

基于高铁余票的客流行为特征及其效应分析^{*} ——以沪宁沿线高铁站点为例

PASSENGER FLOW CHARACTERISTICS AND EFFECTS BASED ON THE REMAINING HIGH-SPEED RAIL TICKETS: A CASE STUDY ON HIGH-SPEED RAIL STATIONS FROM SHANGHAI TO NANJING

韦 胜 张小辉

WEI Sheng; ZHANG Xiaohui

【摘要】基于高铁余票信息建立了上下净客流量模型。以沪宁沿线高铁站点为例，分析了高铁客流在区域和城市两个层面上的行为特征，得出了“周末效应”、“一日活动圈”、一个城市中不同站点具有不同的客流出行特征等结论，进而分析了站点区位与客流量对周边地区的影响以及站点与中心城区的关系。

【关键词】高速铁路；余票；行为特征；模型分析

ABSTRACT: This paper proposes a net passenger flow model based on the information of the remaining high-speed rail tickets. Taking high-speed rail stations from Shanghai to Nanjing for example, the paper analyzes the characteristics of passenger flow behaviors at regional and city levels, concluding that different stations in a city are of different characteristics including “weekend effects” and “one day activities circle.” In addition, it further analyzes the effects of the location of high-speed rail stations and the passenger flow volume on the surrounding area and the relationship between stations and central urban area.

KEYWORDS: high-speed rail; remaining tickets; behavior characteristics; model analysis

高铁时代已经到来，不断攀升的高铁客流量预示着人们的生活与工作正在受到高铁的广泛影响。那么，作为空间活动主体的人，在这种时空大幅压缩的环境下会形成什么样的客流行为特征呢？由于高铁的发展与各地的经济环境密切相关，且单个个体的时空行为特征难以捕捉，为此，笔者借助高铁余票大数据对沪宁沿线高铁站点客流行为进行判读，分析城市之间和城市内部客流的出行特征和时空规律，探寻高铁站点区位、不同客流量、周边环境等因

素对城市的影响^[1]。

1 高铁余票模型

目前，12306网站提供了高铁余票信息的查询，可以快速获取2个高铁站点间在某个时间点的余票量。经过仔细分析与调研咨询，发现高铁余票信息具有三个特点：(1)余票信息包含有列车编号、出发站、到达站、出发时间、余票数、列车始发站等内容项。(2)各个站点的售票额度一般在列车实际运行的前几个小时在各个站点还是有限制的，但在高铁列车实际运行时，售票额度在各个停靠站点的限制已经取消，即在各个站点所能购买到的票数是相同的。故选择列车在每个站点出发时刻抓取到相邻下一个停靠站点的余票数，具有非常高的实际研究价值，本研究中所有余票值均按此要求抓取。(3)一班列车在某个停靠站点发车时，与下一个相邻停靠站点间的余票数不受其他站点售票情况的影响。那么，如何利用高铁余票进行客流行为特征分析？

首先，可以通过网络抓取技术，收集每天研究区内所有站点间的抓取时间点与所剩余票量的关系，这可以帮助笔者发现一天内、一周内高铁客流量的变化情况。

其次，因为余票量不是出发站与到达站实际的出行客流量，所以形成不了出行的OD矩阵。为此，研究中还建立了基于余票信息的上下净客流量模型，以更深层次地研究客流行为特征。其中，上下净客流量的值用 P 表示，即某班列车在某个站点发生的上客流和下客流之间的差值。模型算法的核心是：基于余票信息的第二和第三个特点，一班列车中连续且相邻的3个停靠站点，可以查询到2次相邻站点间的余票数，分别记为 P_1 和 P_2 ，那么 P_1 减去 P_2 的差值便是上述3个站点中间站点的上下净客流量 P ，且 P 产生的时间点(记为 t)是中间站点的发车时间。那么上下

净客流量如何反映客流出行规律呢？这便需要与时间和列车运行方向相结合。即以 t 为横轴， P 为纵轴，即可研究一个高铁站点一天内在两个运行方向上的上下净客流量规律，如图1所示。

P 的具体含义为：如果 $P>0$ ，则表示在某站点下车人数大于上车人数，即以下客流为主；如果 $P<0$ ，则表示在某站点下车人数小于上车人数，即以上客流为主；如果 $P=0$ ，则表示在某站点下车人数等于上车人数。

