

高铁枢纽设施布局评价方法

Evaluation Methods for High-Speed Rail Station Facility

戴继锋, 赵 杰

(中国城市规划设计研究院, 北京 100037)

DAI Ji-feng, ZHAO Jie

(China Academy of Urban Planning & Design, Beijing 100037, China)

摘要: 针对已有高铁枢纽设施布局评价方法存在的不足,提出以乘客集散状况为核心的评价方法。基于乘客在枢纽核心区内的集散时间、集散距离分析,细化评价指标,选取平均集散时间、平均集散距离、90%乘客集散时间、90%乘客集散距离为具体指标。以乘客出行链为分析单元对传统的交通分配模型进行改进,提出具体指标的详细计算方法。以石家庄高铁枢纽规划设计为例,应用提出的评价方法对两个规划方案进行评价。结果显示,两个方案的平均集散时间为20~25 min、集散距离为700~2 000 m,均处于合理范围,但方案二交通集散效率更高,最终作为推荐方案。

Abstract: Through addressing the deficiencies in evaluating high-speed rail station facilities, this paper presents an evaluation method mainly based on the efficiency of passengers' loading and unloading process. By analyzing passengers loading/unloading time and walking distance within the core area of a high speed rail station, the paper selects four evaluation indices: average loading/unloading time and distance, the 90 percentile loading/unloading time and distance. The paper proposes the detailed comput-

高铁枢纽建设成功与否、设施布局是否合理、枢纽运营是否高效便捷对城市发展有着至关重要的影响。高铁枢纽在规划设计之初,往往要回答一系列问题,例如:是否需要设置长途车站、规模多少;公交车站应该如何与枢纽衔接、用地多少;停车场该设在何处、通道如何确定等等,这些问题的核心是如何合理布局枢纽设施。枢纽设施布局不合理将大大增加枢纽地区交通组织的难度,导致枢纽不仅不能很好地支撑城市空间结构的优化,反而会因为过度的交通拥堵而成为城市的“顽疾”,这样的案例在国内并不少见。因此,对高铁枢纽设施布局的合理性进行充分研究十分必要。目前,我国高铁枢纽规划设计工作刚刚起步,已经投入使用的高铁枢纽数量有限,成熟经验和方法并不多,而国外高铁枢纽规划设计案例也只能是有限借鉴。在这种情况下,如何有效评价高铁枢纽设施布局十分关键。

ing method aiming to improve the existing traffic assignment model based on the analysis of passenger trip chain. Taking Shijiazhuang High Speed Rail Station as an example, the paper demonstrates the application of the method in evaluating two design scenarios for the facility. The results show that while both options satisfy the average loading/unloading time (20-25 minutes) and distance (700-2000 meters) requirements, the option two yields the higher efficiency. Thus, the option two is recommended for implementation.

关键词: 交通规划; 交通枢纽; 设施布局; 评价方法; 集散时间; 集散距

离; 高速铁路

Keywords: transportation planning; exchange terminals; facility design; evaluation method; loading/unloading time; loading/unloading distance; high speed rail

中图分类号: U492.1¹

文献标识码: A

收稿日期: 2010-06-23

基金项目: 科技部863课题“大型高铁综合交通枢纽功能设计关键技术方法研究”

作者简介: 戴继锋(1977—),男,吉林柳河人,硕士,工程师,城市交通研究所部门经理,主要研究方向:交通规划。

E-mail: daijif@caupd.com

1 交通枢纽设施布局评价方法回顾

我国关于交通枢纽设施布局的评价研究有很多, 多数是通过建立指标体系、设定指标权重, 采用专家打分、灰色聚类等方法进行评价和分析^[1]。评价中采用的指标涉及枢纽的基础设施配置(如道路网络、公交场站、地铁设施、停车泊位、出租汽车停靠站等)、乘客满意程度、可持续发展能力、智能化水平、枢纽运营效果、施工影响等方面。这种看似全面科学的评价方法, 往往对影响枢纽设施布局的最关键要素和指标关注不够。另一方面, 权重和指标的选定也有一定的主观因素, 指标选择和权重设定上的细微差别往往使得评价结果完全不同, 因此很难回答枢纽设施布局是否合理。

