

# 住宅区道路可穿越对公共交通出行的便利性影响

## Road Crossability in the Residential Area for Convenience of Transit Trip

宋小冬 赵一夫 庞磊 SONG Xiaodong, ZHAO Yifu, PANG Lei

**摘要** 选取上海中心城区10个住宅区,分析居民使用常规公共交通的便利性,探讨城市道路结构对公共交通的适宜性。在每个住宅区内部,均布9—12个采样点,对每个采样点生成依靠公共交通的30分钟等时圈。对每个住宅区的等时圈面积求平均值,统计分析该区的城市道路结构、公交线路分布,再深入观察每个住宅区并进行定性分析。由此得出结论:(1) 道路结构对公交服务水平有重要作用;(2) 除了宽度、间距,可穿越是另一个重要因素;(3) 对于较宽的支路,只要部分穿越就能承载公交线路;(4) 路网密度是公交线网密度的基础,但是对于不可穿越的道路,即使提高了密度,对公交的作用也不大;(5) 若可穿越的道路与居民的主要出行方向一致,公交出行便利性提升的效果明显;(6) 某些住宅区中,公交线网密度较高、分布也均匀,但是道路可穿越性较差,实际的便利性反而不高。以期为居住区的道路规划设计、既有建成区的更新改造、建设公交都市提供参考和依据。

**Abstract** This study selects 10 residential areas in the central city of Shanghai to analyze the convenience of public transport and explores the suitability of urban road structures for public transport. Within each residential area, 9 to 12 sampling points are evenly distributed. A 30-minute isochronous circle of transit trips is generated for each sampling point. This paper then calculates the average area of the isochronous circles of each residential area, conducts a statistical analysis of the urban road structure and the distribution of bus lines, and makes in-depth observations and qualitative analysis for each residential area. The conclusions are as follows: (1) the road structure plays an important role in public transport services. (2) In addition to width and spacing, crossability is another important factor. (3) For wide roads, even if they are partly crossable to blocks, they may be suitable for bus traffic. (4) Road density is the basis of bus network density, but if not suitable for buses, these roads are only beneficial to private traffic. (5) If the crossable roads are consistent with the main travel direction of the residents, it will give convenience for public transportation. (6) In some residential areas, the density of bus networks is high and the distribution is even, but if the roads are poorly crossed, the convenience of public transport is also poor. The above conclusions can provide references for road planning and design in residential areas, as well as developing public transport cities.

**关键词** 道路结构;公共交通;公交出行;住宅区规划

**Key words** road structure; public transport; transit trip; residential area planning

文章编号 1673-8985 (2023) 01-0121-07 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20230118

### 作者简介

宋小冬

自然资源部国土空间智能规划技术重点实验室

同济大学建筑与城市规划学院

教授

赵一夫

同济大学建筑与城市规划学院

硕士研究生

庞磊(通信作者)

同济大学建筑与城市规划学院

副教授,博士, jamespl@163.com

### 1 研究背景

公共交通优先、建设公交都市是城市规划、管理领域贯彻可持续发展理念的重要组成部分,在国内外学界已达成广泛共识。不同城市、不同发展时期、不同专业在贯彻这一理念时有各自的侧重点。近年来,国内很多大城市都在发展轨道交通、快速公共汽车,以应对私人小客车

的迅速增长。但是,传统公共汽、电车(可称为常规公交)依然不容忽视,轨交和快速公共汽车有其优势,也有其自身的局限,如线网密度较低,运营方向少,布线不灵活,建设、运营成本高,必须保证较高的客流量等。对于这些局限,常规公交恰有自己的相对优势,与轨交、快速公共汽车相互取长补短。

通常可从公交运营管理、土地使用、道路系统等3个视角评估公共交通服务水平。本文从道路系统角度切入,侧重道路结构,涉及道路走向和路段的相互衔接、间距(即路网密度)、宽度(相当于等级),并且限定在大城市的一般住宅区、常规公交。常规公交能否进入住宅区,可作为建设公交都市的重要标志。

企业运营公交、居民乘用公交,在市场经济条件下相互适应,具有双向调节能力,但是两者只能发生在既有的道路网络中,后者一旦形成,改动成本极高。某些路段、某个方向,居民需要公交却没有线路经过,很可能是道路结构不佳造成的;另一些路段、某个方向,公交线路过于集中,高峰时刻无法正常停站,企业还愿意“扎堆”,很可能是周边道路不适宜,企业不得不“扎堆”到少数干道。

除非有特殊的管理措施,适合公共交通的道路肯定适合私人交通,适合私人交通的道路却不一定适合公共交通,因此使道路结构适宜公交,应该在规划设计中超前考虑。住宅区规划设计阶段,可以估计未来的土地使用、建设强度、公交的大致需求,但很难估计公交如何布线,更难预测线路载客量是大还是小。如果规划设计者能把把握使道路结构适宜公交的一般规律,布局的道路结构对公交布线有较强的适应性,能承载较高的运营容量,建成后的物质环境对企业来说能进能退,且靠政策的激励可以刺激居民需求、调动企业积极性,则能实现供给和需求的共赢。如果作为道路结构的物质环境不佳,企业相对被动,在和私人交通的竞争中处于不利地位,则需求和供给无法进行良性互动。因此,对规划设计者而言,应探索使道路结构适宜公交的设计实践;对理论研究者来说,应为规划设计者提供相关方法和理论依据。

