

轨道交通接运系统规划方法

An Analysis on Rail Transit Transfer System Planning

覃 裔 宗传苓

(深圳市城市交通规划研究中心, 深圳 518034)

QIN Yu, ZONG Chuanling

(Shenzhen Urban Transport Planning Center, Shenzhen 518034)

摘要: 做好轨道交通接运系统规划是实施一体化客运交通体系战略的重要措施。结合深圳市轨道交通二期工程详细规划的实践, 介绍了轨道交通接运系统规划的内容与流程, 提出了各种接运系统规划的原则及接驳设施规模估算的方法, 建立了交通接驳服务水平评估指标体系和评估方法, 并进行了实例分析。

Abstract: The planning of rail transit transfer systems plays an important role in implementing an integrated passenger transportation system. Based on the practice of the detail plan of the Phase 2 Shenzhen rail transit project, this paper discusses the tasks and steps in planning urban rail transit feeding systems, and presents some fundamental principles for rail transit feeding system planning, as well as techniques used in estimating the scales of various transferring facilities. In addition, through a case study, the paper proposes methods and criteria for assessing levels of services for transferring system.

关键词: 轨道交通; 接运系统; 接驳规划; 服务水平

Key words: rail transit; feeding system; transferring planning; levels of services

中图分类号: U491.1¹⁷ 文献标识码: A

收稿日期: 2005-12-23

作者简介: 覃裔, 男, 工学博士, 深圳市城市交通规划研究中心高级工程师, 主要研究方向: 城市公共交通规划和城市轨道交通规划。

E-mail: qy@sutpc.com

做好轨道交通接运系统规划, 是建立以轨道交通为主体、常规公交为网络的一体化客运交通体系的重要措施。同时, 也是保证现有轨道线路客流, 充分发挥其运输潜能的重要手段。本文将结合深圳市轨道交通二期工程详细规划的实践^[1], 对轨道交通接运系统规划方法进行探讨。

1 主要工作内容与流程

轨道交通接运系统规划主要目的有三个: 一是提高轨道交通可及性和服务面积, 保证轨道交通客流, 发挥其运输潜能; 二是促进城市其他客运方式与之配合, 改善出行条件, 缩短出行时间, 提高公共交通服务水平, 逐步建立以轨道交通为主体的一体化城市客运交通体系; 三是提高城市综合客运体系运输效率, 改变目前轨道交通与其他客运方式间的客流竞争, 改善公共交通运营财政状况。根据上述目的, 接运系统规划的主要工作内容和流程如图1所示。