2 区域客流行为特征分析

2.1 “周末效应”

如图2所示，通过对南京至上海方向的高铁余票量统计，发现一周内周末的余票最低，说明周末相对于工作日而言，客流出行量更大。这从一个侧面反映出高铁对于旅游业的发展可能具有很强的推动作用，因为使用高铁出行与快达慢游的旅游出行要求较为吻合。根据对旅游城市高铁通车前后游客数量的抽样调查对比分析，高铁通车后游客量明显增长，佐证了这一效应。

2.2 “一日活动圈”

对沪宁沿线城市的高铁站点进行工作日一天内的 P 变化情况统计分析，发现处于城市中心且占所在城市所有列车停靠班次总数一半以上的高铁站点，存在着一定的规律。以昆山南站为例，在南京至上海方向上的上午主要表现为 $P<0$ ，但在相反高铁运行方向上的下午或晚上时间段主要表现为 $P>0$ ，也就是说在上海强有力的城市吸引力下，可能存在一定数量的旅客进行着一天内的沪宁线上的往返活动。尽管这不是针对每个人活动轨迹的跟踪分析，但仍然可以趋势性地判断出相关结论：高铁压缩了时空距离，使得商务出行更加方便，并加强了沪宁沿线城市

间的经济和人员交流。即以中心城市为目的地的 一日往返出行特征显著，形成“一日活动圈”^[2] (图3)。

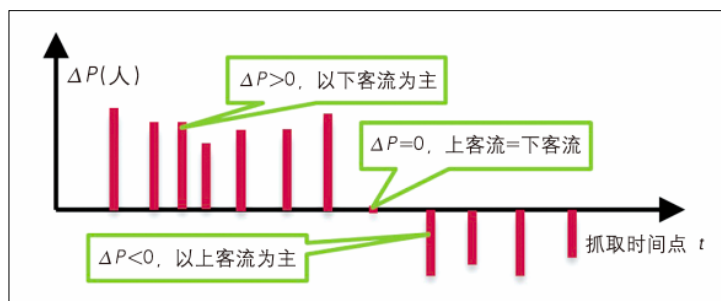


图1 P 代表含义示意

Fig.1 The meaning of P

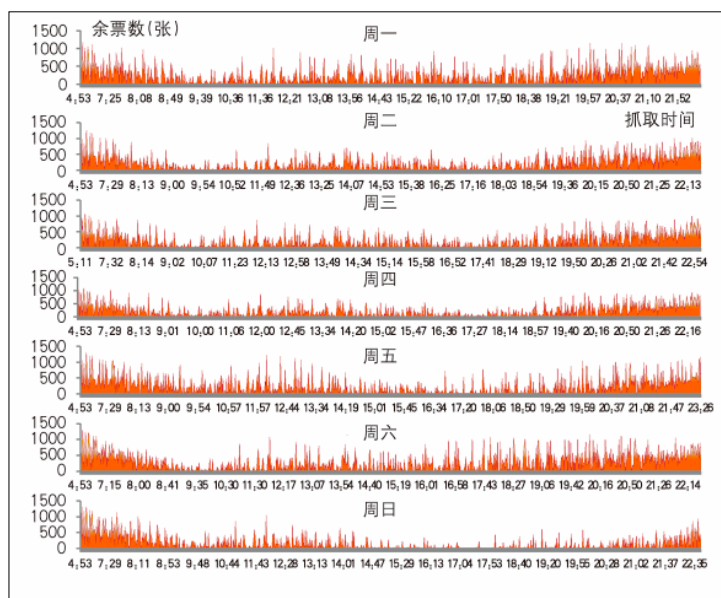


图2 一周内抓取时间点与余票量的关系(南京—上海)

Fig.2 The relationship between point-in-time and remaining tickets in one week (from Nanjing to Shanghai)