## 2 文献综述

公交优先、建设公交都市,有很多文献侧重在价值导向、观念转变<sup>[1-3]</sup>,以及如何在城市总体规划尺度上开展面向公交的道路规划<sup>[4]</sup>。也有学者针对若干已经建成的住宅区,分析其值得学习的地方或需要吸取的经验教训<sup>[5-6]</sup>。上述成果对住宅区道路规划设计具有原则性的指导意义。

2016年,中共中央、国务院发布《关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》,要求城市住宅区、单位大院的道路对外开放,推广小街区模式,尤其提出建成区平均道路密度应达到 $8\text{ km/km}^2$ 以上。显然,开放式街区主要是面向步行, $8\text{ km/km}^2$ 的道路中能行驶公交的仅占部分。

适宜公交的道路密度,已有研究成果可分为两类,一类侧重理论推导,提出理想化的指标<sup>[7]53-54, [8], [9]133-135</sup>,另一类侧重案例分析,认为对公交运营、市民乘用而言,路网密度不能太低<sup>[10]4-6</sup>。但是在现实中,因受道路相互衔接方式、路幅宽度的干扰,公交线网密度或服务水平不一定随着道路网络密度同步提高<sup>[11]64-65, [12]81</sup>。

关于道路宽度(等级),有的学者倾向于靠干路来承载公交<sup>[7]53, [9]134</sup>,另有学者则认为只要满足一定宽度,也能靠支路运营公交<sup>[10]7-8, [13]</sup>。

关于路段相互衔接,因定义、描述比较复杂,计算方法尚不一致,有的用尽端路、丁字路、十字路来定义<sup>[12]81</sup>,有的针对拓扑结构用特殊的计算方法来评价<sup>[14-15]</sup>。这类计算方法需要在较大范围内对网络做整体计算,得到原则性的指标,不针对范围较小的住宅区。

参考上述文献,本文将侧重于居住区内部道路结构,为规划设计提供依据。

## 3 研究方法

### 3.1 收集典型案例

笔者选取上海中心城区内部10个典型住宅区(见图1),计算居民公交出行的便利性,定性与定量相结合,分析道路结构对公交出行的影响。多数案例离中环路不远,少量在内环路附近,仅一个靠近CBD(图1中的东昌)。住宅区内没有大型商业设施、交通枢纽,住宅建筑以多

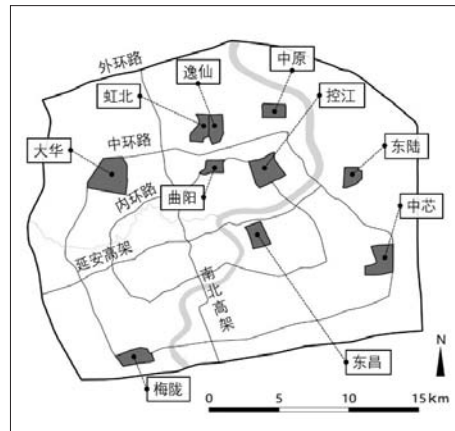


图1 典型案例分布图

Fig.1 Distribution of typical cases

资料来源:笔者自绘。

层或小高层为主。这些住宅区发展成熟,主体建成时间至少有10年或者更早,不会出现入住率低而影响公交需求的状况。这些住宅区的道路结构有多种形式,便于相互比较,根据大众互联网地图的遥感影像人工判读,即使较窄的支路,只要向外界开放就纳入城市道路。

### 3.2 以等时圈面积为关键指标

从某个点位出发,以限定时间内到达的范围、面积表示居民出行可达性。该范围的边界可称为等时圈,即从某点位到达边界的时耗等于约定的上限,包括居民步行到公交车站、候车、车内行驶、下车再步行的时间消耗,还包括中途下车、换乘的时耗。某些点位离公交站很近,可乘的公交线路多、方向多、候车时间短,有限时间内到达范围就大;另一些点位离公交站较远、步行距离长、可乘公交线路少、方向单纯、候车时间长,有限时间内到达范围就小。评价公交出行的便利性有多种方法,本文将等时圈的面积作为关键指标,是为了判断道路结构对公交布线的影响(不涉及等时圈的其他用途)。

如果将20 min设定为时间上限,在公交很不便利的某些点位,其等时圈中的某个方向的公交和步行到达位置差距不是很大,步行时耗会占据很大比重。如果选取40 min为时间上限,在公交比较便利的某些点位,车内乘距会很长,住宅区内部出行时耗所占比例很小,公交在住区外部的运营上升为主要因素。经多次尝试后,认为选取