2 轨道交通与常规公交接驳规划

常规公交具有线路和站点容易更改、接运能力大等优点, 是轨道交通最合适的接运方式。常规公交接驳规划主要包括接驳场站布局 and 接驳线路设置两方面内容。

2.1 接驳场站布局规划

1) 规划布局原则

① 接驳场站规模应根据换乘客流大小、接驳线路数量与配车数量、换乘候车时间及空间需求等因素, 并结合车站周边用地规划情况综合确定。

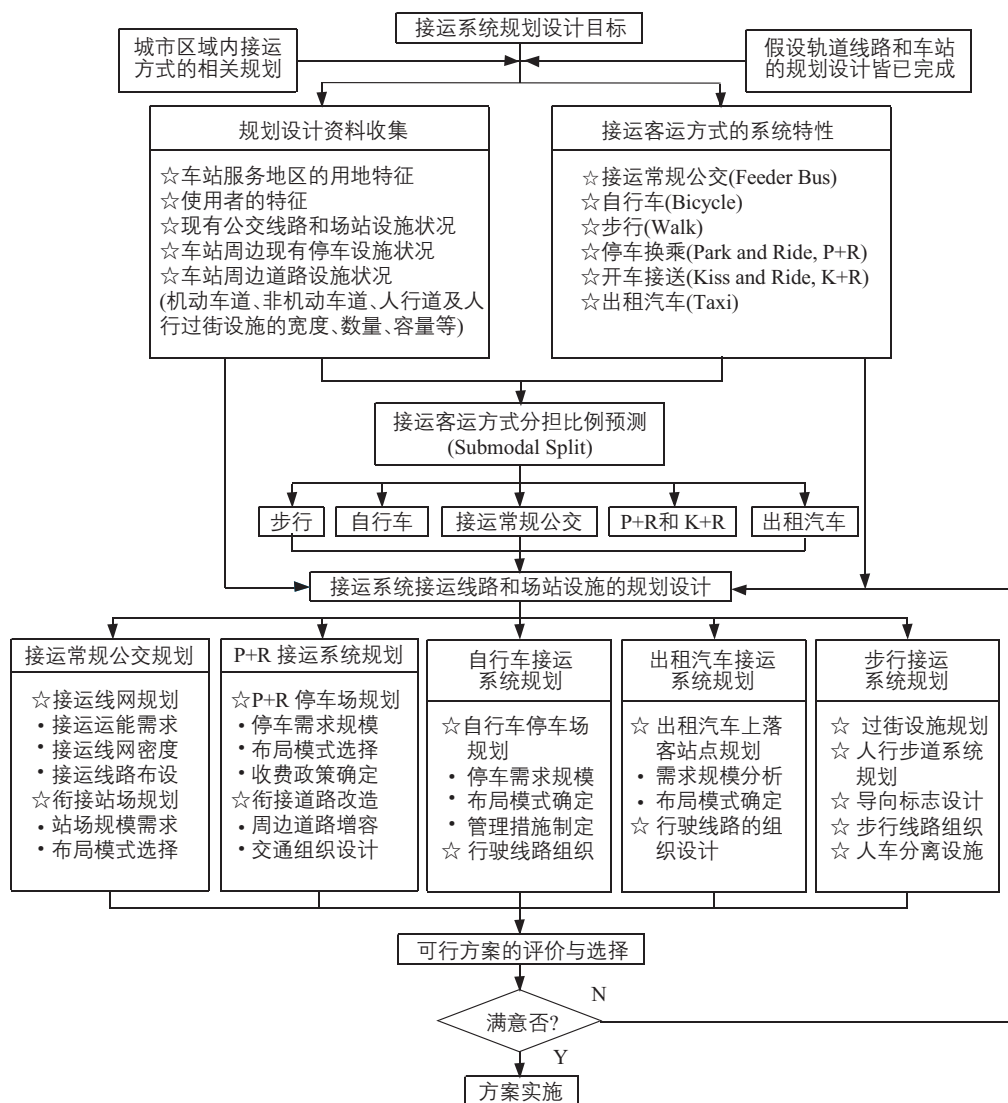


图1 轨道交通接运系统规划内容和 workflows

Fig.1 Tasks and steps in planning urban rail transit transferring systems

② 接驳场站应尽量靠近轨道交通车站出入口，缩小换乘时空距离，提高接驳换乘效率。

③ 接驳场站车辆出入口尽量设置在次干路或支路上，减少车辆进出对道路交通的影响。

④ 当接驳车辆经由主要干路进出接驳场站时，应尽可能地提供优先通行的专用道、专用标志或专用信号，以减少时间延误。

⑤ 车站周边土地综合开发价值较高，接驳场站布局应尊重土地规划实际情况，可结合其他建筑设施统一设置，而单独占地。

⑥ 尽可能采用步行专用通道连接轨道交通车站和

常规公交站台，做到人车分离。

⑦ 有清晰的换乘线路信息和明确的流向组织。

2) 规模估算

接驳场站规模主要考虑供车辆停放和掉头所需面积以及乘客集散和候车所需面积，可按式(1)估算。

$$S_b = \left[\frac{60 \cdot N_b}{t_d} + \frac{60 \cdot N_b}{t_u} \right] \cdot S_b + \frac{L_p \cdot N_b \cdot P_b \cdot (\eta_s + \eta_a)}{3600 \cdot s \cdot v} + \frac{N_b \cdot P_b \cdot \eta_s \cdot S_h}{t_u} + S_d, \quad (1)$$

式中：\$S_b\$为接驳站场所需面积/\$m^2\$；\$N_b\$为高峰小时内集结到达接驳场站的车辆数/(辆/h)；\$t_d\$、\$t_u\$分别为接驳车辆在下客站和上客站的停车时间/min；\$s_b\$为接驳车辆

