

城市轨道交通接驳交通设施布局问题及改善方法

郑翔^{1,2} 农兴中^{1,2} 王治^{1,3} 秦苑^{1,3} 叶霞飞^{1,3}

(1. 同济大学道路与交通工程教育部重点实验室, 201804, 上海;

2. 广州地铁设计研究院股份有限公司, 510010, 广州;

3. 上海市轨道交通结构耐久与系统安全重点实验室, 201804, 上海)

摘要 [目的]城市轨道交通(以下简称“城轨”)的集疏能力往往与接驳交通工具的特点和能力密切相关,只有当城轨与其配套的接驳交通能够协调运作时,城轨的优势才能充分体现出来,因此有必要研究城轨接驳交通设施布局问题及其改善方法。[方法]归纳了城轨车站的主要接驳交通方式及其设施;基于国内外典型城市案例,综合选择肢差异、天气等因素,构建接驳交通客流需求估算优化模型,以及接驳交通方式设施规模计算优化模型,提出了配置接驳交通设施的优先级别和配置原则。[结果及结论]乘客自有交通工具的接驳交通方式对停车设施的需求高峰时段一般在午后,在进行该类接驳交通方式的停车场规模计算时,应采用停车高峰值作为计算依据;针对私人自行车与停车换乘两种接驳方式,非换乘停车率这一指标,能够反映服务城轨车站换乘的自行车停车场、私家车停车场在使用过程中被非城轨乘客占用的情况,降低该指标对减少城轨乘客因停车场不足而降低城轨出行的选择意愿具有积极的作用。

关键词 城市轨道交通;接驳交通;设施布局;规划方法

中图分类号 U491.2; U293.5

DOI:10.16037/j.1007-869x.2025.05.008

Problems and Improvement Methods of the Layout of Urban Rail Transit Feeder Transportation Facilities

ZHENG Xiang^{1,2}, NONG Xingzhong^{1,2}, WANG Zhi^{1,3}, QIN Yuan^{1,3}, YE Xiafei^{1,3}

(1. The Key Laboratory of Road and Traffic Engineering, Ministry of Education, 201804, Shanghai, China; 2. Guangzhou Metro Design & Research Institute Co., Ltd., 510010, Guangzhou, China; 3. Shanghai Key Laboratory of Rail Infrastructure Durability and System Safety, 201804, Shanghai, China)

Abstract [Objective] The collection and distribution capacity of urban rail transit is often closely related to the characteristics and capabilities of feeder transportation means. The advantages of urban rail transit will be fully realized only when urban rail transit and its supporting feeder transportation operate

in coordination. Therefore, it is necessary to study the layout issue of urban rail transit feeder transportation facilities and their improvement methods. [Method] The main feeder transportation modes and their facilities at urban rail transit stations are summarized. Based on typical urban cases at home and abroad, factors such as differences in alternative options and weather are comprehensively considered, to construct an optimized model for estimating the passenger flow demand of feeder transportation and the optimized one for calculating the scale of feeder transportation mode facilities. The priority and configuration principles for the allocation of feeder transportation facilities are proposed. [Result & Conclusion] The peak demand period for parking facilities of the feeder transportation mode using passengers' own vehicles is generally in the afternoon. When calculating the scale of parking lots in this scenario, the peak parking value should be used as the calculation basis. For the two feeder modes of private bicycles and park-and-ride, the indicator of non-transfer parking rate can reflect the situation where bicycle parking and private car parking lots serving the transfer at urban rail transit stations are occupied by non-urban rail transit passengers during use. Lowering this indicator plays a positive role in reducing the unwillingness of urban rail transit passengers to choose urban rail travel due to insufficient parking lots.

Key words urban rail transit; feeder transportation; facilities layout; planning method

城市轨道交通(以下简称“城轨”)车站接驳设施是城轨车站系统的重要组成部分,主要服务于乘客城轨出行末端,对车站影响范围大小及影响范围内的城轨出行分担率有显著影响,甚至会影响轨道交通系统的运行效率。在此前的研究中,许多学者没有考虑车站之间的区域差异^[1],或者考虑了区域差异但没有考虑选择肢的差异及天气因素^[2]。在规模计算方面,现有文献研究参照的仍是高峰小时进出站客流量^[2],没有针对接驳交通的特征选取合

理的指标。

鉴于此,本文从服务和吸引出行者乘坐城轨的角度出发,提出城轨车站接驳交通设施规模确定方法、不同区域车站接驳交通设施配置原则、车站接驳方式优先级确定方法,形成一整套城轨接驳交通设施规划布局设计方法。本文研究可用于指导我国城轨接驳设施规划与设计实践。