30 min比较适中,可以使住宅区外部公交、内部步行都处于相对次要的地位(见图2)。

### 3.3 计算过程

估计某住宅区不同出行方向中30 min大约可到达的位置,临时定义外部到达点,在内部公交特别方便的位置,临时定义出发点,借助高德导航地图提供的API接口,计算出行时耗,如果时耗小于30 min,外部到达点就要外推,如果时耗明显超过30 min,外部到达点可往里缩,稍大于30 min就判定适宜。经多点试算,确定该住宅区的计算范围,然后均布200 m×200 m的网格点。住宅区内部按建筑的疏密,大致均匀选择9—12个内部采样点,计算每个采样点到每个网

格点的公交出行时耗,再进一步对网格点做空间插值,获得50 m×50 m的栅格,以10 min为间隔产生等时线,计算不同等时线围合的面积。

按导航平台的要求,出发时间为8:00,要求时间最省,时耗包括从内部采样点出发,步行到站、候车、乘车、(若有必要的)中途下车换乘步行、再候车、再乘车、下车步行,到达网格点。如果直接步行能快于公交,则以步行导航时耗替代。若因客观条件无法生成有效导航路径,如网格点在河中,则删去该异常点。按上述条件,由高德地图平台提供的远程服务器单线程运算能力,计算一个采样点大约数十分钟,计算10个住宅区、93个采样点,累计运算数天时间。表1为主要指标。



图2 某采样点的等时圈  
Fig.2 Isochronous circle of a sampling point  
资料来源:笔者自绘。

### 4 重要指标的统计分析

每个采样点有对应的30分钟等时圈,对在住宅区所有采样点对应的等时圈面积求平均值,成为该区公交便利性指标,以此分析住宅区内部道路如何影响常规公交和等时圈。

按规划设计传统,道路网络密度是重要指标。以住宅区城市道路密度为自变量,30分钟等时圈面积的平均值为因变量,做线性回归,基本趋势是道路密度越高,等时圈面积越大,但是 $R^2(10) = 0.184182$ , $p$ 值达到0.215842,相关性非常弱。比较突出的是梅陇和逸仙,其道路密度都接近 $5.7 \text{ km/km}^2$ ,从满足公交运营的角度都不算低,但是梅陇的平均等时圈面积为 $9.87 \text{ km}^2$ ,逸仙仅 $5.72 \text{ km}^2$ ,差距很大,因此

不宜简单地将道路密度和公交便利划等号,这与本文曾引用的文献结论相似<sup>[11]64-65, [12]81</sup>。

排除不承载公交的道路及住宅区边界道路,获得有公交的道路网络密度作为自变量,30分钟等时圈面积均值为因变量,做线性回归, $R^2(10) = 0.54446$ , $p$ 值为0.01484,相关性较高。据此可以说明,不能承载公交的道路,仅对私人交通有利。

再进一步,以内部公交线路总长和道路总长的比值为自变量,等时圈面积均值为因变量,做线性回归, $R^2(10) = 0.634879$ , $p$ 值为0.0057904,两者呈强相关。这说明在有限的道路上重复布线对居民公交出行相对方便,此结论也和前人的分析相似<sup>[12]81</sup>。

将内部路段上承载的公交线路条数的变异系数作为自变量,等时圈面积均值为因变量,做线性回归, $R^2(10) = 0.005638$ , $p$ 值为0.836674,两者不存在线性相关。这说明道路上承载的公交线路不均匀,并不一定导致公交便利性的整体下降。

少数道路上重复线路过多,由此带来的副作用本文暂不讨论。

### 5 案例观察与分析

从上述统计分析可以获得结论:公交线路的多少是影响居民出行便利性的主要因素,但是居住区规划设计只能决定道路,尤其是道路结构,无法估计公交如何布线,后者主要由企业决定。如果分析道路结构,发现规律,则可以预判哪些道路有利于(或不利于)公交布线,居民可乘用的公交线路较多(或较少),就可为规划设计提供依据。为此,在上述统计分析基础上,对个案做进一步观察、分析。笔者发现,道路是否穿越住区,对公交布线有极大影响,下文将展开讨论。首先,将住区内部道路(排除边界道路)定义为:完全穿越、部分穿越、不穿越3类。

(1) 完全穿越类道路在住宅区内部基本直行,两头不但延伸在外,还能继续直行一段距离(如曲阳案例中的曲阳路、赤峰路,梅陇案例中的中环路、老沪闵路)。

(2) 部分穿越类道路在内部基本直行,有一

表1 案例主要指标

Tab.1 Main indicators of each case

住宅区	占地面积/ $\text{km}^2$	30分钟等时圈平均面积/ $\text{km}^2$	路网密度(含边界)/ $(\text{km}/\text{km}^2)$	承载公交的路网密度(不含边界)/ $(\text{km}/\text{km}^2)$	内部公交线路总长与道路总长之比
东昌	2.49	13.12	6.81	5.97	5.35
曲阳	1.50	10.14	6.41	5.34	4.18
梅陇	2.77	9.87	5.65	4.92	3.97
东陆	1.82	8.30	6.53	3.72	1.87
控江	4.45	7.28	7.06	3.28	2.15
中芯	3.92	7.12	5.77	3.76	2.09
中原	1.93	7.05	4.38	2.53	4.39
虹北	2.23	6.75	6.37	3.00	1.62
大华	6.75	6.42	5.22	3.35	2.01
逸仙	2.28	5.72	5.68	4.09	1.94