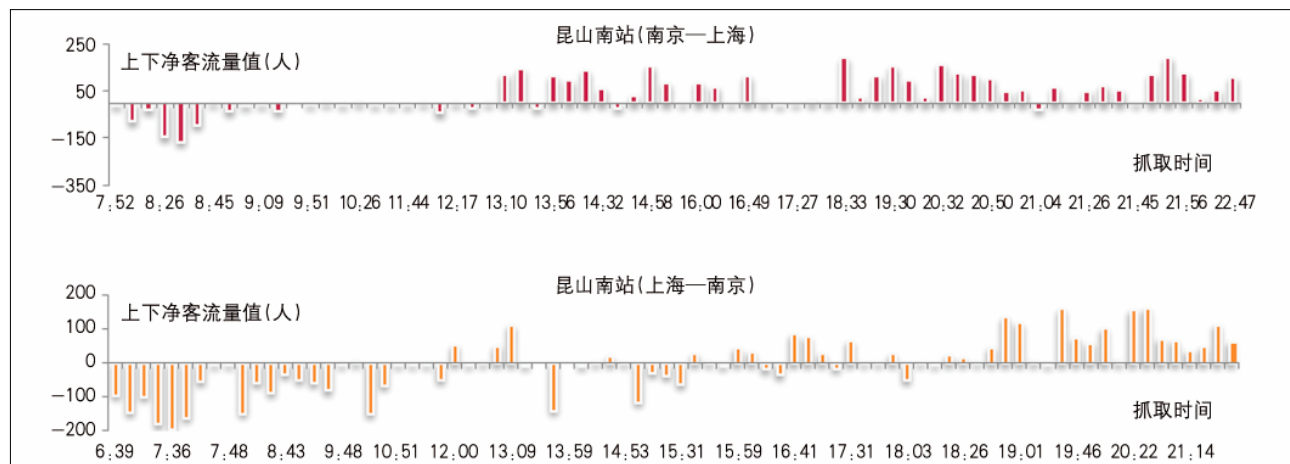


图3 昆山南站一天内上下净客流量值变化情况

Fig.3 The net passenger flow volume in one day in Kunshan South Rail Station

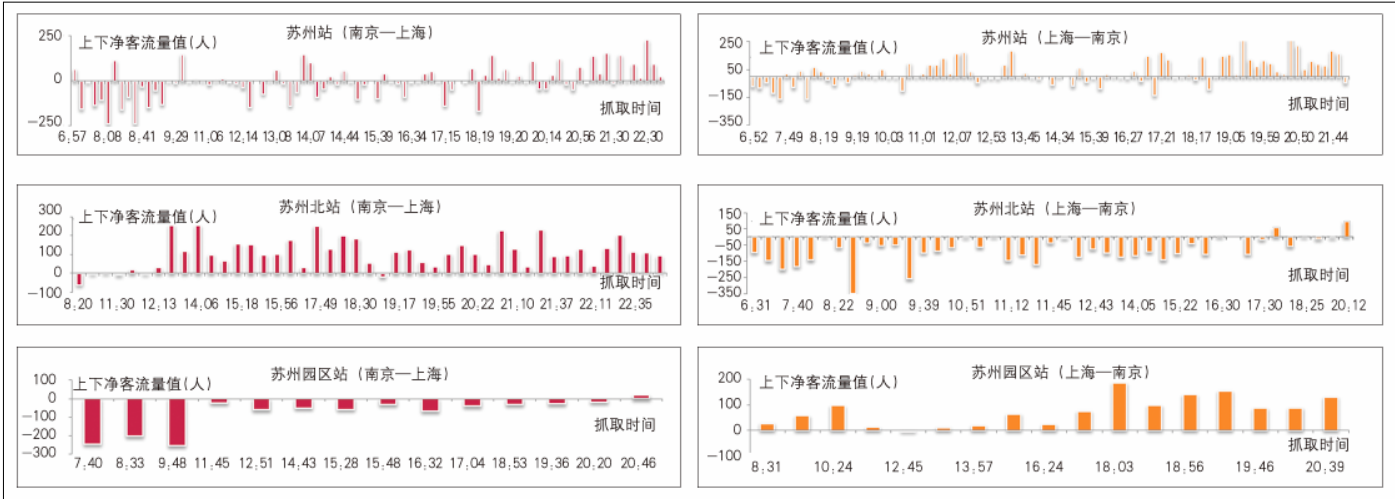


图4 苏州站、苏州北站以及苏州园区站的上下净客流量在一天内的分布特点
Fig.4 Distribution characteristics of the net passenger flow volume in one day in Suzhou Rail Station, Suzhou North Rail Station, and Suzhou Park Rail Station

3 城市客流行为特征分析

3.1 客流行为特征分析

通过对沪宁沿线城市高铁站点的 P 分析，发现一个城市中不同高铁站点的上下净客流量值在一天中存在着不同的规律。以苏州市4个高铁站点2014年7月23日的 P 值为例：苏州站地处城市中心，一天内以上客流或者下客流为主的情况交叉出现，且停靠班次非常密集，占当日苏州市所有高铁停靠车次总数的一半以上，记为“城市