停车时的平均占地面积/($\text{m}^2/\text{辆}$); L_p 为到达和离开客流在接驳站场内的平均步行距离/($\text{m}/\text{人}$); s 为平均行人密度/($\text{人}/\text{m}^2$), 通常取 $1.2 \text{ 人}/\text{m}^2$; v 为平均步行速度/(m/s), 通常取 $1.1 \text{ m}/\text{s}$; η_a 、 η_s 分别为接驳车辆到达和始发时的满载率/%; P_b 为接驳车辆的平均额定载客量/($\text{人}/\text{辆}$); s_h 为人均候车面积/($\text{m}^2/\text{人}$); s_d 为接驳车辆掉头所需空间的面积/ m^2 。

3) 规划布局模式

轨道交通车站与常规公交场站接驳主要有4种布局模式^[2]:

① 常规公交车辆直接在道路旁边停靠, 利用过街通道与轨道交通车站相连(见图2)。

② 常规公交与轨道交通处于同一平面, 两者站台合用, 并用立体通道联系两个侧式站台(见图3), 该形式确保有一个方向换乘条件很好, 而且步行距离很短。

③ 轨道交通与常规公交合用站台, 通过某一路径, 使接驳车辆到达站和轨道列车出发站同处一侧站台, 而接驳车辆出发站与轨道列车到达站同处另一侧站台(见图4)。该模式两个方向都有很好的换乘条件。

④ 集中布局模式: 在路外集中设置有多个站台的接驳场站(见图5), 每个站台最好均以立体通道与轨道交通车站相连。

2.2 接驳线路规划

1) 规划布设原则

① 以轨道交通车站为中心, 组织常规公交接驳线网。设置“一”型、“L”型或“Z”型接驳线路, 形成向四周发散的网格格局。

② 接驳线路与接驳客流主流向一致, 并符合乘客出行习惯。

③ 与轨道交通长距离竞争性的线路调整至车站外围过境道路上。

④ 对与轨道交通部分重叠的线路进行调整, 重叠区间一般不超过3个。

⑤ 重叠线路站点不宜与轨道交通车站完全重合, 应在两相邻车站中间地带设置停靠站。

⑥ 接驳线路停靠站间距宜小于一般线路的间距, 一般为 $300 \sim 400 \text{ m}$ 。

2) 规划布设方法

① 经验方法: 凭借规划设计者的经验和知识, 对原有与轨道交通平行的常规公交线路的运输效率做出判断, 取消运输效率较差的线路或改为垂直于轨道交通的馈送线路; 对运输效率较好的线路予以保留, 但必须遵循上述原则予以调整, 避免两者的客流竞争。

② 接驳线路逐条搜索方法^[3-4]: 首先, 选取换乘客流量较大的车站作为接运站点; 其次, 以接运效率最大为优化目标, 逐条布设接运线路。接运效率可定义为换乘客流量在轨道交通线路上的周转量与接运线路



图2 接驳场站分散布局模式之一

Fig.2 Non-centralized transfer center layout (Pattern I)

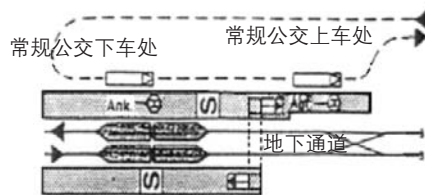


图3 接驳场站分散布局模式之二

Fig.3 Non-centralized transfer center layout (Pattern II)

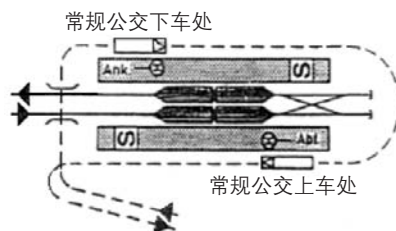


图4 接驳场站分散布局模式之三

Fig.4 Non-centralized transfer center layout (Pattern III)