1 城轨车站各接驳交通方式及客流需求估算方法

1.1 接驳交通方式类型

城轨通常可以采用的接驳交通方式包括:步行、自行车(本文的自行车定义包含共享自行车、助动车与共享助动车,助动车包含电动自行车与电动摩托车,其中私有交通方式统称私人自行车,共享交通方式统称共享自行车)、常规公交、出租车(含网约车)和私家车^[3]。

在这些接驳交通方式中,私家车接驳方式大致可以分为两类:一类是私家车接送换乘,即私家车不在城轨车站停放,只是在临时停靠点短暂停留接送城轨出行乘客,简称为 K+R,类似于出租车的运行模式;一类是私家车停车换乘,即私家车在城轨车站停放,乘客换乘城轨,本文中统称该类接驳方式为停车换乘,简称为 P+R。从接驳交通设施及布局角度来看,私家车接送换乘与出租车接驳都需要通过临时停靠点和候车区来完成接驳换乘行为,两者并称接送车接驳。这些接驳交通设施与私家车停车换乘所需要的接驳设施,在规模计算和布局方法上有较大的不同之处。很多典型车站的出租车接驳交通设施和私家车(K+R)接驳交通设施是联合设置的,形成接送车接驳交通设施。

为了更好地对接驳交通设施进行规模和布局设计,本文将城轨车站接驳交通方式所涉及的接驳交通设施划分为:步行接驳交通设施、自行车接驳交通设施、公交接驳交通设施、接送车接驳交通设施和停车换乘接驳交通设施。其中:接送车接驳交通设施包含出租车和私家车所涉及的接驳交通设施;停车换乘接驳交通设施仅指私家车停车换乘城轨所需要的接驳交通设施。城轨车站各类接驳交通方式及其设施示意图,如图1所示。

1.2 接驳交通客流需求估算方法

步行接驳客流较为集中的时段是城轨乘客进、

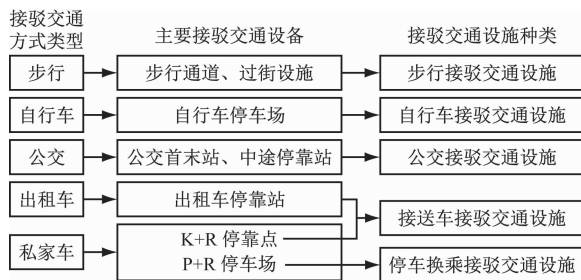


图1 城轨车站各类接驳交通方式及其设施示意图

Fig. 1 Schematic diagram of various feeder transportation modes and their facilities at urban rail transit stations

出站的高峰时段,而与步行联系比较紧密的接驳设施主要为通道,由于进、出站的步行接驳客流均需经由相应的通道集聚或者疏散,故需结合进站与出站步行接驳客流进行综合考虑,二者的需求量均需通过客流预测方法获取。

自行车接驳设施主要包括接驳自行车停车场及其进、出通道。由于自行车在停车场的存放是一个逐步累积的过程,自行车停车高峰时段与城轨车站进站量、出站量高峰时段并不吻合。文献[4]的研究结果表明,城轨车站接驳自行车停车场中,自行车存量的峰值出现在13:00—14:00。

对自行车最大停车需求量进行预测的理想方法为,以一定时间为间隔(如1h),分别对进站量及出站量进行方式划分,综合各时段内的停车及取车需求,累计得到一个自行车停放数量峰值,并以此值作为设施规模估算的依据。但前提条件为,需知道每个时段内的进、出站自行车接驳客运量,这在客流预测中是非常困难的,因此,本文引入了停车峰值系数的概念。将某一城轨车站接驳自行车停车场内,单日累计停车数量最大值与其早高峰时段自行车停车数量的比值称为该车站的自行车停车峰值系数 δ_b ,则有:

$$\delta_b = \frac{N_{BPmax}}{N_{BP1}} \quad (1)$$

式中:

N_{BPmax} ——接驳自行车停车场内单日累计停车数量最大值;

N_{BP1} ——早高峰时段自行车的停车数量。

对某一车站远期早高峰进站客运量进行方式划分,可以获得该车站自行车的早高峰停车需求量,结合 δ_b 就可以换算出该车站远期单日累计停车量峰值,周边用地性质不同的车站自行车停车峰值