中心站”，意为地处城市中心，且承载了所在城市主要的高铁客流量；苏州北站地处城市外围地区，一天内在南京至上海方向上基本以下客流为主，在上海至南京方向上基本以上客流为主，且净客流量值较大，同时停靠班次较多，显示出由北京到达长三角地区、由沪宁地区往北京方向的长距离出行特征，记为“外部门户站”，意为连接沪宁外部的交通枢纽，即具有跨区域性质的站点；苏州园区站地处苏州重要板块的苏州园区内，一天内在南京至上海方向上基本以上客流为主，在上海至南京方向上基本以下客流为主，显示出上海与南京之间客流为主的特征，记为“内部分流站”，意为分担城市高铁客流压力，提高了站点周边地区交通可达性；苏州新区站地处苏州城市边缘地区，由于停靠班次两个交通运输方向上共有4班，P 时空规律不明显，说明此站点对苏州客流影响力非常小，且辐射范围非常有限，记为“地区一般站”，意为针对特定较小区域的站点，带动现状周边发展的能力较弱^[3](图4)。将沪宁沿线高铁站点(由于此次程序设计中无法计算出某个班次首尾站点的 P 值，故没有将南京站、南京南站、上海站以及上海虹桥站考虑在内)按照上述客流行为特征进行归类(图5、表1)。

根据高铁客流行为特征，对其形成原因分析如下：

(1) 沪宁沿线城市存在着沪宁城际和京沪高铁两条高铁线，形成了两类站点：沪宁城际站和京沪高铁站。由于京沪高铁站多处于城市的外围地区，大多数城市京沪高铁站与市内交通衔接不便，旅客出行除非跨区域出行没有别的选择外，一般不通过此类高铁站出行。

(2) 当前沪宁城际高铁站部分站点为原有站



图5 苏州高铁站分布
Fig.5 Location of Suzhou high-speed rail stations

表1 沪宁沿线高铁站点分类
Tab.1 Classification of Shanghai-Nanjing high-speed rail stations

站点类别	站点名称
城市中心站	苏州站、无锡站、常州站、昆山南站、镇江站、丹阳站
外部门户站	苏州北站、无锡东站、常州北站、镇江南站、丹阳北站
内部分流站	苏州园区站、无锡新区站、惠山站、戚墅堰站
地区一般站	苏州新区站、安亭北站、宝华山站、花桥站、仙林站、阳澄湖站等

点改造升级而成,部分站点为新建站点。因为区位选择的不同,在很大程度上导致了不同站点的客流时空规律的差异。原有城市中心地区的老火车站改造为高铁站后的城市中心站,由于市内交通衔接相对便利、辐射人群量大以及历史发展等因素影响,这部分站点承担了城市主要的客流量,站点周边地区的相关服务功能得到加强,符合高铁影响的业态也呈现增强趋势。而一些由城市边缘老火车站改造或新建的高铁站点,因为具有一定的腹地,周边集聚的居住区比较多,形成了一定规模的客流量,但相比于前一类站点,其空间影响力往往局限于一定区域,即为内部分流站。一些新建的高铁站点由于定位、区位等因素,往往距离城市过远,市内交通衔接困难,客流量非常稀少,也就是上述的地区一般站。

3.2 对城市的影响分析

通过城市高铁客流出行行为特征描述与相关原因分析,发现城市客流出行与高铁站点区位、站点周边环境、高铁线路定位以及历史发展因素等密切相关,那么如何探究客流行为特征对城市的影响?这可以从站点区位与客流量、对周边地区影响以及与中心城区关系三个方面进行具体分析(图6)。

(1)城市中心站:此类站点一般是由城市老火车站改造升级或者临近选址而成,主要承担沪宁城际出行任务,存在着较少的对北京方向列车,停靠车次非常多,客流量大;地理区位较优,周边交通相对便利,对城市居住人群辐射范围大,利于住宿、餐饮、商务办公等与快速交通出行相关的产业发展,但由于处在城市中心、历