除了建立评价体系之外, 建立交通模型对枢纽设施布局进行量化评价也是常用的评价方法。目前交通模型分析主要有两大类: 1) 利用传统“四阶段”方法建立宏观和中观层面交通分析模型。这类模型更多的是注重地区的道路网络运营情况, 一般将枢纽作为一个节点或者几个节点进行分析, 因此无法细致深入地反映枢纽内部各设施的交通运行情况。同时, 由于模型更多是从机动车角度研究道路交通负荷状况, 对乘客在枢纽各设施间的活动情况描述不足。2) 建立微观仿真模型对枢纽内的行人、机动车等活动情况和详细特征进行模拟。这类模型可以详细地关注乘客的行为特征和活动细节、对某个具体设施(如公交车站、停车场、高架匝道)的运行状况可以进行详细深入的研究。但由于模型过多的关注具体细节, 在解决枢纽设施布局阶段所关注的主要问题时显得力不从心, 尤其在描述枢纽内各设施之间的协调性方面尚显不足, 对枢纽设施布局方案的敏感度不高, 很难对不同方案的优劣进行快速反馈^[2]。

2 评价方法总体思路

高铁枢纽设施布局评价围绕枢纽核心区展开, 枢纽核心区是指高铁枢纽影响最为直接的区域, 一般指以枢纽站房为核心约 1~2 km² 的区域。

纵观国内枢纽设施布局评价工作现状不难看出, 要对枢纽设施布局进行合理评价, 评价方法应满足以下要求: 1) 能够描述乘客在枢纽核心区内的完整活动, 而不仅仅是在机动车内或枢纽站房内的活动; 2) 对不同的交通设施布局方案有较强的敏感性; 3) 既能反映枢纽设施宏观布局方面的差异, 也能体现设施服务水平的差别。

从枢纽设施布局的基本要素来看, 主要包括设施供给和乘客需求两个方面。从设施供给的角度, 无论是枢纽用地布局、场站设施布局的合理性还是道路网络运营状况的分析都与枢纽乘客集散状况密不可分; 而从乘客需求角度, 无论是枢纽核心区的换乘交通还是进出站交通, 最直接的要求就是提高集散效率、构建方便快捷的交通体系, 最终也是体现在乘客集散状况的评价上。因此, 从规划设计工作要求来看, 需要围绕乘客集散状况开展设施布局的评价工作。

结合实际规划设计工作, 本文提出以乘客集散状况为核心建立评价方法, 总体思路框架见图 1。分析乘客集散状况需要完整描述和记录乘客进入枢纽核心区后的活动过程, 因此以乘客集散状况为核心开展评价能够最直接地对规划布局进行反馈, 对设施布局方案的敏感性最强。同时, 乘客集散状况能最直接体现设施服务水平状况。因此, 围绕乘客集散状况建立评价体系可以满足评价方法的三个基本要求。

能够最直接体现乘客集散状况、物理意义最明确的无疑是集散时间和集散距离。为了计算这两个指标, 一方面需要对其进一步细化, 同时也需要对枢纽内停车场、公交车站、地铁站、枢纽站房等设施的拓扑关系(如通道、规模、相互连接关系等)进行细致描述, 并以此为基础建立以乘客活动为核心的交通模型, 描述乘客在枢纽内各种设施之间的活动。然后, 从乘客的个体交通行为特征入手, 以出行链为分析单元对传统的交通分配模型进行改进, 详细记录每位乘客的集散时间和集散距离, 在此基础上对具体指标进行计算。