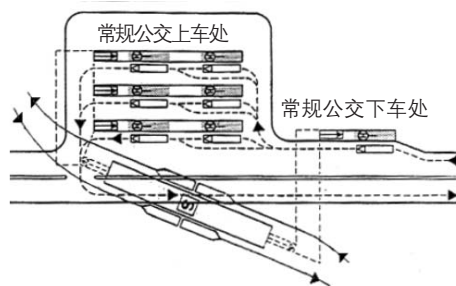


图5 接驳场站集中布局模式

Fig.5 Centralized transfer center layout

长度的比值。

3 轨道交通与其他接运方式接驳规划

3.1 自行车接驳规划

自行车以其经济、方便、灵活、环保等优点，逐步成为轨道交通重要的接运方式。自行车接驳规划主要包括接驳停车场布局和接驳行驶线路组织设计。

1) 规划设计原则

① 比较适合于城市中心外围区域或居住区内的轨道交通车站；而对于中心区内的车站，由于路面空间和停放空间不足，不适宜采用。

② 为避免自行车停放占用道路空间，必须提供足够数量的专用停车位。

③ 对于换乘量较大的车站应集中设置路外停车场，且不宜相距太远，并最好设置专用换乘通道；对于换乘量较小的车站，可根据车站出入口位置，采用车辆就近分散停放方式。

④ 停车场可布置在人行道外侧的绿化带内，也可结合周边建筑布置。

⑤ 停车场内须设置适量的支架和遮挡设施，并安排专人管理，收费力求低廉。

⑥ 合理组织行驶路线，将自行车从主、次干路上分离出来，构成非机动车专用道系统，为乘客提供方便、安全、舒适的换乘环境。

2) 接驳停车场规模估算

自行车接驳停车场面积主要考虑自行车停放所需面积，可按式(2)估算。

$$S_{\text{bike}} = \frac{N_{\text{bike}} \cdot t_{\text{bike}} \cdot s_{\text{bike}}}{600 \cdot P_{\text{bike}} \cdot \beta_{\text{bike}} \cdot \alpha_{\text{bike}}}, \quad (2)$$

式中： S_{bike} 为接驳停车场所需面积/ m^2 ； N_{bike} 为高峰时段10 min内换乘的乘客数量/人； t_{bike} 为每辆自行车平均停放时间/s； s_{bike} 为每辆自行车停放所需面积/ $(\text{m}^2/\text{辆})$ ，一般取 $1.8 \text{ m}^2/\text{辆}$ ； α_{bike} 为某一服务水平下停车饱和度； P_{bike} 为自行车平均载客人数/(人/辆)，一般取1.0人/辆； β_{bike} 为存车换乘自行车数占停放自行车总数的百分比/%。

3.2 小汽车接驳规划

做好小汽车接驳规划是促使居民出行由私人交通

方式向公共交通方式转变的重要手段，其主要内容包括接驳停车场规划布局以及接驳车辆交通组织设计两个方面。

1) 规划设计原则

① 采用“多层逐步截流”的方式，利用轨道交通截留进入中心城区的小汽车。

② 一般选取位于建成区边缘、高档居住小区或城市内外交通转换部位的轨道交通车站作为小汽车接驳的站点。而对于其他区域的车站，由于难以设置规模适量的停车场，加之车辆进出会对道路交通带来较大的影响，因此不宜采用。

③ 采用小汽车接驳的车站，宜结合周边建筑，设置足够规模的接驳停车场。

④ 接驳停车场力求靠近车站出入口，最好设置专用换乘通道与车站相连。

⑤ 车辆出入口尽量设置在次干路或支路上，也可开辟专用通道与主干路相连，尽量减少车辆进出对道路交通的影响。

⑥ 建立适宜的收费管理措施，收费力求低廉，鼓励乘客转乘轨道交通。

⑦ 须进行接驳车辆的交通组织设计，并设置明确的指示标志。

⑧ 宜对周边道路瓶颈路段和交叉口采取增容措施，减少延误时间。

2) 接驳停车场规模估算

小汽车接驳停车场规模主要考虑车辆停放所需面积，可按式(3)估算。

$$S_{\text{park}} = \frac{N_{\text{park}} \cdot (t_{\text{park}} + t_{\text{last}} / \alpha_{\text{park}}) \cdot s_{\text{park}}}{600 \cdot P_{\text{park}} \cdot \beta_{\text{park}}}, \quad (3)$$

