

用地布局与地铁客流互动关系分析及规划启示

——以广州地铁为例

曾德津^{1,2*}, 何鸿杰^{1,2}, 陈鹏^{1,2}

(1. 广州市交通规划研究院有限公司, 广州 510000;
2. 广东省可持续交通工程技术研究中心, 广州 510000)

摘要:广州地铁客流红利期已过,识别客流与土地开发布局的关系并优化土地规划对未来地铁客流量提升有重要意义。在研究现有三类土地开发布局线路客流特征的基础上,揭示土地开发布局与地铁客流的互动关系:客流效益较好的线路周边土地开发规模大,用地级配较均衡,空间布局较合理;而客流效益较低的线路以近远郊区域居住类站点为主导,且站点周边土地开发整体规模较小。建议站点周边土地开发规划和地铁布局规划均应重视线路用地级配均衡性,保证轨道交通规划和城市规划的协同发展。

关键词:轨道交通;土地开发布局;均衡性;客流特性

中图分类号:U29 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-2736(2024)11-0022-10

0 引言

广州地铁已由上世纪的单线运营发展到如今的网络化运营阶段,现阶段,广州地铁运营线已达到16条,总里程653km。随着轨道交通腹地范围的不断扩大,客流增长的边际效益逐渐减少,由此出现了客流效率低的站点,同时已建地铁线路出现周边土地开发滞后的情况。土地开发布局的合理性与低客流线路或高客流线路息息相关,需协调轨道交通站点与城市土地的关系。因此,优化轨道沿线土地开发布局提升客流效率,对于盘活低效用地和推动轨道交通可持续发展具有重要意义^[1]。

土地利用是影响轨道交通客流效益的关键因素^[2],轨道交通客流分布与土地利用有较强依赖关系,但目前针对建成土地利用类型环境特征对客流影响的研究仍不够细致详尽^[3]。国内外土地开发与轨道交通的关系研究主要集中在轨道交通与土地利用的相互关系,轨道车站周边用地开发模式及策略,用地影响下的轨道客流特

征等几个方面。本文将重点挖掘线路站点各用地类型布局与线路客流的相互关系,从而初步判断出优化线路客流的具体方向,以及理想情况下的最优站地级配形式,为优化线路客流,处理好规划地铁线路与规划土地利用之间的关键提供参考建议。

2 线路土地开发布局类型特征

2.1 珠链式居住与就业均衡型线路——以广州地铁一号线为例

所谓珠链式居住与就业发展模式,顾名思义就是以轨道交通走廊为核心,城市“珠链式”发展^[4]。规划中,城市内部居住空间、就业空间就像一颗颗“珍珠”,而轨道交通线路则像“项链”,将一颗颗“珍珠”有机串联,呈“珠链式”发展,实现城市功能、产业在更大范围内的合理布局,使城市交通有序开展。

对于沿线用地呈现珠链式穿插形态的线路,具体到各个车站周边用地性质往往呈现“居住+就业+居住+就业”混合穿插布局模式(图1),全

基金项目:广州市交通规划研究院有限公司科技基金项目“城市交通与国土空间利用互动评价技术研究(KYHT-2024-02)”

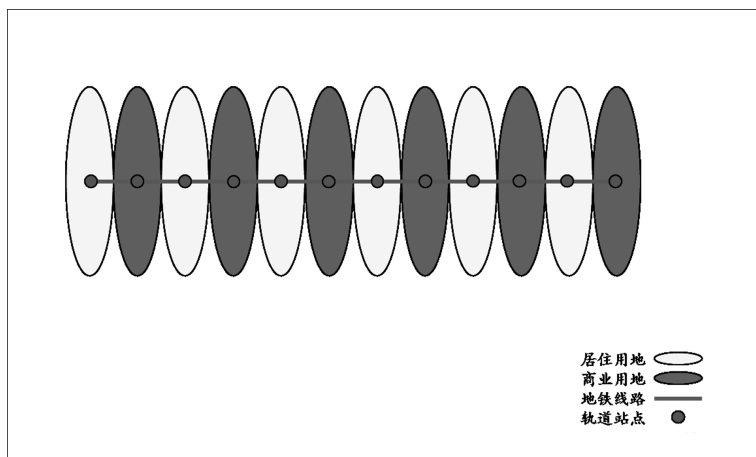


图1 珠链式居住与商业类型线路

线居住与就业的用地类型均衡布置。这类地铁线路一般位于城市中心区,线路沿线土地开发强度较为成熟,建筑规模也较大。客流特征方面,珠链式居住与就业均衡型线路客流强度较大,平均运距较低,高峰断面的峰宽较大。