基于上述思路和方法, 编制了高铁枢纽交通设施评价工具, 界面见图 2, 主要用于计算枢纽核心区的集散时间、集散距离等关键指标。

3 评价指标细化

集散时间和集散距离指标可细化为许多具体指标, 研究选择4个具体指标进行评价分析, 包括乘客平均集散时间、平均集散距离、90%乘客集散时间、90%乘客集散距离, 其具体定义如下:

1) 平均集散时间。指在枢纽核心区内每位进出高铁站的乘客所用时间的平均值。个体乘客的集散时间为该乘客进出枢纽核心区采用的各种交通方式(包括步行)耗费时间之和。例如, 一位乘客乘坐出租汽车进入枢纽核心区, 到达落客区后步行进入高铁站, 则该乘客的集散时间为乘坐出

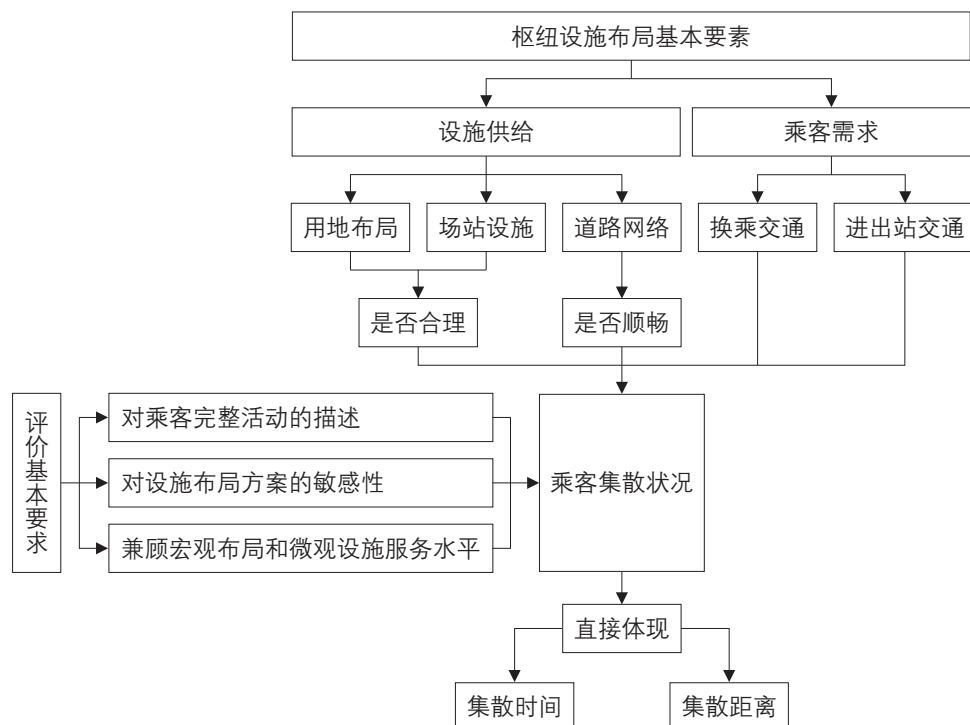


图1 以乘客集散状况为核心的枢纽设施布局评价方法的总体思路

Fig.1 General framework of the evaluation method for a high speed rail station based on passenger distribution