系数应根据实际调查情况进行取值,停车换乘接驳与之类似,其中,停车换乘接驳的停车峰值系数记作 δ_c 。

公交接驳主要涉及到公交站台停车泊位数量、线路配置及进出连接通道的设置。公交接驳客流较为集中的时段与城轨进站量、出站量的高峰时段相一致,接驳公交车的需求取决于城轨进站量、出站量中的较大值。因此,进站、出站公交接驳客运量均需通过客流预测方法获取。

K + R 接驳方式需要临时停车场所,以供出租车与私家车上、下客,以及短暂停留时使用,其需求的高峰时段一般与城轨客流高峰时段一致,且 K + R 接驳方式的进站客运量与出站客运量均需通过客流预测方法获取,二者共同决定了临时停车场所的规模。

出租车接驳方式与 K + R 接驳方式类似,需要临时停车场所,但不同的是,高峰时段出租车将接驳乘客送至城轨车站后可以就地等待下一个乘客。一辆出租车可以同时送客、接客,因此出租车接驳方式的进站客运量与出站客运量均需通过调查获取,根据二者中的较大值来配置临时停车场所的规模即可。

根据以上分析,估算各接驳交通方式设施规模所需的客流数据及处理方法,如表 1 所示。就目前我国城轨的客流特征而言,早高峰的进站客运量、

出站客运量普遍比晚高峰要大,因此,只需预测早高峰时段进站量和出站量对应的各接驳交通方式客流分担量即可。

不同天气(晴天、雨雪天、雾天、大风天等)情况下,每种接驳方式的乘客选择意愿有所差异。根据调查资料可知,晴天采用步行、自行车接驳方式的乘客,在雨天、大风天等恶劣天气下会倾向于选择公交、出租车等接驳方式,进而导致不同天气情况下,接驳交通分担率有所差异。因此,每种接驳方式的客运量应按不同天气情况分别构建预测模型,并以该种接驳方式在各种天气情况下的客运量最大值作为接驳设施规模的计算依据。

综上所述,将各接驳交通方式客流需求的预测问题转换为早高峰时段各接驳交通方式的进站、出站客运量预测问题。由于城轨工程在设计阶段已对各线路、各车站的远期早、晚高峰的上、下客运量及换乘客运量进行了预测,城轨车站的接驳客流总量即为已知条件。因此,为了获得城轨车站远期各接驳交通方式所承担的接驳客运量,只需构建城轨车站接驳客流方式划分模型即可。

2 城轨车站各接驳交通方式设施规模计算

利用城轨车站接驳方式设施规模所需的客流数据,根据各接驳交通方式的特性和乘客实际接驳行为分析,可确定城轨各接驳交通设施规模计算思路及方法。

2.1 步行接驳交通设施规模

步行接驳设施宽度 w_p 可根据步行接驳设施高峰小时行人流量,以及单位步行接驳设施的设计通行能力的比值来计算获得,可以表示为:

$$w_p = \frac{M_w}{M_{w1}} \quad (2)$$

式中:

M_w ——步行接驳设施高峰小时行人流量;

M_{w1} ——宽为 1 m 的步行接驳设施的设计通行能力。

2.2 自行车接驳交通设施规模

自行车接驳设施可通过远期城轨车站高峰小时采用自行车接驳的人数,计算出接驳自行车停车场的最大停放车辆数。同时,由于助动车与普通自行车在个体体积上存在较大的差异,两者单位停车面积不能等同计算,计算时需做区分。

接驳自行车停车场面积 S_b (单位 m^2)可以表

表 1 各接驳交通方式设施规模所需客流数据及处理方法
Tab. 1 Passenger flow data required for estimating the scale facility of each feeder transportation mode and the processing methods

接驳方式	需预测的客运量数据	客运量取值方法	确定取值后的客运量数据处理方法
步行	高峰时段进站与出站客运量	取进站与出站客运量之和	
自行车	高峰时段进站客运量	根据式(1)计算获得	基于停车峰值系数进行转化
公交车	高峰时段进站与出站客运量	取进站与出站客运量中的较大值	
停车换乘	高峰时段进站客运量	根据式(1)计算获得	基于停车峰值系数进行转化
K + R	高峰时段进站与出站客运量	取进站与出站客运量之和	
出租车	高峰时段进站与出站客运量	取进站与出站客运量中的较大值	

注:高峰时段指早高峰时段。

示为:

$$S_b = \frac{N_b}{(1 - \gamma_b)} S_z \left(\delta_b \alpha_z + \frac{\alpha_{zg}}{n_{zg}} \right) \quad (3)$$

式中:

N_b ——高峰时段采用非机动车的总人数,单位人;

γ_b ——自行车停车非换乘比例,指城轨车站存放自行车的非换乘城轨人数占总存车人数的比例;