史上周边非高铁效应下发展时期较长等因素,导致这类站点在高铁时代下周边功能地块的更新转换存在较大困难,一般需要较长的周期。如昆山南站原先周边发展有大片工业用地,高铁时代下需要重新考虑站点地区的统筹规划和改造升级。站点对中心城区而言,现阶段更多体现在对城市居民出行可达性大幅提高上,促进了高铁站点与城市各片区快速交通网的建设,潜在的效应随着站点地区的开发或更新将逐步显露出来^[4]。

(2)外部门户站:此类站点主要为新建站点,承担京沪高铁出行功能,停靠车次较多,且具有一定的客流规模。站点周边人气不足,原有很多功能(如居住、工业等)地块与高铁站点发展不相匹配。从客流行为特征来看,站点更多地体现了对外交通门户的作用,上下客流在站点周边活动的概率较小。总体而言,目前此类站点对周边发展带动力较弱,但考虑到未来城市的发展,沪宁沿线此类站点周边可能会逐步形成具有一定规模的商务、居住等用地,那么站点可能会逐步提升其沪宁城际通行的功能,进而会提高与周边互动发展的实效;由于距城市核心区较远,一般有快速交通与之相连,且长三角与京津冀地区联系性较强,进而促进了快速交通沿线地区的发展^[5]。外部门户站随着城市规模的扩张,有可能发展为城市中心站。

(3)内部分流站:此类站点一般处于城市中某个具有一定规模的地区,承担了沪宁城际出行功能,且具有一定的停靠班次和客流量;高铁站点建设之前存在的较多用地与新建的此类站点关系不强,二者互动性较弱。根据客流行为特征分析,站点对于周边人群的高铁出行吸引力较

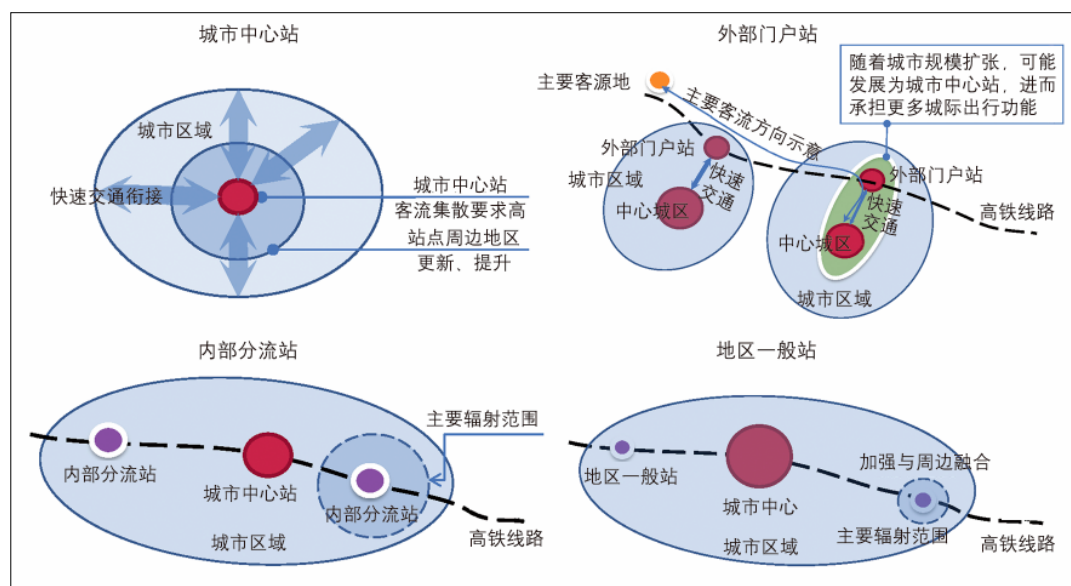


图6 客流行为特征对城市的影响分析示意图

Fig.6 Effects of the passenger flow behavior on the city

强,产生了对城际高铁客流的分流作用,在一定程度上避免了交通拥挤,并提高了站点周边地区城际出行可达性。此类站点对其周边地区人群的沪宁城际出行十分便利,但未来需要对站点周边地区用地功能进行调整,提升与站点互动发展的能力;站点往往与城市中某一地区联系较为紧密,同时也存在一定数量的与中心城区的交通客流,需要考虑与所在地区和中心城区的交通组织关系。

