中国科学: 技术科学 2013 年 第 43 卷 第 2 期: 201 ~ 207
www.scichina.com tech.scichina.com
《中国科学》杂志社
SCIENCE CHINA PRESS

长三角地区高铁站点空间换乘便捷度研究

段进*, 殷铭

东南大学建筑学院, 南京 210096
* E-mail: seduanjin@263. net

收稿日期: 2012-11-05; 接受日期: 2012-12-19

摘要 换乘对于高铁站点的高效运营和个人便捷出行都十分重要. 既有的换乘效率评价无法针对性的揭示当前高铁站点的规划布局情况. 本文从规划布局视角出发, 提出空间换乘便捷度这一概念. 并在田野调查方法的基础上, 对长三角地区的42个高铁站点的空间换乘便捷度进行统计评价, 最后提出三条改善建议.

关键词
高铁站点
空间换乘便捷度
换乘工具种类
换乘时间和距离

1 站点空间换乘便捷度

换乘在高铁站点的高效运营和个人便捷出行中将扮演越来越重要的角色, 对高铁站点的换乘进行研究具有重要意义. 对站点运营而言, 高铁站点正从单纯的对外交通节点转变为城市-区域交通网络中的重要枢纽, 成为集多种交通工具、多样出行目的“集合器”[1]. 交通工具之间的换乘是“集合器”高效运转的关键. 对于个人出行而言, 随着铁路客运速度的不断提高, 途外附属时间在旅程时间中所占的百分比越高, 乘客对途外附属时间(包括换乘时间)会越敏感[2].

站点的规划布局是换乘系统构建的关键环节, 然而既有换乘效率评价无法针对性的揭示当前高铁站点的规划布局情况. 在交通规划领域, 对站点换乘效率展开了大量研究, 评价的指标体系涵盖运能、系统运行有效性、衔接顺畅性、方便性和舒适性等多个方面[3, 4]; 该类型研究面广量大, 综合了交通、规划、管理、心理等各种因子, 具有一定的科学性, 但是无益于针对性地解决问题, 尤其是从规划布局视角展开深入研究.

基于此, 本文提出站点空间换乘便捷度这一概念. 从规划布局视角看, 站点的规划布局宏观层面上包括站点在城市内部的区位, 微观层面上包括各种换乘工具的站场、上、下客点的相对位置以及换乘流线的组织等核心问题. 对应到换乘系统中, 这些要素共同决定了换乘工具的种类、换乘时间和距离. 换乘工具的种类越多, 换乘越便捷, 换乘时间和距离越短, 换乘越便捷. 站点的空间换乘便捷度与换乘工具的种类成正比, 与换乘时间和距离成反比. 空间换乘便捷度能够针对性地反映高铁站点的空间布局情况, 为客观认识站点的规划布局提供科学支撑.

2 研究方法

本文以长三角地区的高铁站点为研究对象, 通过田野调查法, 对高铁站点的空间换乘便捷度进行统计评价. 截至 2012 年 4 月长三角地区拥有 5 条新建高铁线路和 4 条既有线提速的高速铁路(根据国际铁路联盟(UIC)的定义: 新建高速铁路设计速度达到 250 km/h, 经直线化、规矩标准化升级改造的高速铁路, 其设计速度达 200 km/h. 截止调研之日 2012 年 4 月起,

中文版发表信息: 段进, 殷铭. 长三角地区高铁站点空间换乘便捷度研究. 中国科学: 技术科学, 2013, 43: 201–207, doi: 10.1360/092012-1288

长三角地区有沪宁、沪杭城际、甬台温铁路、京沪高铁、宁合城际 5 条新建高速铁路, 以及沪宁线、沪杭线、萧甬铁路和浙赣线 4 条升级改造提速的高速铁路). 以县(含市区、县及县级市)为统计单元, 连接至高速铁路的城市有 24 个, 高铁站点有 46 个. 本次共调查了其中 42 个站点, 占所有站点 91.30%(图 1). 站点涵盖新建站点、既有站点、改造站点等类型, 包括特大型的交通枢纽, 大型站、中型站和小型站 4 个等级; 囊括城市中心和城市边缘等各种区位. 从数量、规模、等级及区位等特征上看, 能够代表长三角地区的高铁站点的换乘情况.