α_z ——私人自行车所占比例;

α_{zg} ——共享自行车所占比例;

S_z ——一辆自行车的占地面积,单位 m^2 ;

n_{zg} ——共享自行车周转率,即单位时间内被使用的次数。

2.3 公交接驳交通设施规模

公交接驳交通设施主要指公交站台和泊位,根据高峰小时城轨车站公交接驳的乘客量,估算所需的接驳公交线路数量,进而推算出公交接驳站泊位数量、用地规模。

已知远期高峰小时城轨车站采用公交接驳的乘客量,计算得出两种线路的线路运送能力后,即可根据远期高峰小时城轨车站采用公交接驳的乘客量,确定所需的公交接驳线路数。

将公交线路分为始发线路和单项途经线路进行计算,始发线路的高峰小时运送能力 C_{od} (单位人次/h),以及单项途经线路高峰小时运送能力 C_o (单位人次/h),可以表示为:

$$C_{od} = \frac{60N_e r}{t_i} \quad (4)$$

$$C_o = \frac{60N_{peak}}{t_i} \quad (5)$$

式中:

N_e ——公交车额定载客数,单位人;

r ——高峰小时满载率;

N_{peak} ——高峰小时中间站平均允许上客人数,单位人;

t_i ——高峰小时发车间隔,单位 min。

将公交接驳站分为单泊位和多泊位公交接驳站进行计算,单泊位接驳站通行能力 B_l (单位辆/h),以及多泊位公交接驳站通行能力 B_s (单位辆/h),可以表示为:

$$B_l = \frac{3\,600(g/c)}{t_{cl} + t_d(g/c) + t_{om}} = \frac{3\,600(g/c)}{t_{cl} + t_d(g/c) + Z_a c_p t_d} \quad (6)$$

$$B_s = \frac{N_{el} 3\,600(g/c)}{t_{cl} + t_d(g/c) + t_{om}} = \frac{3\,600(g/c)}{t_{cl} + t_d(g/c) + Z_a c_p t_d} \quad (7)$$

$$t_d = N_{ali} t_{ali} + N_{boa} t_{boa} + t_{oc} \quad (8)$$

式中:

g/c ——绿信比,无信号交叉口取 1;

t_{cl} ——清空时间,单位 s;

t_d ——平均停靠时间,单位 s;

t_{om} ——运行时间裕量,单位 s;

Z_a ——设计失败率 a 对应的标准正态分布值;

c_p ——停靠时间的变异系数;

N_{el} ——停靠站有效泊位数,可参考文献[5]

取值;

N_{ali} ——每辆车通过最繁忙车门的下车人数,单位人;

t_{ali} ——每位乘客下车的服务时间,单位 s,可参考文献[5]取值;

N_{boa} ——每辆车通过最繁忙车门的上车人数,单位人;

t_{boa} ——每位乘客上车的服务时间,单位 s,可参考文献[5]取值;

t_{oc} ——开关门时间,单位 s。

公交接驳站有效泊位数量 N_{bus} 可以表示为:

$$N_{bus} = \frac{Q}{B_l} \quad (9)$$

式中:

Q ——公交接驳站远期车站高峰小时到站的公交车数。

公交接驳站首末站用地规模 S_{bus} 可以表示为:

$$S_{bus} = N_{bus} S_{busa} + \frac{QN_{busave}}{3\,600v_p \Delta_p} l_{bus} + \lambda_{busp} t_{busp} S_p + S_d \quad (10)$$

式中:

S_{busa} ——每个泊位的占地面积,与不同车型的尺寸有关,单位 m^2 ;

N_{busave} ——每辆公交车的平均载客数,单位人;

Δ_p ——下车乘客平均步行密度,单位人/ m^2 ;

v_p ——下车乘客平均步行速度,单位 m/s;

l_{bus} ——公交乘客疏散时的平均步行距离,单位 m;

λ_{busp} ——高峰时段公交候车乘客平均到达率,单位人/min;

t_{busp} ——公交乘客的平均候车时间,单位 min;

S_p ——平均每位乘客候车时所占用的面积,单位 m^2 ;

S_d ——车辆调头车道面积,单位 m^2 。

中途站停靠区规模应符合 CJJT 15—2011《城市道路公共交通站、场、厂工程设计规范》第 2.2.8 条中的规定。中途站候车亭、站台、站牌及候车廊的设计应符合 CJJT 15—2011《城市道路公共交通站、场、厂工程设计规范》第 2.1.11 条—第 2.1.14 条中的规定。