资料来源:笔者自制。



个方向延伸至外部,还能继续直行一段距离,但另一个相反方向不延伸至外部,最多到边界就终止(如东陆案例中的菏泽路、凌河路,控江案例中的延吉中路、双阳路,虹北案例中的南向支路)。

(3) 不穿越类道路指内部道路必须转弯才能延伸到住宅区之外(如中芯案例的西南局部、东北局部,大华案例向南的通道,逸仙案例中的吉浦路)。

按等时圈面积平均值的大小将10个住宅区按好、较好、一般、较差、差5类排序,逐个分析。

### 5.1 案例一: 东昌住宅区

东昌住宅区(等时圈平均面积13.12 km<sup>2</sup>,按排序分类为“好”,见图3)的建设早于邻近的陆家嘴金融贸易区,完全穿越本区的除了3条主干路,还有2条东西向的支路,另有1条部分穿越,这些道路承载了绝大部分公交线路。在10个案例中,东昌的公交便利性排名第一,除了道路网络密度较高,可穿越的道路多是重要原因。此外,还有3个特殊条件:一是毗邻陆家嘴金融贸易区,贴近CBD,公交的外部需求量大;二是世纪大道、东方路、张杨路均连接跨黄浦江的隧道,是浦江两岸常规公交的重要通道;三是位于边界的浦东南路和穿越内部的东方路是陆家嘴地区向南联系的重要通道,这两条道路上运营的公交线路特别多,局部超过20条。

### 5.2 案例二: 曲阳住宅区

曲阳住宅区(等时圈平均面积10.14 km<sup>2</sup>,按排序分类为“较好”,见图4)占地面积较小。完全穿越的道路是东西向的赤峰路(次干路)和南北向的曲阳路(次干路),接近该区的中心,承载公交线路多。其他内部道路均为支路,承载的线路少,但是无公交的道路占比也很少。9个采样点周围都有不同方向的公交线路。作为西侧边界的中山北一路是周边地区重要的南北向通道,在高架路底层的公交线路很多,局部达到20条。

### 5.3 案例三: 梅陇住宅区

梅陇住宅区(等时圈平均面积9.87 km<sup>2</sup>,

按排序分类为“较好”,见图5)面积比曲阳大,东西、南北各有一条道路完全穿越,也接近中心,承载公交线路多,几乎所有路段都有公交。虽然北部是华东理工大学校园,对公交运营有阻隔作用,但是9个采样点周围都有不同方向的公交线路。

### 5.4 案例四: 东陆住宅区

东陆住宅区(等时圈平均面积8.30 km<sup>2</sup>,按排序分类为“一般”,见图6)的道路结构是自由式,五莲路(次干路、支路)斜向穿越本区,也位于核心,承载较多公交线路,其次是部分穿越的凌河路(次干路)、菏泽路(支路),也有公交。完全穿越的东陆路,区内路段公交线路数骤降。究其原因是东陆路经过本区路段的修通时间较迟,其他道路上先开通公交,将老线路马上调整到刚开通的东陆路,要改变居

民出行习惯,公交企业比较慎重。但从长期来看,东陆路适宜公交运营,可以开辟新线,居民的公交出行便利性会提高。在西南部,道路密度虽然高,但是其自由式布局不可穿越,公交布线少。北部也存在同样问题。

### 5.5 案例五: 控江住宅区

控江住宅区(等时圈平均面积7.28 km<sup>2</sup>,按排序分类为“一般”,见图7)面积较大,南北向的公交都集中在完全穿越的黄兴路(与内环高架重合),其他南北向道路几乎没有公交,即使双阳路(支路)部分穿越,也仅在部分路段有1条线路。除了道路条件,估计地形、土地使用、历史惯性制约了南北向的出行需求。本区再往南是黄浦江,仅内环高架(黄兴路)可跨越,南部曾经是传统工业区,逐渐转变为

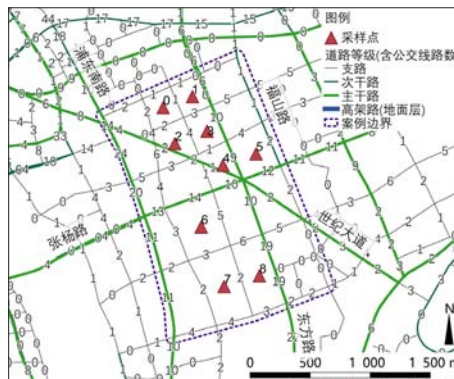


图3 东昌案例的边界、路网和采样点  
Fig.3 Boundary, road network and sampling points in Dongchang case

资料来源:笔者自绘。

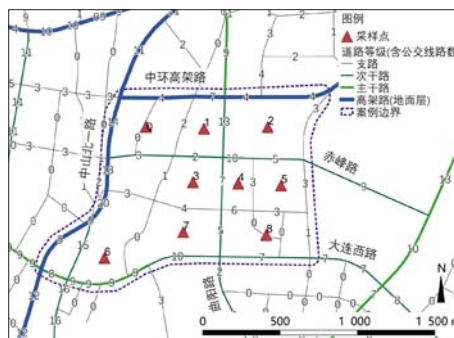


图4 曲阳案例的边界、路网和采样点  
Fig.4 Boundary, road network and sampling points in Quyang case