广州地铁一号线沿线土地开发呈珠链式分布,用地布局是“居住+就业+居住+就业”穿插的模式,用地类型配置较为均衡。根据地铁步行客流衔接的时空距离来看,地铁站点交通衔接的步行出行时空集聚范围在800m范围内,在此范围内可覆盖80%以上的步行客流,故以一号线

线半径800m缓冲区为研究范围。沿线土地开发成熟,建筑规模大,站点周边覆盖建筑规模西塑最小约90km²,体育西路站最大约403km²。从站点用地类型分析,一号线纯居住型站点占比约19%,没有纯就业型站点,有就业+居住型,就业+居住+商业型,就业+商业型等三类就业型站点(图2)。

就业+居住型站点800m范围内居住用地、商务办公用地混合分布,该类站点一般客流呈现出“双高峰”现象,具体表现为早高峰出站客流大于进站客流,晚高峰进站客流要大于出站客流,

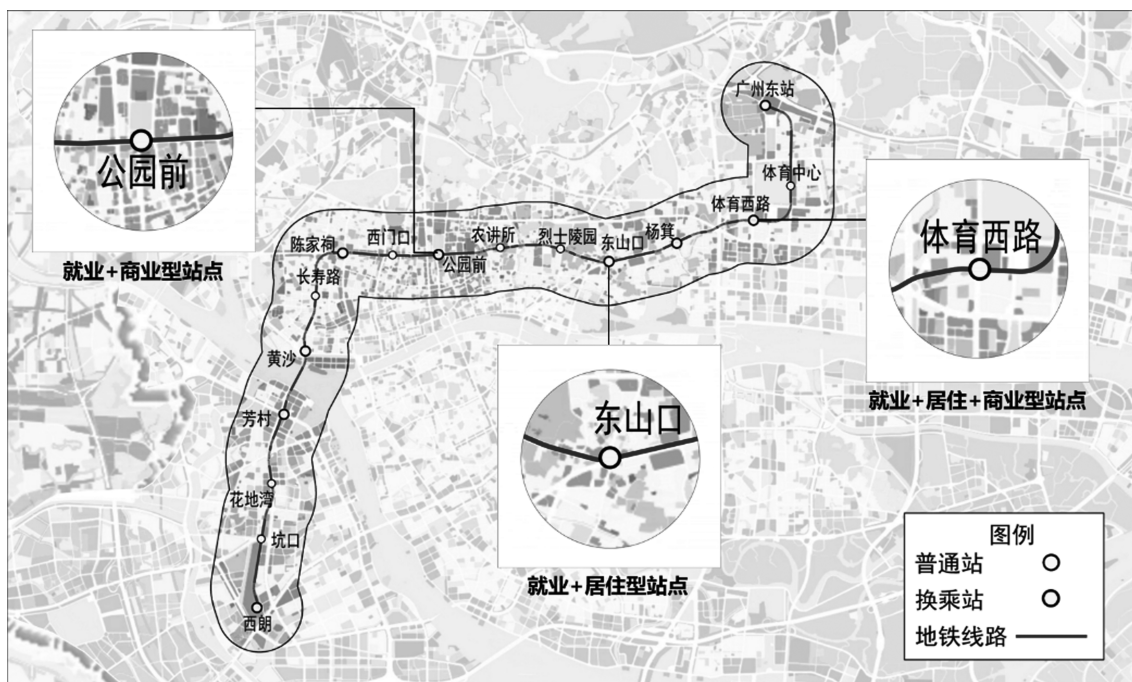


图2 一号线用地布局图

东山口站是就业 + 居住型站点的典型代表; 就业 + 居住 + 商业型站点 800m 范围以居住用地、商务办公用地、商业用地为主导, 一般用地开发强度大, 客流效应强, 体育西路站是“就业 + 居住 + 商业型”站点的典型代表; “就业 + 商业型”站点 800m 范围内商业用地、商务办公用地混合分布, 该类站点除工作日客流“双高峰”现象外, 还表现出节假日客流短时增长, 公园前站是就业 + 商业型站点的典型代表。

2.2 外围居住连接中心就业线路——以广州地铁三号线为例

外围居住连接中心就业城市轨道交通线路指城市中心区(或中心城)与外围副中心(或郊区新城、组团中心)实现直通联系的轴向轨道交通设施。这条线路是超大城市轨道交通系统的重要组成部分, 对构建城市轨道交通网络基础骨架、满足中心区(或中心城)对外干线走廊交通需求具有重要作用。