2.4 接送车接驳交通设施规模

接送车接驳行为主要包括乘客候车、接送车停靠、乘客上下车 3 种行为^[6],为了提高泊位利用率,将上、下客区结合设置,故本文考虑的接送车接驳交通设施由上、下客区和乘客候车区两部分构成。其中:车辆在上、下客区即停即走,所需空间以高峰时段的出租车或私家车接送、接驳的最大泊位需求量计算;乘客等待区面积与公交接驳计算式类似。

接送车接驳交通设施所需面积 S_t 可以表示为:

$$S_t = \frac{\lambda_t}{60} t_t S_{ta} + \lambda_{tp} t_{tp} S_p \quad (11)$$

式中:

λ_t ——高峰时段 10 min 内的出租车平均到达率,单位辆/min;

t_t ——上、下客所需平均停车时间,单位 s;

S_{ta} ——每辆出租车所需停车面积,单位 m^2 ;

λ_{tp} ——高峰时段 10 min 内的出租车候车乘客平均到达率,单位人/min;

t_{tp} ——出租车乘客的平均候车时间,单位 min。

2.5 停车换乘接驳交通设施规模

小汽车停车场规模主要依据单日内停车场最多同时停放的车辆总数(即停车峰值),以及每辆小汽车所需空间确定。停车峰值可依据高峰时段进入停车场的车辆数乘停车峰值系数来计算获得。停车峰值系数可通过既有停车场的实地调查获得。高峰时段的停车数量需要考虑采用 P+R 接驳方式的总人数、平均每辆小汽车的乘客数、非停车换乘的车辆停放需求。

P+R 停车场使用面积 S_c 可以表示为:

$$S_c = \frac{N_c \delta_c}{(1 - \gamma_c) N_{cl}} S_{ca} \quad (12)$$

式中:

N_c ——高峰时段采用 P+R 接驳方式的人数,单位人;

N_{cl} ——每辆 P+R 接驳车辆的载客人数,单位人;

γ_c ——非换乘城轨比例;

S_{ca} ——每辆小汽车停放所需面积,单位 m^2 。

3 城轨车站的接驳交通设施配置

3.1 不同区域城轨车站接驳交通设施配置

城轨车站接驳交通设施配置考虑的主要因素包括:车站覆盖密度,以及由此确定的乘客主要接驳距离范围、车站周边用地条件等,通过各国城轨车站的接驳交通设施分布情况归纳分析可知,接驳交通设施配置主要和车站所在的区域有关,车站所在区域与车站密度、用地条件具有较高的关联性。一般来说,车站越靠近城市中心,车站覆盖密度越高、平均站间距越小、进出站乘客中采用步行接驳交通方式的比例越高,但同时车站周边的用地条件也会更加局促,因此按车站所在区域确定接驳交通设施配置是合理的,通常可将城市区域划分为城市核心区、城市中心区和郊区^[7]。

城市核心区的城轨站点密度较高,步行接驳交通客流比例很高,其次是公交接驳交通客流和接送车接驳交通客流,自行车接驳交通客流和私家车停车换乘接驳交通客流都较小。该区域的接驳交通设施设置要充分考虑步行和公交接驳交通设施的设置,根据实际情况在适当位置考虑接送车和自行车接驳交通设施。

城市中心区(除核心区外)的城轨车站覆盖密度较高,车站周边人口密度很高。该区域中,步行、公交和自行车接驳交通客流均占有一定的比例。城轨车站接驳交通设施要考虑步行、公交和自行车接驳交通设施的合理布局,根据实际情况设置接送车和停车换乘接驳交通设施。

城市郊区的城轨车站覆盖密度相对低。城轨车站除了需要提供步行和公交接驳交通设施外,还要适当考虑自行车和私家车停车等私人交通的停车换乘接驳交通设施。

3.2 城轨车站接驳方式优先级别及设施配置原则

城轨与土地利用、接驳交通要进行有机整合,通过城轨建设支持沿线土地开发,方便沿线居民出行。在城轨影响范围内,主要的接驳交通方式依次为步行、自行车、公交,通过优化接驳交通设施的配置提高接驳交通与城轨换乘的便捷性,增强城轨的吸引力,强化城轨的骨干作用,实现公交优先发展

的战略目标。

国内外典型的城轨车站为我国城轨车站接驳交通的设施配置提供了很多有价值的参考经验。在这些案例中,接驳交通设施的配置情况同接驳交通自身特性及车站所在区域、车站自身功能有较大的关系。本文采用对比研究的方法,对城轨车站接驳交通方式的优先级别和接驳交通设施配置原则进行了分析。