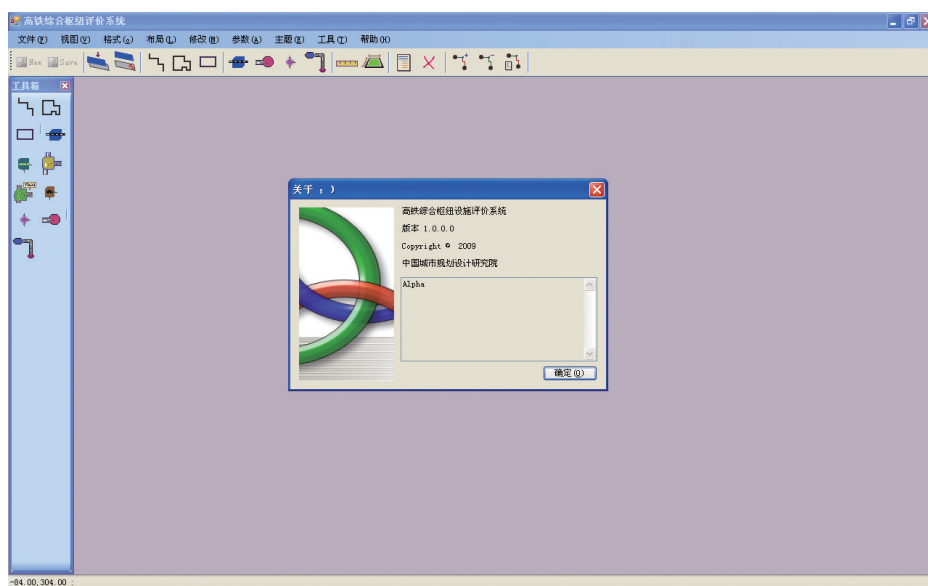


图2 高铁枢纽设施布局评价工具界面

Fig.2 The tool interface of evaluating high speed rail station

租汽车进入枢纽核心区后的行驶时间、到达停车区后付费时间以及步行进入高铁站的时间总和。

2) 平均集散距离。指在枢纽核心区内每位进出高铁站的乘客通行距离的平均值。与平均集散时间类似, 个体乘客集散距离为该乘客采用的各种交通方式通行距离之和。

3) 90%乘客集散时间。指在枢纽核心区内, 将每位进出高铁站的乘客集散时间按从小到大排序后, 前90%乘客集散时间的最大值。

4) 90%乘客集散距离。指在枢纽核心区内, 将每位进出高铁站的乘客通行距离按从小到大排序后, 前90%乘客集散距离的最大值。

集散时间、集散距离指标均以枢纽核心区边界和高铁站房为起终点, 以个体乘客为统计对象, 包括乘客在枢纽核心区内采用的各种交通方式。平均集散时间、平均集散距离从总体上反映枢纽交通设施运行以及乘客活动的一般水平, 可以判断枢纽设施布局总体上是否合理。将90%乘客集散指标与平均集散指标对比, 可以揭示由于设施布局不合理导致乘客集散特征参数过度离散化的情况, 从而进一步确保枢纽设施布局的合理性。

4 评价指标计算

根据高铁枢纽乘客出行特点, 重点对采用公共汽车、地铁、小汽车、出租汽车、非机动车方式进出高铁站的乘客出行链进行分析。以乘客利用公共汽车出站为例, 出行链主要包括两个阶段: 1) 高铁站房至公交车站; 2) 公交车站至离开枢纽核心区。因此, 出站乘客集散时间包括乘客从站房步行至公交车站的时间、在公交车站的候车时间、乘公共汽车离开枢纽核心区的时间等, 集散距离包括步行距离和车内行驶距离。

以此类推, 根据交通特征制定采用其他方式进出站的乘客出行链, 记录交通活动过程, 对每个过程进行计算和分析。需要强调的是, 乘客在不同方式转换过程中消耗的时间也同样需要计算在内, 例如出租汽车出站乘客应包括乘客等车排队的时间, 小汽车方式进站乘客需要包括停车时间等。

为计算每位乘客的详细指标, 需要利用传统的交通分析方法, 计算枢纽核心区道路网络的过境交通量、内部交通量、换乘交通量, 以此作为进出站乘客交通分配的背景交通量。背景交通量对进出站乘客的路径选择以及在不同路径上的时间产生影响。在交通分配过程中, 以背景交通量为基础, 根据每位乘客出行链的差异, 详细记录每位乘客的集散时间、集散距离指标。评价指标的具体计算过程如下:

1) 计算枢纽核心区内部交通、过境交通以及换乘交通的出行量, 由此统计各条道路的背景交通量 V_0 , 根据背景交通量标定BPR函数和交叉口阻抗函数, 在此基础上计算各条路段的初始交通走行时间 $T_0^{[3]}$ 。

2) 定义进(出)站乘客的出行需求, 包括进(出)站乘客的客流量、交通方式、交通分布情况, 作为计算的初始条件。

3) 在每条路段已经具有背景交通量 V_0 和初始交通走行时间 T_0 的情况下, 利用交通平衡分配模型, 对进出枢纽的乘客进行首次迭代计算, 得到采用第 i 种交通方式的乘客交通量 V_{in} , 并更新路段走行时间 T_{in} , 记录通行距离 L_{in} 。储存每条路段上第 i 种交通方式的流量 V_{in} 、走行时间 T_{in} , 进行下一次迭代, 直到第 n 次迭代计算收敛。

4) 当平衡分配计算达到收敛状态时, 记录最后一次分配得到的每条路径上第 i 种交通方式的 V_{in} , T_{in} , L_{in} 。

5) 计算并记录每条路径上采用第 i 种交通方式的乘客在场站、停车场等节点处的消耗时间 T_i' 。

6) 按照最短路径原则设定乘客步行通道, 计算并记录每条路径上采用第 i 种交通方式的乘客在进入场站过程中的步行时间 T_i'' 、步行距离 L_i'' 。

7) 计算每条路径上采用第 i 种出行方式的乘客总体集散时间和集散距离: $T_i = T_{in} + T_i' + T_i''$, $L_i = L_{in} + L_i''$ 。

8) 计算总集散时间和总集散距离, $T = \sum_{i=1}^m T_i V_{in}$, $L = \sum_{i=1}^m L_i V_{in}$, m 为交通方式种类; 平均集散时间和平均集散距离, $\bar{t} = T / N$, $\bar{l} = L / N$, 其中 N 为进(出)站乘客总量。

9) 对集合 $\{(T_i, V_{in})\}$ 中所有要素按照 T_i 从小到大排序, 将对应的 V_{in} 累加直至达到 $90\% \sum_i V_{in}$ 为

止, 此时对应的 T_i 即为 90% 乘客集散时间 T_{90} ; 对集合 $\{(L_i, V_{in})\}$ 中所有要素按照 L_i 从小到大排序, 将对应的 V_{in} 累加直至达到 $90\% \sum V_{in}$ 为止, 此时对应的 L_i 即为 90% 乘客集散距离 L_{90} 。