式中： S_{park} 为接驳停车场所需面积/ m^2 ； N_{park} 为高峰时段10 min内换乘的乘客数量/人； t_{park} 为上落客泊位处上落客所需停车时间/s； t_{last} 为车辆平均停放时间/s； s_{park} 为每辆车停放所需面积/ $(\text{m}^2/\text{辆})$ ； α_{park} 为某一服务水平下停车饱和度； P_{park} 为小汽车平均载客人数/(人/辆)； β_{park} 为换乘车数占停放车辆总数的百分比/%。

3.3 出租汽车和开车接送接驳规划

作为轨道交通的接运方式，出租汽车和开车接送具有相似的接驳特征，可以统一考虑其接驳规划设计。

1) 规划设计原则

① 对于换乘量较大的车站宜在路外设置专用的换乘场所,对于换乘量较小的车站,可采用路边停靠的方式。

② 换乘设施宜尽量靠近车站出入口,以方便乘客。

③ 当采用路边停靠方式时,宜采用港湾式,并在道路两侧分开设置;若附近有公交停靠站时,应设在公交停靠站上游,并保持适当的距离。

④ 当采用路外集中设置方式时,宜结合周边建筑布置,不单独占地。

⑤ 宜结合轨道交通车站的功能,确定接驳设施规模。

2) 接驳设施规模估算

主要考虑候车廊面积以及车流、人流线路组织所需面积,可按式(4)估算。

$$S_{\text{taxi}} = \frac{2 \cdot T_s \cdot t_{\text{taxi}} \cdot s_{\text{taxi}}}{600} + \frac{2 \cdot L_{\text{taxi}} \cdot T_s \cdot P_{\text{taxi}}}{600 \cdot s \cdot v} + T_w \cdot s_{\text{taxi}} + S_d, \quad (4)$$

式中: S_{taxi} 为接驳设施所需面积/ m^2 ; T_s 为高峰时段10 min内发车车辆数/辆,并认为它与到达车辆数相等; T_w 为等待乘客的车辆数/辆; t_{taxi} 为上下客所需停车时间/s; s_{taxi} 为每辆车停靠所需面积/(m^2 /辆); P_{taxi} 为车辆平均载客量/(人/辆); L_{taxi} 为乘客在接驳设施内的平均步行距离/(m/人); s_d 为车辆掉头所需面积/ m^2 。

3.4 步行接驳规划

步行是轨道交通最主要的接运方式,其接驳规划主要包括步行设施规划布局、导向指示标志设置以及步行线路组织设计三方面内容。

1) 规划设计原则

随着轨道交通建设,车站会逐步成为周边片区的活动中心。步行接驳规划目的是要按照“以人为本”的指导思想,建立以车站为中心、以专用步行道为主干、具有良好导向标志的公共空间体系。在这种空间体系中,步行设施已不再是单独的个体,而是彼此连续的、“并联”或“串联”的关系,把车站与周边公共设施紧密地结合起来。步行接驳规划原则如下:

① 以车站为核心对步行设施进行统一整合,形成人车分离的步行系统。

· 对周边道路断面进行优化设计,尽量拓宽人行道宽度;

· 增加必要的立体或平面过街设施;

· 根据实际情况,在车站出入口与客流集散点之间建立直达通道。

② 设置必要的步行指示标志,在车站周边建立通达性强、指向明确的步行指示系统。

③ 对步行系统进行园林化的设计,形成舒适的步行空间环境。

2) 接驳通道宽度估算

根据服务对象不同,接驳通道可分为出站类、进站类、混合类以及换乘类4种类型。

① 出站、换乘类通道宽度

出站、换乘客流具有一定的周期性,要求通道设施在一定时间内完成服务,该类通道宽度可按式(5)估算。

$$Bout_i = q_{out} \cdot \sigma \cdot l_m \cdot \beta_i / (C \cdot T \cdot \alpha_{LOS}), \quad (5)$$

式中: $Bout_i$ 为第*i*个出站或换乘类通道所需宽度/m; q_{out} 为高峰出站或换乘客流/(人次/h); σ 为超高峰系数,一般取 $\sigma=1.2 \sim 1.4$; l_m 为车辆到达平均间隔时间/s; β_i 为第*i*个出站或换乘类通道服务客流占全部出站或换乘客流的比例/%; C 为通道通过能力/(人次/($\text{m} \cdot \text{h}$))); T 为疏散乘客要求的服务时间/s, $T \leq l_m$; α_{LOS} 为相应服务水平下的设施饱和度。