3.2.1 接驳交通方式优先级别

步行和自行车接驳交通方式具有交通方便灵活、低碳环保等优点,是公众出行不可缺少的交通方式。改善步行和自行车出行环境,对倡导绿色出

行、建设宜居城市具有重要的意义。分析国内外典型的城轨车站接驳交通案例可知,两种慢型接驳交通方式(步行与自行车)占据了城轨车站接驳交通方式中的绝对主导地位。因此,从各种接驳交通方式的便捷性、环保性及合理分担率等角度来看,城轨车站接驳交通方式的优先级别为步行、自行车、公交、出租车和私家车。优先级别的确定确保了各接驳交通方式与车站出入口连接的便捷性。一般来说,应确保优先级别高的接驳交通方式能更便捷地到达车站。城轨接驳交通方式特点及优先级,如表 2 所示。

表 2 城轨各接驳方式特点及优先级

Tab. 2 Characteristics and priorities of urban rail transit feeder transportation modes

接驳交通方式	接驳交通方式特点描述	优先级
步行	步行是进、出城轨车站最直接、最便捷的接驳交通方式,即使在使用其他交通工具的情况下,最终都将转化为步行方式进、出城轨车站;步行接驳交通方式是车站接驳交通规划中应考虑的、最基本的接驳交通方式	优先级最高
自行车	自行车作为绿色、环保、节能的交通出行方式之一,在相当长的时间内仍是短距离出行的主要方式。随着近几年共享单车的迅速发展,“城轨+共享单车”的出行方式越来越受到青睐,共享单车在短距离出行时具有使用便捷、费用低廉等优点,且其无需考虑购车、维护、防盗等事宜,受到出行者的欢迎,并吸引了部分公交接驳乘客转变接驳交通方式	优先于所有机动车接驳方式
公交	在城轨车站的接驳客流中,传统公交的接驳比例是较高的。在机动化的接驳交通方式中,传统公交接驳交通设施占用土地资源少、人均道路资源占用率较低,应成为首要提倡的接驳交通工具	优先级仅次于步行和自行车接驳
出租车	城轨车站的接驳交通规划要适当设置出租车停靠站,鼓励出租车定点停靠,满足多层次服务需求,以及方便部分乘客出行	优先级较低
私家车(含 K+R、P+R)	私家车作为客运系统的必要补充,也是城轨车站接驳交通方式之一,应通过完善城轨车站的停车换乘体系,吸引一部分私家车使用者换乘城轨出行,提升公共交通的吸引力,减轻城市中心区域和核心区域的机动车交通压力	优先级低

注:部分城市允许助动车、电动车、共享电动车等机动方式上路运行,虽然为机动方式,但因其速度、占地面积、运行方式与自行车类似,仍可将这部分纳入自行车接驳交通方式考虑。

3.2.2 接驳交通设施配置原则

分析国内外典型城轨车站接驳交通设施配置案例可知,城轨车站接驳交通设施配置的主要影响因素为:车站区域位置和车站自身功能。

对于车站区域位置,根据城轨线网特征、区域车站密度、土地利用形态、人口密度、岗位密度等特征,按核心区、核心外围区和郊区 3 种类型对城轨车站分别配置接驳交通设施类型。

对于车站自身功能,在对车站进行区域划分的基础上,根据车站接驳交通设施的服务等级和车站规模,将城轨车站划分为一般车站和服务对外交通枢纽车站。其中:一般车站是指以城轨为主体的车站;服务对外交通枢纽车站是指与铁路、长途客运

站或机场等设施共建或紧密联系,为跨境乘客提供市内交通服务的车站。

不同区域条件下,不同类型车站接驳交通设施配置原则如表 3 所示。

3.2.2.1 核心区车站

核心区的城轨车站覆盖密度、车站周边岗位密度均较高,车站周边用地较为紧张。接驳交通以步行接驳为主,公交和接送车接驳为辅。

核心区一般车站设施配置原则:主要设置步行接驳交通设施;在主要出入口附近地形、用地条件许可的前提下,可以间隔设置公交接驳交通设施和接送车接驳交通设施;原则上不设置自行车和停车换乘接驳交通设施。

表 3 不同区域条件下不同类型车站接驳交通设施配置原则

Tab. 3 Configuration principles of feeder transportation facilities for different types of stations under different regional conditions