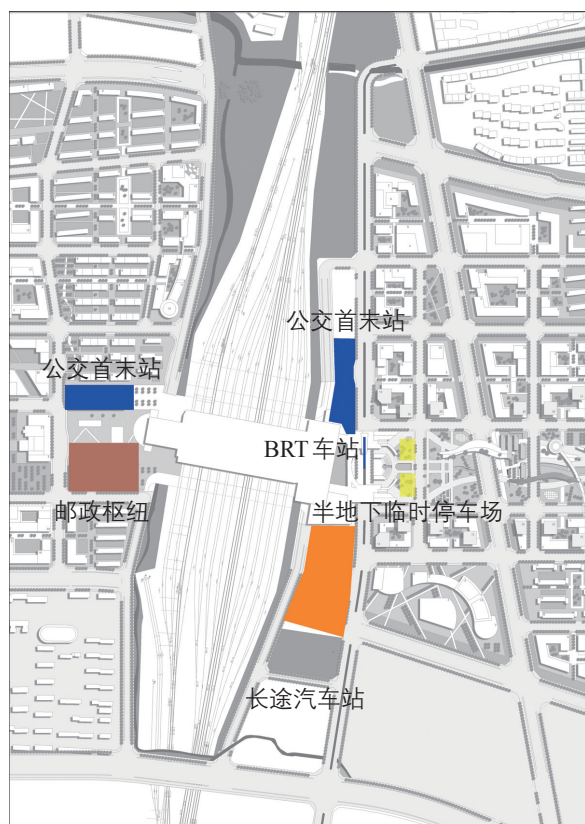


图3 方案一平面布局图
Fig.3 Layout of scenario I

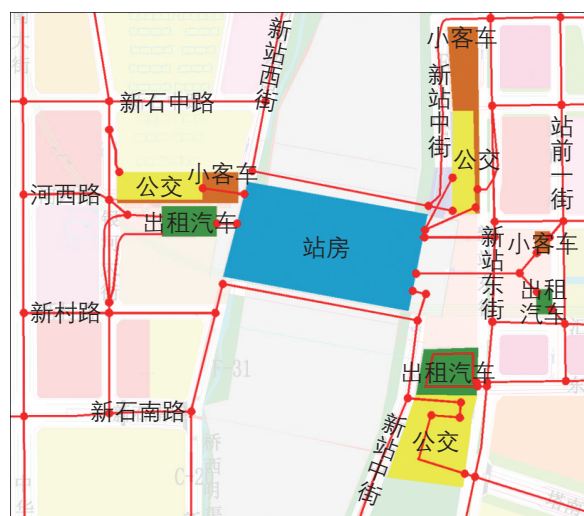


图4 方案一拓扑关系描述图
Fig.4 The topological relationship of facilities in scenario I

5 应用案例

以石家庄高铁枢纽规划设计为例, 对本文提出的评价方法进行验证。石家庄新客站(高铁站)位于石家庄市南部, 目前正在建设过程中, 预计2011年正式开通运营。预测2020年高峰小时客流量为3 000人次。在高铁枢纽规划中提出了两种典型方案^[4-5]: 方案一主导思路是拉开框架, 相对分散布局, 核心区总体用地规模2.2 km², 以该方案的平面布局和交通组织思路为基础, 利用本文开发的评价工具建立交通模型进行计算, 描述各节点、路段、场站设施属性、拓扑关系以及各种交通需求, 方案平面布局及核心区设施拓扑关系描述(站房局部截图)见图3和图4。方案二的主导思想是紧凑协调, 相对集中布局, 核心区用地规模1.5 km², 方案平面布局及核心区设施拓扑关系描述(站房局部截图)见图5和图6。

这两种布局思路在国内高铁枢纽布局规划中都是常用的手法, 且都有相应的成功经验可以借鉴。方案一的优势在于拉开框架布局, 当交通负荷较大时, 可在更大的空间内有效缓解交通压

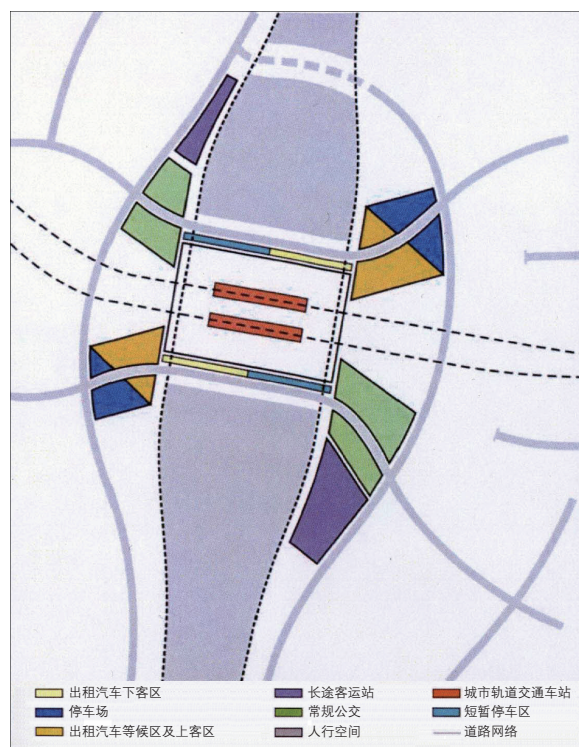


图5 方案二平面布局图
Fig.5 Layout of scenario II

力，但在一定程度上增加了乘客进出站的集散距离；方案二的优势在于集中紧凑布局，它可以有效利用土地资源，在一定的交通负荷状态下能够更高效地组织集散交通，但是集散空间受限，当交通压力过大时有可能造成严重的交通拥堵。从定性分析角度很难确定选择哪种方案，必须对枢纽的集散状况进行定量评价。