资料来源:笔者自绘。

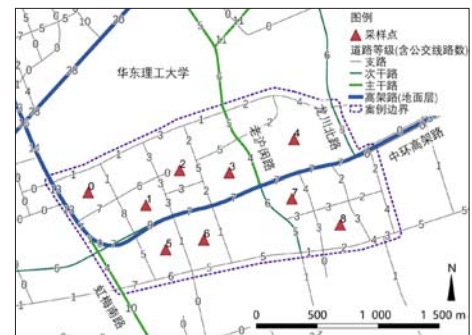


图5 梅陇案例的边界、路网和采样点  
Fig.5 Boundary, road network and sampling points in Meilong case

资料来源:笔者自绘。

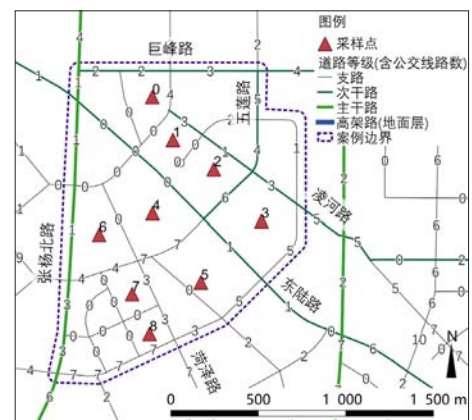


图6 东陆案例的边界、路网和采样点  
Fig.6 Boundary, road network and sampling points in Donglu case

资料来源:笔者自绘。

住宅和办公用地。历史上,南北向通勤靠步行,东西向通勤靠公交,其他生活出行主要是东西向,完全穿越的周家嘴路(主干路)、控江路(次干路),部分穿越的延吉中路(支路)承载了本区主要的东西向公交线路。11、12号采样点周围虽然有公交,但是离开可穿越、有公交的道路较远,影响了等时圈的面积(见表2)。

### 5.6 案例六: 中芯住宅区

中芯住宅区(等时圈平均面积7.12 km<sup>2</sup>,按排序分类为“一般”,见图8)的道路结构是自由式布局,公交线路基本上由可穿越的道路承载,其中南北向完全穿越的张江路(次干路,北段是边界)承载了主要公交线路,南北向部分穿越的广兰路(支路),东西向完全穿越的

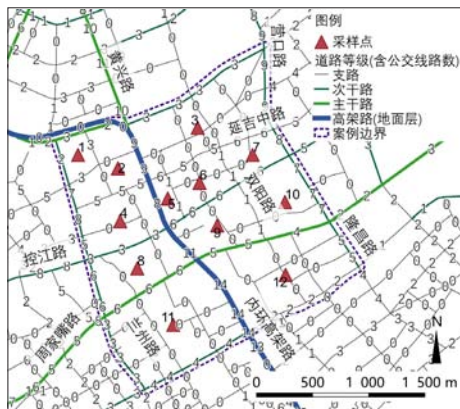


图7 控江案例的边界、路网和采样点  
Fig.7 Boundary, road network and sampling points in Kongjiang case

资料来源: 笔者自绘。

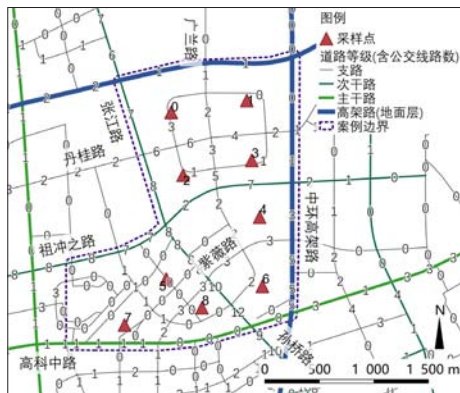


图8 中芯案例的边界、路网和采样点  
Fig.8 Boundary, road network and sampling points in Zhongxin case

资料来源: 笔者自绘。

丹桂路(支路)、祖冲之路(次干路)、紫薇路(支路)也承载了公交线路。有较多道路因不能直接联系到外界而不承载公交。还有若干道路连接到外界后不再继续直行,需转变方向,如丹桂路向东一出边界马上转弯,祖冲之路、紫薇路穿越本区向东延伸至一条支路而终止,他们承载的公交线路数都骤降,影响等时圈面积。本区的西南部路网很密,公交线路却不多,显然较大面积的自由式道路布局阻碍了道路穿越,不利于公交进入,可比较7号、8号两个采样点(见表3)。