外围居住连接中心就业型线路一般是铁路线网中的市域快线, 主要服务城市中心外迁等多组团与城市就业中心的快速联系, 是轨道交通向外延伸的典型线路。这类线路往往经过城市强中心, 就业岗位集中, 且建筑规模较大, 具有强聚集效应(图 3)。该类型线路位于外围组团的车站周边开发强度较低, 用地类型以居住用地为主。此外, 外围居住连接中心就业型线路呈现“中间高、两端低”客流特征, 线路客流强度大, 客流效益有保障, 但高峰断面客流大, 运营组织压力较大。

广州地铁三号线和三号线北延段是典型的外围为居住型站点, 中部连接就业中心的线路, 且中部就业中心位于城市中心城区, 具有强聚集效应。线路南北两端建筑规模小, 中心城区建筑规模大, 其中北延线特征尤为明显: 机场北站点周边覆盖建筑规模最小约 7km², 体育西路站最大约 403km²。三号线沿线 800m 覆盖人口就业规模较大主要集中在市区段, 从站点用地类型分析, 三号线居住型站点占比约 53%, 就业型站点占比约 21%。

三号线的珠江新城站是最具示范性的就业型站点, 市桥站是最具示范性的居住型站点。珠江新城站位于城市中轴线核心区, 站点 800 米范围用地以商业商务用地为主导, 占比超 60%, 土地开发强度大, 对客流有较强集聚效应(图 4)。市桥站位于城市郊区, 站点 800m 范围用地以居住用地为主导, 占比超 70%, 因此该类站点呈现早高峰进站客流大, 晚高峰出站客流大的特点, 客流潮汐现象明显。

2.3 外围居住衔接其他线路——以广州地铁四号线为例

外围居住衔接其他线路以服务城市外围组团的通勤客流为主, 线路往城市郊区延伸, 直连轨道交通距离长, 车站间距大(图 5)。客流特征方面, 该类型线路外围区车站集散量明显低, 最大高峰断面峰高不大, 线路客流强度小。总体而言, 外围居住衔接其他线路车站周边土地开发布局与地铁客流互动较差。