区域	车站类型	步行接驳交通方式	公交接驳交通方式	自行车接驳交通方式	接送车接驳交通方式	停车换乘接驳交通方式
核心区	一般车站	√	○	×	○	×
	对外交通枢纽站	√	√	×	√	○
核心外围区	一般车站	√	√	√	√	×
	对外交通枢纽站	√	√	○	√	○
郊区	一般车站	√	√	√	√	○
	对外交通枢纽站	√	√	○	√	√

注：“√”表示必须设置；“○”表示可以结合车站实际情况等因素考虑设置；“×”表示不推荐配置。

核心区对外交通枢纽站设施配置原则：主要设置步行接驳交通设施；原则上不设置自行车接驳交通设施；在各出入口附近设置公交接驳交通设施；在主要出入口附近设置接送车接驳交通设施；在主要出入口附近地形、用地条件许可的前提下，可以结合枢纽站整体设计在主要出入口附近设置停车换乘接驳交通设施。

3.2.2.2 核心外围区车站

核心外围区的城轨车站覆盖密度较高，车站周边人口密度较高。城轨车站接驳交通在优化步行接驳交通的基础上，宜设置以自行车和公交接驳交通设施为主，接送车接驳交通为辅的交通设施；在用地、交通组织和客流需求等条件许可的前提下，在外环线附近区域设置停车换乘接驳交通设施。

核心外围区一般车站设施配置原则：主要设置步行接驳交通设施；主要出入口附近设置自行车、公交、接送车接驳交通设施；原则上不设置停车换乘接驳交通设施；在核心外围与郊区结合的区域，可以结合用地条件、道路条件和接驳客流需求等设置停车接驳换乘交通设施。

核心外围区对外交通枢纽站设施配置原则：主要设置步行接驳交通设施；在客流需求、用地和交通组织等条件允许的前提下，可以考虑在某些出入口设置自行车接驳交通设施；各出入口附近设置公交接驳交通设施，主要出入口附近设置接送车接驳交通设施；在主要出入口附近地形、用地条件、交通组织许可的前提下，可以结合枢纽站整体设计在主要出入口附近设置接驳交通设施。

3.2.2.3 郊区车站

郊区的城轨车站覆盖密度低，用地紧张程度相对核心区域要缓和很多。城轨车站接驳交通在优

化步行和自行车接驳交通的基础上，宜重点发展公交和接送车接驳交通设施，适当考虑停车换乘接驳交通设施。

郊区一般车站设施配置原则：主要设置步行接驳交通设施；各出入口附近设置公交、自行车接驳交通设施；主要出入口附近设置接送车接驳交通设施；在有接驳客流需求，以及用地、交通组织条件允许的出入口附近，间隔设置停车换乘接驳交通设施。

郊区对外交通枢纽站设施配置原则：主要设置步行接驳交通设施；各出入口附近设置公交接驳交通设施；主要出入口附近设置接送车接驳交通设施；结合枢纽站整体设计，在主要出入口附近设置自行车和停车换乘接驳交通设施。

4 结语

1) 乘客自有交通工具的接驳交通方式(私人自行车、私家车 P+R 停车换乘)，对停车设施的需求高峰时段一般在午后。对此类接驳交通方式停车场规模进行计算时，提出利用早高峰时段停车数量、停车峰值系数转化的计算方法，并以自行车接驳方式为例建立了初步的量化模型。

2) 针对私人自行车与停车换乘两种接驳方式，提出了非换乘停车率的概念，较为真实地反映了服务轨道交通车站换乘的自行车停车场、私家车停车场在使用过程中被非城轨乘客占用的情况，对减少城轨乘客因停车场不足而降低城轨选择意愿有积极作用。

3) 本文提出的城轨接驳交通设施规划布局设计方法，在设施类型规划、设施规模计算等方面均具有较强的可实施性，有助于指导城轨接驳交通设

(下转第 54 页)