### 5.7 案例七: 中原住宅区

中原住宅区(等时圈平均面积7.05 km<sup>2</sup>,按排序分类为“一般”,见图9)的道路是完全方格网布局,两条南北向的道路(次干路、支

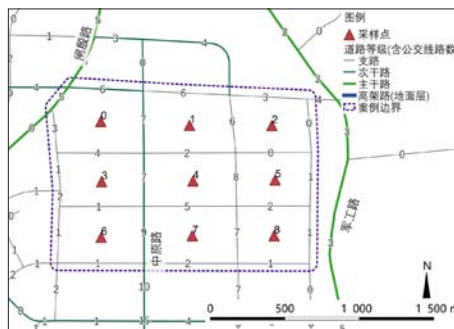


图9 中原案例的边界、路网和采样点  
Fig.9 Boundary, road network and sampling points in Zhongyuan case

资料来源: 笔者自绘。

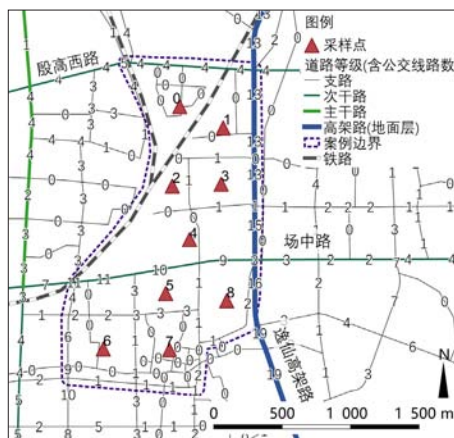


图10 虹北案例的边界、路网和采样点  
Fig.10 Boundary, road network and sampling points in Hongbei case

资料来源: 笔者自绘。

路)完全穿越,承载了主要公交线路,且其他支路上也有公交,公交布线均匀,但是道路间距大,密度低,居民步行到公交站的距离较远。本区的边界道路东侧、南侧、西侧,因穿越性不强,公交线路偏少,对整体的等时圈面积有影响。

### 5.8 案例八: 虹北住宅区

虹北住宅区(等时圈平均面积6.75 km<sup>2</sup>,按排序分类为“较差”,见图10)被穿越的是东西向场中路,宽度为次干路,是周边地区重要的东西通道,承载了很多公交线路,场中路以北地区公交线路数很少,主要原因是铁路阻断了道路,尤其是北部西侧(0号、2号点,见表4)。南部虽然道路密度高,也因穿越性差而公交布线不多(7号点,见表4)。道路连续向南的仅逸仙路,公交不得不集中于此,达到18—19条。

### 5.9 案例九: 大华住宅区

大华住宅区(等时圈平均面积6.42 km<sup>2</sup>,按排序分类为“较差”,见图11)占地总面积较大,完全穿越的道路却只有2条:东西向的新村路(次干路)、南北向的真华路(由南向北降低等级);部分穿越的有华灵路(支路),大

表2 控江部分采样点的等时圈面积  
Tab.2 Isochronous area of some sampling points in Kongjiang

点编号	等时圈面积/km <sup>2</sup>	影响等时圈的原因
8	7.04	离南北向有公交的道路较远,面积接近均值
9	8.08	离周家嘴路较近,面积较大
11	5.32	周边道路不宜穿越,面积较小
12	6.40	周边道路不宜穿越,面积较小

资料来源: 笔者自制。

表3 中芯部分采样点的等时圈面积  
Tab.3 Isochronous area of some sampling points in Zhongxin

点编号	等时圈面积/km <sup>2</sup>	影响等时圈的原因
7	5.24	周边道路不可穿越,面积偏小
8	10.00	因靠近张江路、紫薇路,面积偏大

资料来源: 笔者自制。



华三路（支路）、大华路（支路），上述道路承载了主要公交线路。西北部有3个大型住宅项目：康泰、金鑫、颐和，局部路网密度偏低，道路自我封闭，对公交、社会车辆均有阻隔作用。这3个项目内的居民主要依赖东西两侧南北向的公交，不但步行到站距离远，公交线路的方向也少，表5为0号、3号两个采样点的比较。

5.10 案例十：逸仙住宅区

逸仙住宅区（等时圈平均面积5.72 km<sup>2</sup>，按排序分类为“差”，见图12）较特殊，其内部道路几乎都有公交，道路网络密度、公交线网密度都不算低，但是道路的可穿越性很差，仅有东西向完全穿越的政立路（次干路）、部分穿越的武东路（支路）。三门路（支路）虽然完全穿越，但是西侧遇铁路而成为尽头。南北方向的吉浦路仅在内部连通，不穿越。上述道路承担了主要公交线路，其他地段公交线路较少。若干住宅建设项目占地较大，对公交服务有负面影响。本区向南的道路只有位于西侧边界的逸仙路，造成公交过于集中（18—19条），对整体等时圈面积的提高作用有限。

6 结论和讨论

6.1 主要发现

本文以上海中心城区10个典型住宅区为例，基于常规公交的30分钟等时圈为关键指标，经统计分析，发现住宅区内部道路密度和居民乘用公交的便利性并非密切相关，路网布局结构对公交运营有很大影响。在此基础上，对个案做进一步观察、归纳，主要发现如下结论：