广州地铁四号线沿线用地类型属于外围居

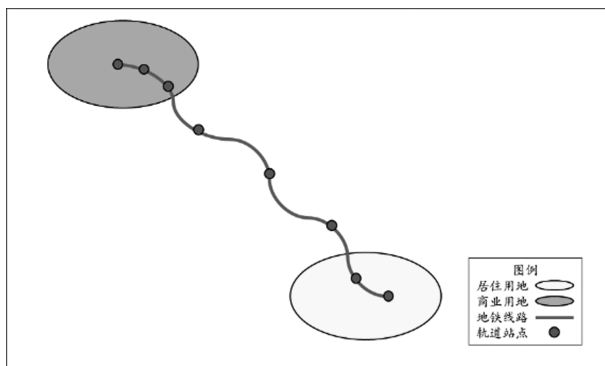


图 3 外围居住连接中心就业线路

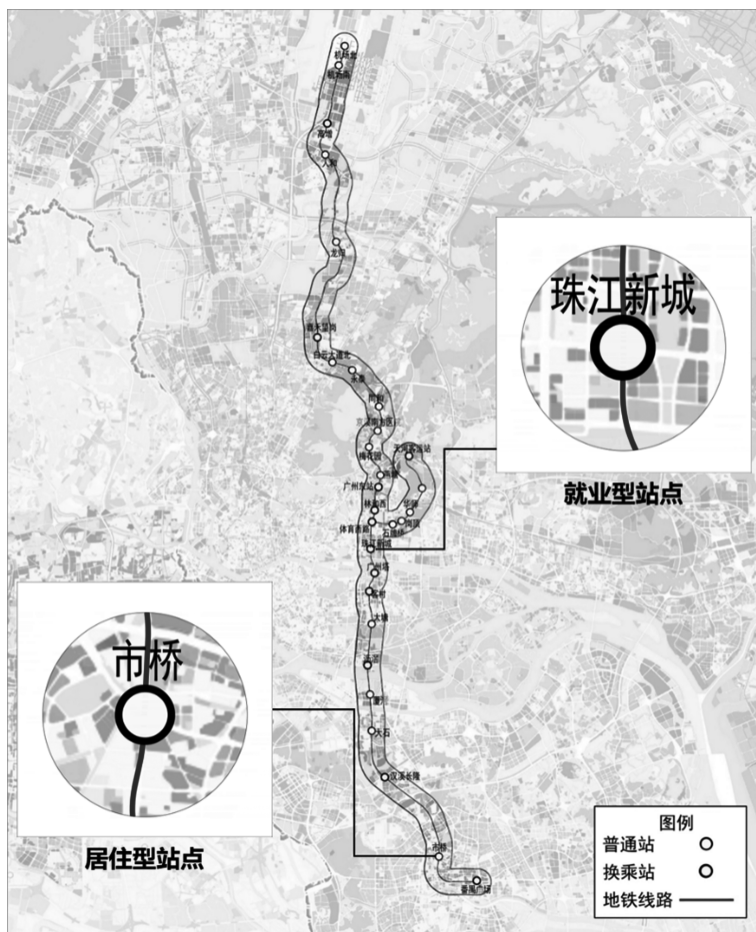


图4 三号线用地布局图

住衔接其他线路模式。沿线土地建筑规模较小，站点周边覆盖建筑规模只有万胜围、车陂南、车陂、黄村四个站超过 100km²，其他站均低于 100km²。

四号线大部分站点位于城市近远郊区，站点类型主要为居住型为主，比如海傍站的亚运城等，居住型站点占比约 51%，就业型站点占比约 31%。居住型站点出行主要通过四号线与八号

线、五号线、二十一号线等中心区线路衔接，形成完整的出行链条，提升线路的可达性(图6)。

四号线的海傍站是最具示范性的外围居住型站点，站点位于城市远郊地区，800m 范围用地以居住用地为主导，土地开发类型单一，开发强度较小。四号线的换乘站主要集中在北端，有万胜围站(与地铁八号线换乘)、车陂南站(与地铁