换乘交通工具的种类、换乘时间和距离是评价站

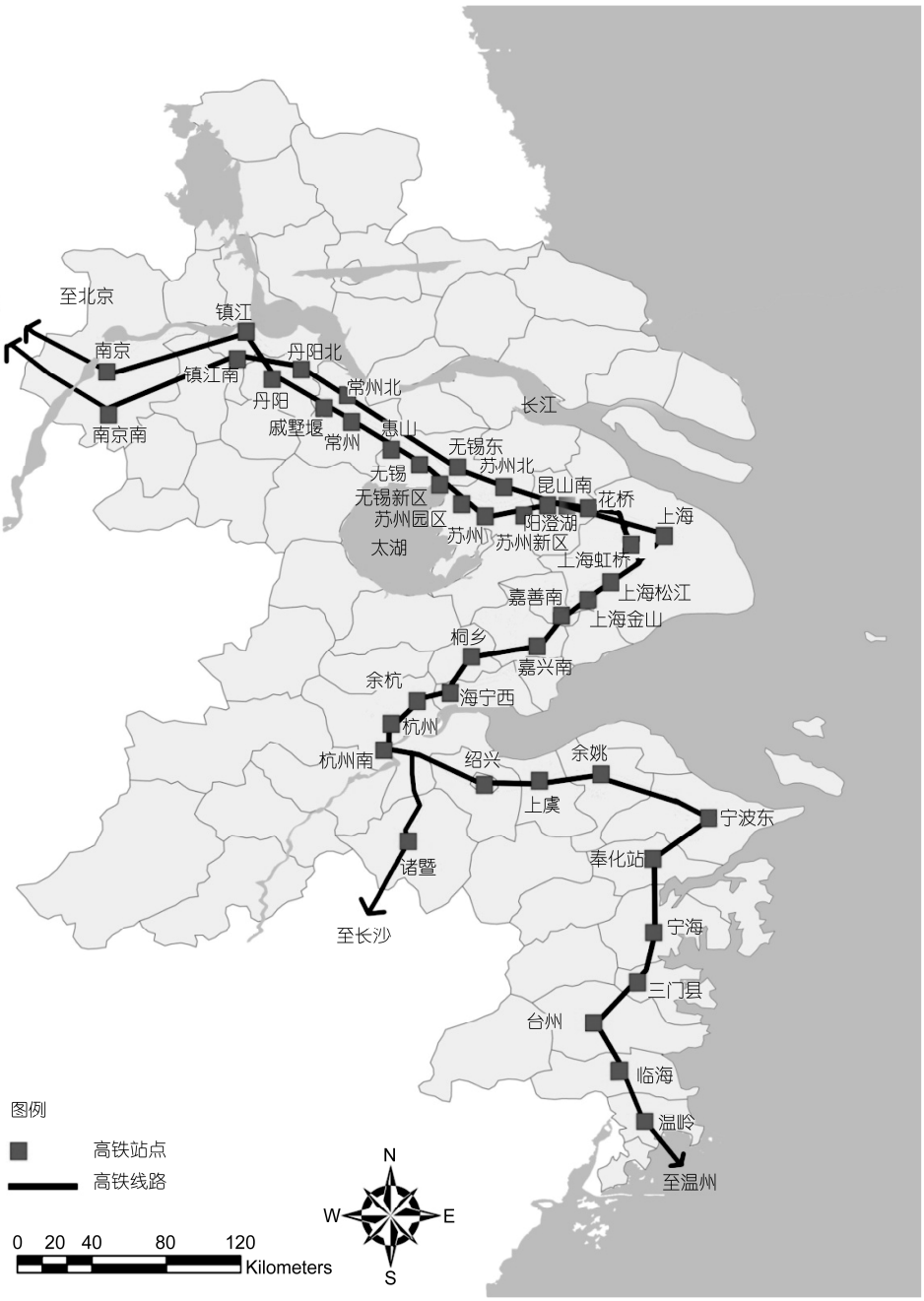

图 1　长三角地区高铁站点分布图

点空间换乘便捷度的核心指标. 本研究将从换乘种类、换乘时间和距离以及站点空间换乘便捷度 3 个方面展开.

第一, 换乘交通工具的种类: 从交通工具上看主要包括飞机、普通铁路、长途大巴、地铁、城市公交、出租车以及社会车辆共七种交通工具. 其中飞机、普通铁路、长途大巴为对外交通工具; 地铁、城市公交、出租车及社会车辆为市内交通工具. 本文将通过实地踏勘的方法收集各站点能够提供的换乘交通工具.

