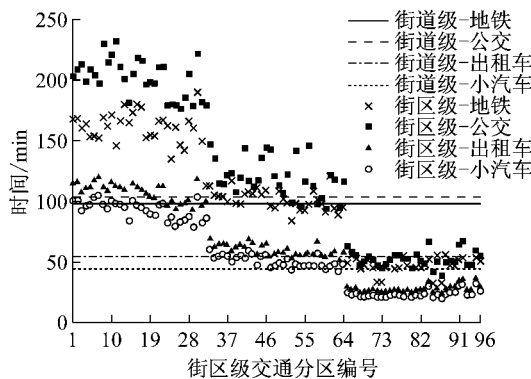


图 4 人口非均匀分布下不同分区层级的 4 种接驳交通方式时间  
Fig. 4 Access time of four access modes of different zone levels with non-uniform distributed population

表 5 中,各分区级别下的偏差值分别为分区人口为单人及多人情况下,分区内接驳时间求和之后的偏差值.街区级的各种接驳方式时间偏差值为街道级与街区级相比较,而街道级的偏差值为街道级与街区级相比较.由表 5 可知,在计算人口分布为非均匀情况下分区内总人口的接驳时间时,街区级比街道级的偏差大很多,因为各个街区级分区内的出

行人口分布不均,会导致总时间偏差较大.而计算分区内单个人的接驳时间时,街区级的反而要比街道级的大一点,可能是由于街区的个数比街道数多很多,在进行累计加和的过程中,可能将误差进行了放大,但差异并没有很大.

表 5 不同分区级别下各种接驳交通方式总时间偏差值

Tab. 5 Deviation value of total access time of different traffic modes in different zone levels

人数	分区级别	总接驳时间误差/%			
		地铁	公交	出租车	小汽车
单人	街区级	6.25	14.99	13.47	15.99
	街道级	4.96	14.87	11.10	12.49
多人	街区级	52.10	58.26	58.31	59.80
	街道级	0.38	2.86	3.35	3.74

综上,在考虑工作量、变量的可获得性,以及又不影响精度的前提下,采用街道级别的分区规则进行接驳时间的计算较为合理.

## 5 结语

本文针对市、区、街道、街区 4 种不同级别的分区规则,构建了相应的地铁、公交、道路网络,并对其构成进行了阐述.根据不同分区规则及相应路网给出了相应的时间效用的计算模型,对其变量的含义及可获得性进行了讨论,使得效用项的计算更加具有可操作性和真实性.

通过接驳时间成本及效用偏差等指标,对 4 种分区规则下计算得到的时间效用进行分析,得到在城际出行方式划分中城市内部分区采用街道级进行接驳效用的计算较为合理.且在街道级的分区规则下,以简化公交路网为基础的时间效用计算模型与公交路网的结果差异不大,对公交网络的简化既可简化工作量,又不降低精度.

最后,通过案例,证明了此方法的可操作性和实用性,为大城市内接驳铁路主要客站的出行方式划分预测以及城市间出行时的效用计算提供依据.

## 参考文献:

- [1] 李倩. 基于路网的高速铁路客流预测方法研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2011  
LI Qian. Research on passenger flow forecasting method of high-speed railway based on road network[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2011
- [2] 张敏. 川南城市群城际铁路规划研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2010.  
ZHANG Min. Research on the planning of inter-city rail transit

- network in south Sichuan urban agglomerations[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2010
- [ 3 ] 冯树民, 马栋才. 交通小区的两维图论聚类[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2015,47(9):57.  
FENG Shumin, MA Dongcai. Two-dimensional graphic theory on clustering method of small traffic zones[J]. Journal of Harbin Institute of Technology, 2015, 47(9):57.
- [ 4 ] 宋亮. 交通小区的理论分析和划分方法研究[D]. 西安: 长安大学, 2011.  
SONG Liang. Theoretical analyses and research on division method for traffic zone[D]. Xi'an: Chang'an University, 2011
- [ 5 ] 岳芳, 毛保华, 陈团生. 城市轨道交通接驳交通方式的选择[J]. 都市快轨交通, 2007,20(4):36.  
YUE Fang, MAO Baohua, CHEN Tuansheng. Study on the choice of access modesto urban rail transit[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2007,20(4):36.
- [ 6 ] 梅丽. 城市轨道交通接驳交通方式选择研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2013.  
MEI Li. Research on the access mode choice of urban rail transit[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2013
- [ 7 ] 宋志昌. 城市轨道交通车站合理接驳范围研究[D]. 西安: 长安大学, 2015.  
SONG Zhichang. Study on reasonable attracting scope of urban rail transit station[D]. Xi'an: Chang'an University, 2015.
- [ 8 ] KOTAVAARA O, ANTIKAINEN H, RUSANEN J. Population change and accessibility by road and rail networks: GIS and statistical approach to Finland 1970—2007 [J]. Journal of Transport Geography, 2011,19(4):926.
- [ 9 ] 云亮, 蒋阳升, 谢寒. 铁路客运枢纽到达旅客离站交通方式选择模型研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2013, 13(3):132.  
YUN Liang, JIANG Yangsheng, XIE Han. Arriving passengers' off-site mode choice model of railway passenger transport hub [J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2013, 13(3):132.
- [10] WARDMAN M. Inter-urban rail demand, elasticities and competition in Great Britain: evidence from direct demand models[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 1997,33(1):15.
- [11] WARDMAN M. Demand for rail travel and the effects of external factors[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2006,42(3):129.
- [12] BHAT C R, SARDESAI R. The impact of stop-making and travel time reliability on commute mode choice [J]. Transportation Research Part B: Methodological, 2006,40(9):709.
- [13] BRONS M, GIVONI M, RIETVELD P. Access to railway stations and its potential in increasing rail use [J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2009,43(2):136.
- [14] BOVY P, HOOGENDOORN-LANSER S. Modelling route choice behavior in multi-modal transport networks [J]. Transportation, 2005,32(4):341.
- [15] MOLIN E J E, TIMMERMANS H J P. Context dependent stated choice experiments: the case of train egress mode choice [J]. Journal of Choice Modelling, 2010,3(3):39.
- [16] GIVONI M, RIETVELD P. The access journey to the railway station and its role in passengers' satisfaction with rail travel [J]. Transport Policy, 2007,14(5):357.
- [17] GIVONI M, RIETVELD P. Do cities deserve more railway stations? The choice of a departure railway station in a multiple-station region[J]. Journal of Transport Geography, 2014, 36(36):89.
- [18] SANTOS G, MAOH H, POTOGLU D, *et al.* Factors influencing modal split of commuting journeys in medium-size European cities[J]. Journal of Transport Geography, 2013,30(3):127.
- [19] SHAO C, XIA J C, LIN T G, *et al.* Logistic regression models for the nearest train station choice: a comparison of captive and non-captive stations[J]. Case Studies on Transport Policy, 2015,3(4):382.
- [20] 辛文慧. 铁路客运枢纽市内交通需求预测方法研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2010.  
XIN Wenhui. Study on urban internal traffic demand forecast method of railway passenger transport hub [D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2010.