(4)地区一般站:此类站点多为新建站,承担了沪宁城际出行功能,停靠车次和客流量极少;对周边发展影响力较弱,只是实现了对少部分周边人群出行可达性的提升;距中心城区较远,二者关系较弱。目前这类站点在城市中发挥的作用极其有限,有些站点并没有达到建设初期所设想的目标,如阳澄湖站对旅游促进的实际效果不够明显。但基于城市发展的角度,城市规划中应更加关注提升这些小站在城市中的作用,避免现有资源的浪费。再如仙林站周边多为大学,居住人数较多,但平时高铁实际出行需求很小。从规划的角度看,地区一般站的设置应当十分慎重,高铁对旅游、商务的促进作用主要是由城市中心站和外部门户站实现的。

4 结语

本文通过基于高铁余票信息建立的上下净客流量模型,以沪宁沿线高铁站点为例,分析了高铁客流在区域和城市两个层面上的行为特征,得出了“周末效应”、“一日活动圈”、一个城市中不同站点的不同客流出行特征等结论,并从规划影响上做出相关分析。从整体上看,沪宁沿线的高铁客流出行的行为特征受到经济活动方向、高铁站点区位与周边环境、城市各片区历史发展阶段等因素的影响,形成了多线路、多站点、多层次的高铁客流出行特点。通过对发展较为成熟的沪宁沿线城市间高铁客流行为特征分析,所得结论对于全国城市高铁站点建设具有理论和实践借鉴意义,特别是为今后一城多站点的情景提供了规划分析范本^[6]。大数据分析对于高铁效应问题的研究起到十分重要的作用,限于篇幅和研究深度,高铁客流的准确出行目的构成及其空间分布尚需进一步深化研究。

注释(Notes)

需要指出的是,研究中 $P>0$ 所推出的结论是在咨询相关铁路运营部门的基础上,通过长期数据观察推断出的趋势性判断的结论,且选取的观察时间段具有一般性(本文选取的观察时间段为2014年7-11月,并剔除节假日对分析结论的影响)。苏州北站一天内在南京至上海方向上基本以下客

流为主,且净客流量的绝对值较大,说明此站点客流很大程度上可能是京沪线到达此站的客流,而通过此站去上海方向的人流较少。同理,可以从上海至南京方向的苏州北站和苏州园区站客流出行特点进行相关结论分析。

参考文献(References)

- 1 王昊,龙慧.试论高速铁路网建设对城镇群空间结构的影响[J].城市规划,2009(4):41-44.
Wang Hao, Long Hui. Effect of High Speed Railway Network on Spatial Structure of Urban Agglomeration[J]. City Planning Review, 2009(4): 41-44.
- 2 蒋海兵,徐建刚,祁毅.京沪高铁对区域中心城市陆路可达性影响[J].地理学报,2010(10):1287-1298.
Jiang Haibing, Xu Jiangang, Qi Yi. The Influence of Beijing-Shanghai High-Speed Railways on Land Accessibility of Regional Center Cities[J]. Acta Geographica Sinica, 2010(10): 1287-1298.
- 3 王缉宪,林辰辉.高速铁路对城市空间演变的影响:基于中国特征的分析思路[J].国际城市规划,2011(1):16-23.
Wang Jixian, Lin Chenhui. High-Speed Rail and Its Impacts on the Urban Spatial Dynamics in China: The Background and Analytical Framework[J]. Urban Planning International, 2011(1): 16-23.
- 4 吴康,方创琳,赵渺希,等.京津城际高速铁路影响下的跨城流动空间特征[J].地理学报,2013(2):159-174.
Wu Kang, Fang Chuanglin, Zhao Miaoxi, et al. The Intercity Space of Flow Influenced by High-Speed Rail: A Case Study for the Rail Transit Passenger Behavior Between Beijing and Tianjin[J]. Acta Geographica Sinica, 2013(2): 159-174.
- 5 贺剑锋.关于中国高速铁路可达性的研究:以长三角为例[J].国际城市规划,2011(6):55-62.
He Jianfeng. A Study on the Accessibility of High-Speed Rail in China: A Case of Yangtze River Delta[J]. Urban Planning International, 2011(6): 55-62.
- 6 王昊,胡晶,赵杰.高铁时期铁路客运枢纽分类及典型形式[J].城市交通,2010(4):7-15.
Wang Hao, Hu Jing, Zhao Jie. Classification and Typical Type of Rail Transit Terminals in an Era of High-Speed Rail [J]. Urban Transport of China, 2010(4): 7-15.