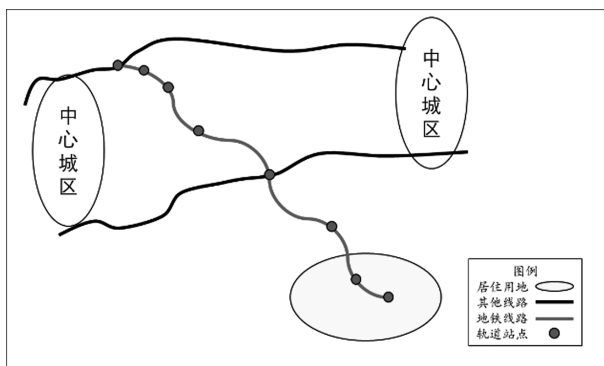


图5 外围居住衔接其他线路

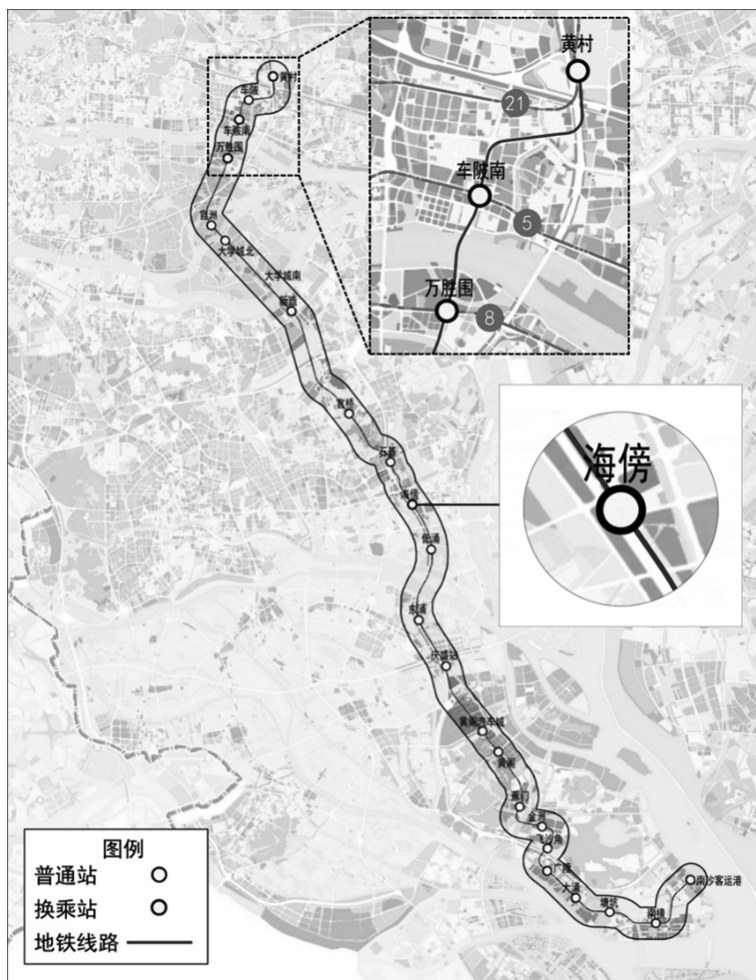


图 6 四号线站点类型分布分析

五号线换乘)、黄村站(与地铁二十一号线换乘),城市远郊地区居住型站点客流主要通过换乘衔接其他中心区线路,实现与城市核心地区的联系,线路换乘系数较高。

3 不同用地布局客流特征分析

3.1 珠链式居住与商业穿插客流特征

一号线该线起终点为西塱至广州东站,线路长 18.5km,设站 16 座。位于广州市成熟老城区,除行政中心公元前站、CBD 中心体育西路站和枢纽站广州东站客流较大外,其余各站点地面集散客流较为均衡。线路日均客运量约 97 万人次/日,客流强度为 5.2 万人次/公里,平均运距较低,仅占全线的 26%(图 7)。

一号线高峰断面位于城市中心区,峰宽较

大,西门口-体育西路均为高峰断面,最大客流断面位于公园前-农讲所,峰高不大,断面满载率 78%(图 8)。

总体而言,一号线客流强度大,平均运距低,站点客流均衡,高峰断面未超通行能力,客流效益好,运营压力小,从土地开布局与地铁客流互动角度分析,是比较理想的线路^[5]。

此外,一号线各站点居住和就业混合度也较高,进出站客流在早晚均有高峰,如杨箕站(图 9)。

3.2 外围居住连接中心就业客流特征

三号线和北延线站点集散客流特征略有不同,三号线站点地面集散客流呈现“哑铃型”,南端的番禺广场、大石等站客流量大,中心区的体育西路、珠江新城客流量也很大。而三号线北延

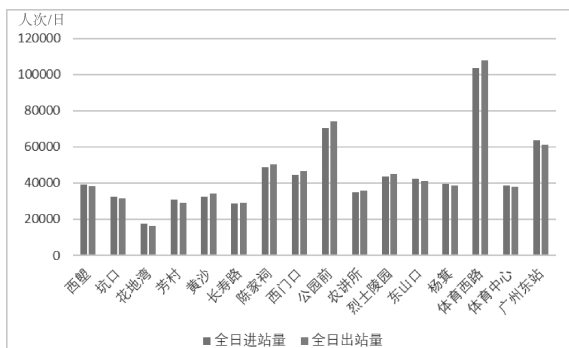


图7 一号线站点集散量

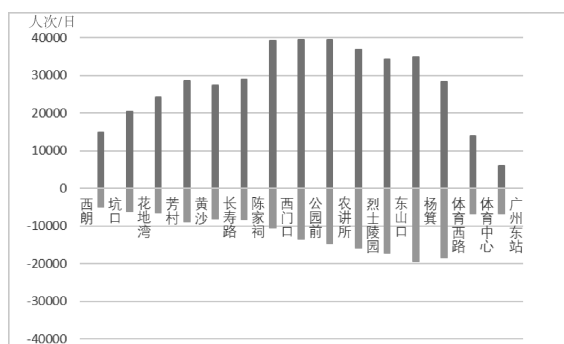


图8 一号线早高峰断面客流

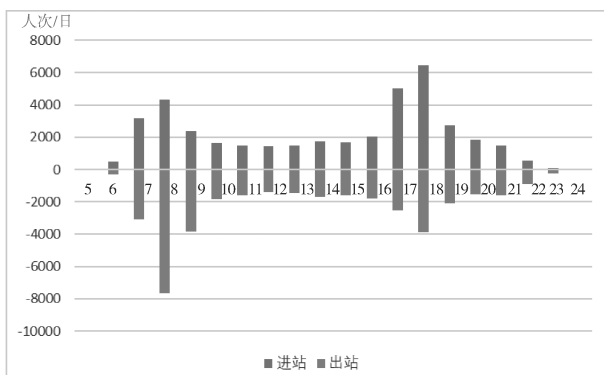


图9 一号线杨箕站全日客流分布

段地面集散客流呈现外围低、中心高的特征,北端的机场北站、高增站等客流集散量低,而中心城区的体育西路站、广州东站客流集散量大(图10)。总之,中心就业站点的地面集散量高。