(1) 市民需求和企业运营都是影响公交

服务水平的重要因素，在居住密度、企业管理差异不大的条件下，不同住宅区之间或者同一个住宅区内部，如果公交线路分布存在明显差异，道路结构应是重要原因。

(2) 针对道路结构，传统规划关注两个因素：宽度（等级）和间距（密度），用公交线网密度来评价路网的适宜性。本文发现一个新的因素：道路可穿越。在一般条件下，该因素可以独立起作用，对公交布线产生很大影响，由此影响到居民公交出行的便利性。

(3) 高等级道路会吸引公交布线，但是在住宅区内部，高等级道路设置有限，如果支路较宽，只要方向适宜，即使部分穿越，就能承载公交线路，提供公交服务。

(4) 道路网络密度虽然是公交线网密度的基础，但是不可穿越的道路虽然可提高路网密度，但对公交布线的作用不大，于私人交通相对有利。

(5) 可穿越的道路如果和居民的主要出行方向一致，企业会在这些道路上重复布线，给居民公交出行便利带来明显提升效果。

(6) 某些住宅区内的公交线网密度较高、分布也均匀，但是道路不可穿越，公交的便利性反而不高。

表6为各案例道路结构特征的归纳、总结。

6.2 对规划设计的若干启示

在从计划经济转向市场经济的过程中，大型居住区统一规划设计逐渐消失，多数住宅建设项目以房地产开发商为主体，往往会采取内外有别、阻碍外部交通穿越的道路布局。如果项目占地面积较大，自身范围内公交又难以进入，则会导致周边地区公交布线受阻<sup>2</sup>，被迫绕

道，运营不畅，或者企业不愿布线。一旦既成事实，再去纠正难度极大。目前，城市总体规划仅决定主干路或者重要的次干路，应在控制性详细规划阶段提前思考一般次干路、较宽支路的可穿越性或提出刚性要求。在地区道路系统专项规划中提前考虑道路的可穿越性，有利于后续的控制性详细规划、土地出让、规划设计条件的拟定，有可能使未来的常规公共运营处于相对主动、灵活、能进能退的地位。

既有建成区的改造、更新，应将常规公交的便利性放在重要位置，尤其是公交线路偏少、方向不均的地区，往往由道路不可穿越引起，应利用改造、更新的机会，使部分道路可穿越，提升公共交通对私人交通的潜在竞争力。

将道路可穿越上升为技术标准、规范，对保障公交服务水平有利，但是先要在业界达成

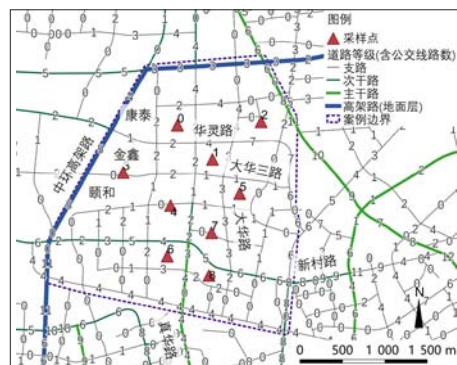


图11 大华案例的边界、路网和采样点  
Fig.11 Boundary, road network and sampling points in Dahua case

资料来源：笔者自绘。



图12 逸仙案例的边界、路网和采样点  
Fig.12 Boundary, road network and sampling points in Yixian case

资料来源：笔者自绘。

表4 虹北若干采样点的等时圈面积

Tab.4 Isochronous area of some sampling points in Hongbei

点编号	等时圈面积/km <sup>2</sup>	影响等时圈的原因
0	4.68	自由式道路相对封闭，面积小
2	3.56	周边为尽头路，面积很小
7	5.04	南侧道路相对封闭，面积较小

资料来源：笔者自绘。

表5 大华部分采样点的等时圈面积

Tab.5 Isochronous area of some sampling points in Dahua

点编号	等时圈面积/km <sup>2</sup>	影响等时圈的原因
0	7.92	因靠近真华路、华灵路，面积较大
3	3.40	对外道路稀疏，面积小

资料来源：笔者自绘。

表6 各案例的道路结构特征  
Tab.6 Road structure character of 10 cases

住宅区名称	道路结构特征
东昌(13.12)	多方向、多条道路可穿越,不可穿越的道路很少
曲阳(10.14)	在中部各有南北、东西道路完全穿越
梅陇(9.87)	在中部各有南北、东西道路完全穿越
东陆(8.30)	不可穿越的道路较少
控江(7.28)	东西向有较多道路可穿越,南北向可穿越道路偏少
中芯(7.12)	东西、南北可穿越,西南部、东北部较多道路不可穿越
中原(7.05)	整体的道路网络密度明显偏低,可穿越的道路不多
虹北(6.75)	东西向道路受铁路阻隔
大华(6.42)	向南、向东可穿越道路太少,大型住宅建设项目对道路有阻隔
逸仙(5.72)	南北方向没有可穿越道路