② 进站类通道宽度

进站客流是随机的,对服务时间没有特别要求,该类通道宽度可按式(6)估算。

$$Bin_i = q_{in} \cdot \sigma \cdot \phi_i / (C \cdot \alpha_{LOS}) \quad (6)$$

式中: Bin_i 为第*i*个进站类通道所需宽度/m; q_{in} 为高峰进站客流/(人次/h); ϕ_i 为第*i*个进站类通道服务客流占全部进站客流的比例/%。

③ 混合类通道宽度

混合类通道为进出站或换乘客流共同服务,首先可分别估算进站、出站或换乘客流所需宽度;然后再根据不同性质客流之间的相互调节,综合确定其宽度。

4 交通接驳服务水平评估

4.1 评估指标体系

交通接驳服务水平评估涉及乘客在换乘接驳过程

中感受到的方便性、安全性、拥挤性以及经济性，因此，建立如图6所示的评估指标体系。

4.2 指标分级与评估方法

1) 指标分级

指标量化方法见参考文献[5]，不同服务水平下指标分级范围和评估指数见表1。

2) 评估方法

利用广义效用函数法可求得交通接驳整体服务水平。首先，采用专家咨询结合层次分析法对评估指标赋予不同权重 w_j ；其次，根据接驳规划方案计算各指标评估值 Y_j ，并按照表1所示的分级范围，内插得到各

指标评估指数 Z_j ；再次，利用式(7)计算整体服务水平评估指数 U ；最后，根据整体服务水平评估指数 U 即可得到交通接驳服务水平。

$$U = \sum_{j=1}^{11} w_j \cdot Z_j \quad (7)$$

5 实例分析

为使建成后的轨道交通与周边城市建设以及其他交通方式有充分的衔接，深圳市开展了轨道交通二期工程共5条线路的详细规划工作。除线站位优化、沿线土地利用规划调整等内容外，最主要的工作就是轨