在对乘客集散时间、集散距离进行分析计算后，得到评价指标计算结果，见表1。在目前的核心区尺度范围内，两个方案的平均集散时间为20~25 min、集散距离为700~2 000 m，利用国内其他综合交通枢纽乘客调查结果判断，处于合理

范围内。将平均集散时间/距离与90%乘客集散时间/距离进行对比发现，平均集散指标与90%乘客集散指标差距并没有过大，未出现交通设施布局方案不合理导致极端乘客集散特征的情况。因此，从乘客集散角度来看，两个方案均为可行方案。

然而，对比两个方案乘客集散状况，集散时间虽然基本相同，但是方案一的集散距离明显超过方案二。方案二利用更加紧凑的布局解决了高铁站进出站乘客的集散问题，同时集散时间没有明显增加。从交通集散的效率来看，方案二更优。因此，方案二应作为推荐方案，这样的评价结论与最终确定的方案也是一致的。

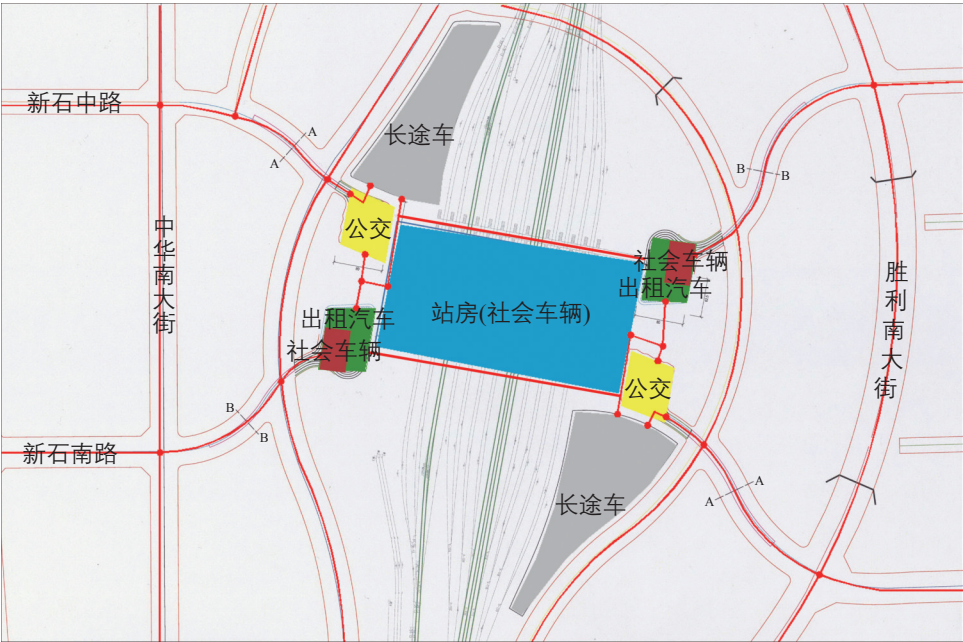


图6 方案二拓扑关系描述图

Fig.6 The topological relationship of facilities in scenario II

表1 石家庄高铁站规划布局方案乘客集散关键指标计算结果
Tab.1 Results of the key indices in evaluating Shijiazhuang high speed rail station layout