注:括号中的数字是等时圈平均面积(单位:km<sup>2</sup>)。  
资料来源:笔者自制。

共识,然后提出容易辨识、便于操作的规则、规定,使其实用化、可推广,这将成为相关研究的远期目标。

### 6.3 研究的局限性

道路可穿越会提升公交便利性,反过来,不可穿越则不利于公交布线,或者企业不愿意布线,这是本文的重要发现。但是可穿越的道路偏多会有多大副作用,目前还不具备研究条件。同时,本文主要利用等时圈的面积,对等时圈方向的利用还不够详细。本文案例均为上海中心城内较完整的住宅区,对传统老城区,住宅、办公、商业混合区,远郊住宅区,郊区城镇等,分析方法可能会不同。随着轨道交通的发展,常规公交和轨交既有相互竞争关系,也互为客源关系,必然受道路结构、用地布局等的影响。

### 参考文献 References

[1] 陈燕萍,卜蓉.对居住区交通规划指导模式的反思[J].建筑学报,2002(8):10-11.  
CHEN Yanping, BU Rong. Rethinking on the guiding pattern of communications planning for residential

area[J]. Architectural Journal, 2002(8): 10-11.  
[2] 丁川,吴纲立,林姚宇.美国TOD理念发展背景及历程解析[J].城市规划,2015,39(5):89-96.  
DING Chuan, WU Gangli, LIN Yaoyu. An analysis on the background and evolution of transit-oriented development in the USA[J]. City Planning Review, 2015, 39(5): 89-96.  
[3] 叶彭姚,陈小鸿,崔叙.从区分到融合——城市道路网络结构规划理念的演变[J].城市规划学刊,2010(5):98-104.  
YE Pengyao, CHEN Xiaohong, CUI Xu. From traffic differentiation and segregation to traffic integration—the evolution of urban road network structure planning[J]. Urban Planning Forum, 2010(5): 98-104.  
[4] 陈小鸿,黄肇义,汪洋.公交导向的城市道路网络规划方法与实践[J].城市规划,2007,31(8):74-79.  
CHEN Xiaohong, HUANG Zhaoyi, WANG Yang. Transit oriented road network planning: method and practice[J]. City Planning Review, 2007, 31(8): 74-79.  
[5] 陈燕萍.适合公共交通服务的居住区布局形态——实例与分析[J].城市规划,2002,26(6):90-96.  
CHEN Yanping. A study on the pattern of transit-oriented residential communities: case studies[J]. City Planning Review, 2002, 26(6): 90-96.  
[6] 陈燕萍,彭科.公共交通与社区规划设计——以深圳为例[J].规划师,2007,23(12):56-59.  
CHEN Yanping, PENG Ke. Public transportation and community planning and design—a case study of Shenzhen[J]. Planners, 2007, 23(12): 56-59.  
[7] 杨佩昆.重议城市干道网密度——对修改《城市道路交通规划设计规范》的建议[J].城市交通,2003,1(1):52-54.  
YANG Peikun. Discussion on density of urban arterial street network[J]. Urban Transport of China, 2003, 1(1): 52-54.  
[8] 蔡军.城市路网结构体系规划[M].北京:中国建筑工业出版社,2008.  
CAI Jun. Urban road network structural system planning[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2008.  
[9] 叶茂,过秀成,芮建秋,等.大城市中心区合理干道网密度研究[J].交通运输系统工程与信息,2010,10(3):130-135.  
YE Mao, GUO Xiucheng, RUI Jianqiu, et al. Reasonable arterial road network density analysis of metropolitan central area[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2010, 10(3): 130-135.  
[10] 蔡军,路晓东.路网密度对城市公共汽车交通发展的影响[J].城市交通,2016,14(2):1-9.  
CAI Jun, LU Xiaodong. Impact of road network density on promoting bus traffic development[J]. Urban Transport of China, 2016, 14(2): 1-9.  
[11] 石飞,徐向远.公交都市物质性规划建设的内涵与策略[J].城市规划,2014,38(7):61-67.  
SHI Fei, XU Xiangyuan. Connotation and strategies of

physical planning and construction of public transport-based metropolis[J]. City Planning Review, 2014, 38(7): 61-67.  
[12] 石飞,居阳.公交出行分担率影响因素分析——基于南京主城区的实证研究[J].城市规划,2015,39(2):76-84.  
SHI Fei, JU Yang. Analysis on influencing factors of public transportation share: an empirical study of central Nanjing[J]. City Planning Review, 2015, 39(2): 76-84.  
[13] 蔡军,刘涟涟.城市支路网规划理论与方法[M].北京:中国建筑工业出版社,2018.  
CAI Jun, LIU Lianlian. Theory and methods of urban local road network planning[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2018.  
[14] 叶彭姚,陈小鸿,崔叙.城市道路网布局对公交线路密度的影响[J].同济大学学报(自然科学版),2012,40(1):51-56.  
YE Pengyao, CHEN Xiaohong, CUI Xu. Impact on density of public transportation network by urban road network layout[J]. Journal of Tongji University (Natural Science), 2012, 40(1): 51-56.  
[15] 宋小冬,李晓晗,齐文菲,等.城市道路网络拓扑结构对常规公共交通的适宜性评价[J].城市规划学刊,2020(4):34-50.  
SONG Xiaodong, LI Xiaohan, QI Wenfei, et al. The suitability evaluation of urban road network topology for normal bus transits[J]. Urban Planning Forum, 2020(4): 34-50.