线路日均客运量为105万人次/日,客流强度为3.1万人次/公里。由于客流主要是两端与中心城区的联系,南段番禺区与北端白云之间的跨中心客流并不大,所以平均运距仅占全长

的12%。

三号线最大客流断面位于客村-广州塔,断面峰高大,满载率达到108%,超过高峰运能,且客流潮汐现象明显,早高峰番禺广场至中体育西路客流明显高于中心区体育西路至番禺广场方向客流,方向系数达1.34。三号线及北延段也具有峰高大(断面满载率131%)、潮汐现象明显(方向系数1.32)的特征(图11、12)。

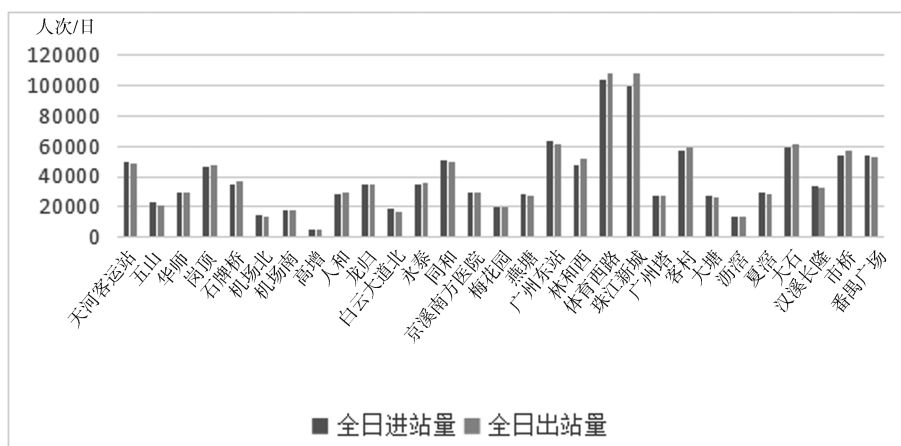


图10 三号线站点集散量

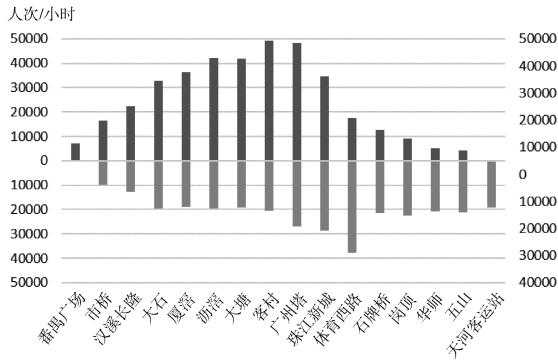


图 11 三号线早高峰断面客流

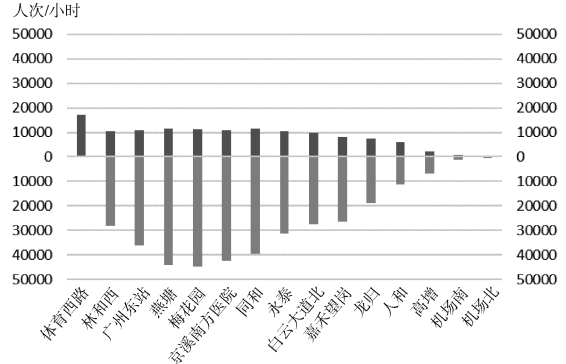


图 12 三号线北延线早高峰断面客流

总体而言,三号线客流强度大,客流效益有保障。但高峰断面客流峰高大,超过运能,给运营组织带来一定压力,且线路潮汐特征明显,高峰时刻会有一个方向运能富余,从土地开发布局与地铁客流互动角度分析,是借鉴但需改进的线路。

此外,三号线各站点纯居住或纯就业特征明显,如体育西路站早高峰出站和晚高峰进站峰值明显,是典型的就业型站点^[6]。而大石站早高峰进站和晚高峰出站峰值明显,是典型的就业型站点。

3.3 外围居住衔接其他线路客流特征

四号线起终点黄村至南沙客运港,线路长59.3km,设站24座。线路外围区站点集散量明显低,除南沙区中心的蕉门、金洲两站外,其余站地面集散量均不足1万人次/日,低涌、广隆等站是典型的低效站点(图13)。线路日均客运量为41.7万人次/日,客流强度为0.7万人次/公里,