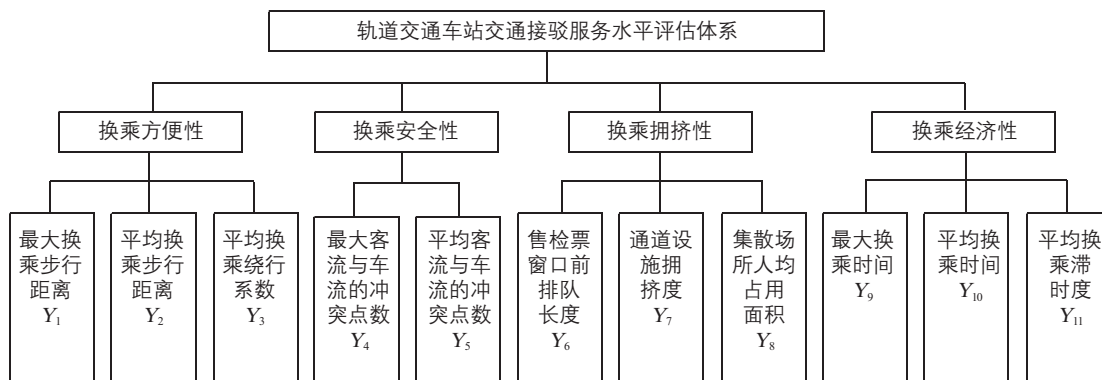


图6 交通接驳服务水平评估指标体系

Fig.6 Assessment criteria of levels of services of transferring

表1 评估指标分级范围

Tab.1 The classification ranges of assessment criteria

高峰小时服务水平		A	B	C	D	E	F
指标值 分级 范围	评估指数	0.91~1.00	0.76~0.90	0.61~0.75	0.41~0.6	0.21~0.4	0.0~0.2
	最大换乘步行距离 /m	≤200	201~275	276~350	351~425	426~500	≥501
	换乘方便性 平均换乘步行距离 /m	≤150	151~200	201~250	251~325	326~400	≥401
	平均换乘绕行系数	≤1.0	1.01~1.2	1.21~1.4	1.41~1.7	1.71~2.0	≥2.01
	换乘安全性 最大客流车流冲突点数 / 个	0	1~2	2~4	5~7	7~9	≥10
	平均客流车流冲突点数 / 个	0	0.01~1.5	1.51~3.0	3.01~4.5	4.51~6.0	≥6.01
	售检票窗口排队长度 / 人	≤2	3~4	5~6	7~9	10~12	≥12
	换乘拥挤性 通道设施拥挤度	≤0.40	0.41~0.60	0.61~0.75	0.76~0.90	0.91~1.00	≥1.00
	集散场所人均占用面积 /(m ² / 人)	≥1.00	1.00~0.76	0.75~0.51	0.50~0.31	0.30~0.16	0.15~0.11
	最大换乘时间 /min	≤6.0	6.1~8.0	8.1~11.0	11.1~15.0	15.1~20.0	≥20.1
	换乘经济性 平均换乘时间 /min	≤4.0	4.1~6.0	6.1~8.0	8.1~11.0	11.1~5.0	≥15.1
	平均换乘滞时度	≤1.0	1.01~1.2	1.21~1.4	1.41~1.7	1.71~2.0	≥2.01



图7 布吉联检站接驳设施布局图

Fig.7 The layout of Buji check station

道交通站点接运系统规划。如3号线布吉联检站位于特区内外交通转换的咽喉部位,辐射吸引范围广,接驳流量大。规划共设置了2个公交枢纽、1对公交停靠站、2个出租汽车停靠站、3个自行车停车场、1个小

汽车停车场、6座过街天桥、14个车站出入口等接运设施(如图7所示),其交通接驳可达到C级服务水平。

参考文献

- 1 宗传苓, 覃裔, 徐旭晖, 等. 深圳市轨道交通二期工程3号线线路及站点周边交通详细规划设计 [R]. 深圳: 深圳市城市交通规划研究中心, 2005
- 2 王正. 城市客运交通规划的理论与实践 [D]. 上海: 同济大学, 1998
- 3 蒋冰蕾, 孙爱充. 城市轨道交通接驳公交线网规划 [J]. 系统工程理论与实践, 1998, (3): 131~135, 140
- 4 王伟, 杨新苗, 陈学武. 城市公共交通系统规划方法与管理技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2002. 130~132
- 5 覃裔. 轨道交通枢纽规划与设计理论研究 [D]. 上海: 同济大学, 2002. 122~123

(上接第39页)

车设施的利用效率。

④ 费率体系的确定要政府指导与市场调节相结合, 停车费率的制定要兼顾经济与社会效益。在考虑停车合理运行成本和赢利的前提下, 费率能够适应大多数使用者的经济承受能力。路内停车设施挤占城市道路, 停车费率应包括道路建设成本和设备追加成本, 同时应考虑高方便性的因素。

⑤ 建立路内停车设施特许经营权制度。

8) 建立停车资源调节机制, 充分发挥停车资源效能

① 兼顾历史发展的现实, 在已经改造完成的居住地区, 应该充分利用周边的非交通性街巷划设夜间停车的基本车位并进行统一、有效管理。停车位租金应该与地区路外停车位产权车位相当。

② 在公共建筑集中的地区, 考虑停车配建、未来公共停车场发展、地区公共车位总量控制等因素, 严格控制路内停车位的供给、停车时间和调节费率比价,

管制和调节停车行为, 提高车位的使用效率, 促进路外公共停车设施的使用。

③ 建立用户之间、不同建筑物之间泊位使用的开放性和共享性策略, 提高既有停车设施的停车能力。

④ 建立严厉的停车违章处罚管理制度, 规范停车行为, 提高合法车位利用效率, 提高建设配建、路外公共车位的积极性和主动性。

⑤ 建立完善的智能化停车诱导系统, 减少巡游交通量和路内违章停车, 提高停车设施的利用效率。

参考文献

- 1 Jerry Ernst & Associates Heffron Transportation Northwest Research Group, Waterfront Parking Strategy Technical Report [R]. Seattle: Transportation Solutions, Inc., 2002
- 2 南京市交通规划研究所, 北京交通发展研究中心, 等. 南京市停车发展规划与综合对策 [R]. 南京: 南京市交通规划研究所, 2005