- (4): 474.
FENG Guohui, XU Xing, HOU Shilei, et al. Deflections of adjacent underground tunnel induced by excavation based on Kerr foundation model[J]. Journal of Shanghai Jiao Tong University, 2022, 56(4): 474.
- [3] 王敏, 甘晓露, 杜巍, 等. 考虑土体刚度衰减的地面堆载对既有隧道影响[J]. 地下空间与工程学报, 2021, 17(6): 1965.
WANG Min, GAN Xiaolu, DU Wei, et al. Effects of surface surcharge on existing tunnel considering soil stiffness degradation[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2021, 17(6): 1965.
- [4] 梁荣柱, 宗梦繁, 康成, 等. 考虑隧道剪切效应的隧道下穿对既有盾构隧道的纵向影响[J]. 浙江大学学报(工学版), 2018, 52(3): 420.
LIANG Rongzhu, ZONG Mengfan, KANG Cheng, et al. Longitudinal impacts of existing shield tunnel due to down-crossing tunneling considering shield tunnel shearing effect[J]. Journal of Zhejiang University (Engineering Science), 2018, 52(3): 420.
- [5] 张勇, 马金荣, 陶祥令, 等. 地面堆载诱发下既有盾构隧道纵向变形的解析解[J]. 隧道建设(中英文), 2020, 40(1): 66.
ZHANG Yong, MA Jinrong, TAO Xiangling, et al. Analytical solution of longitudinal deformation of existing shield tunnel induced by surface surcharge[J]. Tunnel Construction, 2020, 40(1): 66.
- [6] 张涛, 欧伟山, 齐晓强. 邻近堆载诱发既有隧道受力变形研究[J]. 科学技术与工程, 2023, 23(2): 802.
ZHANG Tao, OU Weishan, QI Xiaoqiang. Deformation of existing tunnel induced by adjacent surcharge[J]. Science Technology and Engineering, 2023, 23(2): 802.
- [7] 范垚垚, 郭晓航, 邓指军, 等. 正上方加卸载对盾构隧道变形的影响分析[J]. 施工技术, 2014, 43(7): 107.
FAN Yaoyao, GUO Xiaohang, DENG Zhijun, et al. Deformation analysis of shield tunnel with loading and unloading above[J]. Construction Technology, 2014, 43(7): 107.
- 收稿日期:2023-03-07 修回日期:2023-04-07 出版日期:2025-05-10
Received:2023-03-07 Revised:2023-04-07 Published:2025-05-10
• 通信作者:田栋梁, 博士研究生, 345265753@qq.com
• ©《城市轨道交通研究》杂志社, 开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

(上接第 48 页)

施规划布局实际工作。

参考文献

- [1] 何嘉辉. 轨道交通与接驳交通一体化衔接分析[J]. 交通与运输, 2022, 38(1): 11.
HE Jiahui. Integration of rail transit and connecting transit[J]. Traffic & Transportation, 2022, 38(1): 11.
- [2] 韦晨. 城市轨道交通换乘枢纽布局及设施配置研究: 以南京地铁四号线为例[D]. 南京: 东南大学, 2017.
WEI Chen. Study on the layout and facilities configuration of urban rail transit transfer hub: taking Nanjing Metro Line 4 as an example[D]. Nanjing: Southeast University, 2017.
- [3] 李荣. 城市轨道交通接驳方式及规模研究[J]. 科学技术创新, 2021(2): 143.
LI Rong. Study on connection mode and scale of urban rail transit[J]. Scientific and Technological Innovation, 2021(2): 143.
- [4] 况丽娟, 叶霞飞. 自行车接驳城市轨道交通的特征研究[J]. 城市轨道交通研究, 2010, 13(2): 53.
KUANG Lijuan, YE Xiafei. Characteristics of bike-and-ride at urban mass transit station[J]. Urban Mass Transit, 2010, 13(2): 53.
- [5] 任其亮. 公交停靠站泊位数确定方法研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2008, 8(5): 114.
REN Qiliang. Method for determining the berth of bus stops[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2008, 8(5): 114.
- [6] 顾承东, 刘江, 刘武君. 城市轨道交通站前广场规划设计[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005.
GU Chengdong, LIU Jiang, LIU Wujun. Urban rail transit planning and design on station square[M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 2005.
- [7] 熊舒威, 蒋洁滢. 东京都市圈轨道交通接驳特征对我国市域(郊)铁路一体化接驳的启示[J]. 现代城市轨道交通, 2022(6): 106.
XIONG Shuwei, JIANG Jieying. Enlightenment from the characteristics of rail transit connections in Tokyo metropolitan area to integrated connection of urban region (suburban) railway in China[J]. Modern Urban Transit, 2022(6): 106.
- [8] 冯洁, 叶霞飞. 城市轨道交通车站衔接设施布局方案评价指标的计算方法[J]. 综合运输, 2015, 37(3): 57.
FENG Jie, YE Xiafei. The method of evaluating indicators calculation of connecting facilities layout plan of metro stations[J]. China Transportation Review, 2015, 37(3): 57.
- 收稿日期:2022-09-27 修回日期:2022-10-29 出版日期:2025-05-10
Received:2022-09-27 Revised:2022-10-29 Published:2025-05-10
• 第一作者:郑翔, 高级工程师, zhengx_gzdtstjy@126.com
通信作者:秦苑, 博士研究生, 2410188@tongji.edu.cn
• ©《城市轨道交通研究》杂志社, 开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license