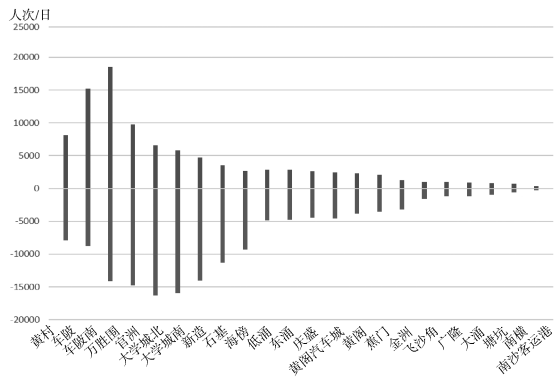


图 13 四号线站点集散量

平均运距为占全线的25%。最大客流断面位于车陂南-万胜围,高峰断面位于换乘线路附近,断面客流2.0万人次/小时(图14)。

总体而言,线路客流强度小,低效站点多,4号线是土地开发布局与地铁客流互动较差的线路。

4 规划启示

通过土地开发布局与地铁客流互动关系分析发现:建成线路客流效益较好的主要有几个特征,一是车站周边用地类型配比中居住和就业较均衡^[7],周边建筑规模较大,大部分站点位于中心区或近远郊成熟区;二是线路一端连接大型居住组团,一端连接强就业中心。客流效益较低的建成线路车站大部分位于近远郊区域,并且以站点周边用地类型以居住用地为主导,混合少量就业站点,沿线用地覆盖建筑规模较小。

综上所述,建筑规模大、用地级配均衡、空间

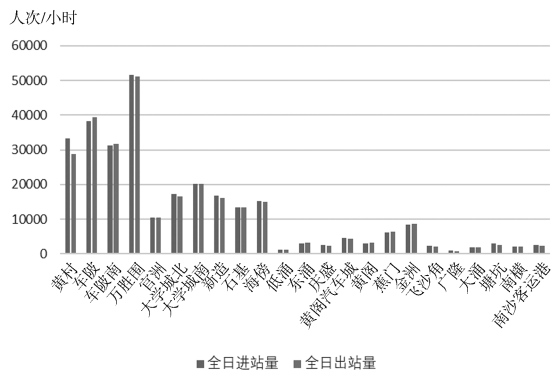


图 14 四号线早高峰断面客流

上珠链式穿插的土地开发布局下的地铁线路客流效益较好,并且运营组织较合理。地铁线路客流规模与线路居住用地、商业用地配置情况密切相关^[8]。从提升地铁客流效益角度,对未来站点周边土地开发规划提出以下建议。

4.1 每年梳理地铁低效站点,加快土地再开发

建议地铁运营部门每年筛选低效客流站点,报规划部门,利用自然资源部开展低效用再开发的契机,积极将低客流站点周边用地纳入低效用地范围,加快土地的再开发。通过再开发提升站点周边土地活力,集聚人口就业并提高地铁客流量。

4.2 将地铁站点周边开发强度纳入已批控规评估指标中

广州市现正启动现有规划单元及已批控规评估工作,建议将地铁站点周边开发强度,作为适应性评估指标,对地铁站点周边开发强度低的地块提出控规调整建议。控规调整方案规划时,应考虑地铁线站地级配均衡指标,确定合适的开发类型。对未来地铁布局规划建议如下:

(1) 地铁规划设计阶段站位比选时,考虑用地级配均衡性指标。在线路建设规划、工可研究、初步设计站位比选时,已经将建筑规模(人口就业)作为重要比选因素,但仅以全线建筑规模(人口就业)作为比选因素容易出现个别站点客流量大而其他站点客流效益差的问题。以地铁一号线为例,全线各个站点用地级配均衡,形成就业+居住型,就业+居住+商业型,就业+商业型等复合型用地形态,表现出客流强度高,站点客流均衡,高峰断面未超通行能力,客流效益好等优势。因此,建议在线路规划阶段将各站点用地级配均衡性也列入比选因素中,确保线路整体层面客流效率。

(2) 既有线路延伸时,建议接入就业聚集区或换乘枢纽。已通线路的延伸一般往外围区延伸^[9],根据本次研究结论,外围居住型站点的用地布局类型单一,客流强度一般较低。以地铁四号线为例,由于线路衔接万胜围、车陂南、黄村等