评价分类	关键指标	方案一	方案二
平均集散时间/min	进站平均时间	19.9	22
	出站平均时间	22.5	23.7
	90%乘客进站时间	29.7	27.1
	90%乘客出站时间	38.9	36.8
平均集散距离/m	进站平均距离	1 666	750
	出站平均距离	1 750	752
	90%乘客进站距离	3 852	1 020
	90%乘客出站距离	4 101	1 392

6 结语

本文旨在提供高铁枢纽设施布局评价的总体思路和方法,该方法可以推广至普通铁路枢纽及其他类型的枢纽布局评价中。未来可以根据枢纽规划布局工作的需要,对具体的评价指标进一步完善和细化。例如,可以提取枢纽内部主导交通方式的乘客集散状况进行分析,在保证主导交通方式换乘距离最短、换乘时间最少的情况下研究如何对枢纽设施布局进行优化;也可以对每种交通方式的集散状况进行分析,提取各种方式的集散特征参数,在公共交通优先、保障慢行交通的原则下制定更加有针对性的布局方案。

参考文献:

References:

- [1] 徐苗,钱振东,陆振波.城市客运交通换乘枢纽评价研究[J].山西建筑,2010,36(2):33-34.

XU Miao, QIAN Zhen-dong, LU Zhen-bo. Evaluation Research on Urban Passenger Transfer Hub[J]. Journal of Water Resources and Architectural Engineering, 2010, 36(2): 33-34.

- [2] 中国城市规划设计研究院.大型高铁枢纽规划设计关键技术研究[R].北京:中国城市规划设计研究院,2010.
- [3] 陆化普.交通规划理论与方法(第2版)[M].北京:清华大学出版社,2006.
- LU Hua-pu. Theory and Method in Transportation Planning (Second Edition) [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2006.
- [4] 中国城市规划设计研究院.石家庄新客站周边地区综合规划国际咨询[R].北京:中国城市规划设计研究院,2008.
- [5] 德国杜罗工程咨询有限公司.石家庄新客站地区综合规划[R].江苏:德国杜罗工程咨询有限公司,2008.

规划研究动态

中规院交通所2009年度全国优秀城乡规划设计评选获奖项目

2009年度全国优秀城乡规划设计评选结果近日揭晓,中国城市规划设计研究院城市交通研究所(简称“中规院交通所”)共有4个获奖项目。其中,《苏州市综合交通规划》获二等奖;《佛山市禅城区近期公共交通发展规划》、《石家庄市城市综合交通规划》和《淮南市老城道路网改善规划》获三等奖。

《苏州市综合交通规划》以“集约、生态、和谐”为战略核心,编制体系方面突破传统模式,与总体规划同步编制,实现土地利用与交通系统的有机结合;践行绿色交通理念,首次采用量化手段对机动车污染物排放、资源消耗及投资情况进行测算和评估;规划内容上首次将保障中低收入居民的出行需求纳入交通发展目标和发展战略中,并在资源分配方面向步行、自行车和公共交通倾斜。区域综合交通层面,立足于长三角交通一体化,注重与周边地区的高效衔接和资源共享;城市综合交通网络层面,支撑城市由单中心

向多中心“T轴双城”的空间结构转变;古城交通系统层面,从交通战略、设施布局、需求管理、交通组织和功能调整等多个方面构建以“古城保护”为核心的古城综合交通系统。

《佛山市禅城区近期公共交通发展规划》在国内首次提出交通共同体(TC)公交管理模式,制定了政府购买公交服务的整体方案,包括制度设计、成本核算、服务标准与质量评价,在此基础上进行线路和场站设施的布局规划。禅城区成为国内第一个采用总成本合约、票运分离方式管理公交市场的地区,公交客流量当年提高30%,实现了市民、企业、政府的三方共赢,为全国公交改革提供了有益经验和成功范例。

《石家庄市城市综合交通规划》和《淮南市老城道路网改善规划》也分别在全面系统地落实公交优先政策和老城区道路交通改善等方面进行了有益的探索。

(张国华 赵一新 吴子啸 徐素敏 供稿)