换乘枢纽,大大提升线路可达性,保证了全线的客流效益。由于地铁三号线经过珠江新城等就业聚集区,形成强聚集效应,大大盘活线路郊区站点客流规模,进而提升了全线的客流规模。因此,建议延伸线路可接入就业聚集区或换乘枢纽,配套的综合开发方案建议也以商业、办公等就业型用地为主。

5 结语

本文针对珠链式居住与商业穿插、外围居住连接中心就业、外围居住衔接其他线路三种类型的线路特点,分别以广州地铁一号线、广州地铁三号线、广州地铁四号线为例,分析三类线路的客流特征,从而总结出高客流线路周边的土地开发布局的三个特征:开发强度大、用地级配均衡、空间布局均衡。根据研究结论,建议加快推进现状低效站点的再开发,并梳理评估已批控规中地铁站周边的开发强度,避免产生低效站点。建议地铁布局规划时,站位比选应考虑线路土地类型级配均衡性指标,确保客流效率。

本文仅从土地与地铁客流相互促进的角度给出土地开发布局建议,在实际控规编制、调整、片区规划时,土地开发类型和强度需要综合考虑地区发展定位、配套服务、城市景观等多方面的因素来确定^[10],下一步将加强本次研究结论与具体土地规划案例的结合。

参考文献(References):

- [1] 刘新杰,何鸿杰,曾德津.基于轨道交通线路职住平衡的广州市TOD开发策略[J].交通与运输,2024,40(06):38-43.
- [2] 张玉玲.北京市轨道交通与土地利用协调关系评价研究[D].北京交通大学,2017.
- [3] 高德辉,许奇,陈培文,等.城市轨道交通客流与精细尺度建成环境的空间特征分析[J].交通运输系统工程与信息,2021,21(06):25-32.
- [4] 周军,徐旭晖,周菁楠,等.中心放射形城市轨道交通线路规划研究——以深圳市为例[J].城市轨道交通,2022,20(02):82-89.
- [5] 白俊峰,庞瑾.西安地铁3号线客流趋势预测研究

-
- [J]. 都市快轨交通, 2021, 34(01): 74 - 79.
- [6] 吴祥国, 张建嵩, 胡义良, 等. 重庆市轨道交通客流时间特性及影响因素探讨[J]. 铁道运输与经济, 2020, 42(11): 117 - 122.
- [7] 李娟, 肖林, 蔡润林. 网络化进程中的苏州市轨道交通客流特征分析与启示[J]. 交通与港航, 2021, 8(01): 16 - 23.
- [8] 陈锋. 基于手机大数据的城市轨道交通规划策略研究——以石家庄市为例[J]. 都市快轨交通, 2021, 34(04): 8 - 15.
- [9] 王玉萍, 马超群. 城市轨道交通客运量影响因素与成长规律[J]. 长安大学学报(自然科学版), 2013, 33(03): 69 - 75.
- [10] 姚恩建, 李斌斌, 刘莎莎, 等. 考虑土地利用性质匹配度的城轨客流分布预测[J]. 交通运输系统工程与信息, 2015, 15(06): 107 - 113.
-
- 作者简介:**
第一作者/通讯作者: 曾德津, 1994 年生, 男, 广东揭阳人, 广州市交通规划研究院有限公司, 工程师, 主要研究方向为交通工程。Email: 1785416287@qq.com
-

Analysis of the Interactive Relationship between Land Layout and Passenger Flow for the Metro and Its Planning Implications

——Case Study of Guangzhou Metro

ZENG Dejin^{1,2*}, HE Hongjie^{1,2}, CHEN Peng^{1,2}

(1. Guangzhou Transport Planning Research Institute Co., Ltd, Guangzhou 510030, China;

2. Guangdong Sustainable Transportation Engineering, Technology Research Center, Guangzhou 510030, China)

Abstract: As the dividend period of passenger flow for Guangzhou metro has passed, so it is of great significance to identify the relationship between passenger flow and layout of land development and further optimize land planning for the future improvement of metro passenger flow. Based on the research of the passenger flow for three types of land development layout lines, the interactive relationship between land development layout and passenger flow for metro is revealed: the scale of land development is large for better benefits of passenger flow lines with balanced levels of land use and rational spatial layout; the lines with lower benefits of passenger flow are mainly dominated by residential stations in the suburbs and far suburbs, where the scale of land development is small around the metros. It is suggested that the planning of land development and the planning of subway layout around the metro should pay attention to the balance of land allocation for the lines to ensure the coordinated development of rail transit planning and urban planning.

Key words: rail transit; land development layout; balance; passenger flow characteristics