第二, 换乘时间和距离是指从换乘交通工具的上、下客点至高铁站房的进、出站口的步行时间和距离. 由于许多站点采用了立体式的布局方式, 通过自动扶梯、电梯等有效地减少了步行距离, 因此换乘时间和距离并不完全存在一一对应的关系. 换乘时间和距离以多次步测取其均值的方式获取. 在实际的测量过程中, 对于那些有多个进、出站口和多个换乘工具站场的站点, 分别测算各个进、出站口至换乘工具站场的时间, 取其平均值. 其中较为特殊的站点为上海站, 该站有南、北两个站房, 高铁乘客均可从南、北进、出站口同时上、下客; 其长途车站分布在北站房一侧、地铁车站分布在南北两侧; 公交车站分布在南、北广场上多处; 机场大巴位于南广场上; 在数据测量过程中, 根据就近原则, 长途汽车换乘数据采用北出站口——长途车站; 机场大巴换乘数据采用南出站口至机场大巴上客点; 公交车换乘数据采用: 南出口——南广场上的公交站场与北出口——北广场上的公交站场的平均数据; 地铁、出租车数据测算方法同公交车.

第三, 站点空间换乘便捷度评价. 站点的空间换乘便捷度与换乘交通工具种类成正比, 与平均换乘时间和距离成反比. 其中换乘过程中的进出站时间和距离同等重要, 加权系数为 1.

因此站点的空间换乘便捷度的计算公式如下:

$$En= N/Tn+ N/T'n+ N/Sn+ N/S'n, \quad (1)$$

其中 N 为换乘工具的种类, Tn 和 $T'n$ 分别为 N 种交通工具的平均进、出站时间, Sn 和 $S'n$ 则为平均进出站距离, E 为空间换乘便捷度.

3　结果

3.1　换乘交通工具种类

长三角地区高铁站点除部分片区级的站点在出站时仅能提供公交车和社会车的换乘外, 其余所有站点均能提供出租车、公交车和社会车辆的换乘, 但与对外交通工具(传统火车、长途汽车、飞机)之间的换乘情况较差(表 1). 分别有 11, 15 和 7 个高铁站点能够提供长途汽车、传统火车与飞机的换乘, 占所调查站点总数的 26.19%, 35.71%和 16.67%. 截止调查之日止, 在长三角地区, 仅上海和南京两个城市开通地铁, 其中南京站、南京南站、上海站、上海虹桥站 4 个高铁站点提供了地铁换乘, 占调查站点总数的 9.52%.

对于单个站点来说, 能够提供综合换乘的站点数量较少. 仅上海站能够提供所有 7 种换乘工具. 能够提供 6 种以上交通工具换乘的站点有 6 个, 占所有站点总数的 14.29%. 约 54.77%的站点仅能提供 2~3 种交通工具的换乘(表 2).

3.2　换乘时间和距离

无论是进站还是出站, 飞机(机场大巴)、长途汽车

表 1　长三角地区站点换乘种类

	市内交通换乘				对外交通换乘		
	公交	出租车	社会车	地铁	长途汽车	传统火车	飞机
进站站点数	42	42	42	4	11	15	7
出站站点数	42	36	42	4	11	15	7

注. 部分城市片区级站点, 如戚墅堰、无锡惠山、昆山花桥站等, 由于站点区位相对较为偏远, 出站时无出租车提供换乘. 因此出租车换乘中进站和出站数据并不一致.

表 2　长三角地区站点换乘种类统计

换乘种类	7 种	6 种	5 种	4 种	3 种	2 种
进站站点数	1	5	4	9	24	0
出站站点数	1	5	4	9	18	6

和传统火车的平均换乘时间和距离较长, 城市公交其次, 出租车、社会车辆的最短. 地铁换乘情况较为特殊, 其进站时间较长, 而出站时间较短. 以进站时间为例, 机场大巴、长途汽车与传统火车的平均进站时间为 256, 219, 123 s; 而城市公交、社会车辆及出租车的平均进站时间为 117, 62, 61 s (表 3).

3.2.1 飞机、传统火车、及长途汽车站

高铁与飞机的换乘有两种方式, 第一种在机场设置高铁站点, 通过步行换乘; 第二种通过地铁、机场大巴等快速交通连接机场与高铁站点. 上海虹桥站采用了在机场附近设置高铁站点的模式, 但两者之间仅为空间上毗邻, 高铁站点和机场庞大的建筑体量造成换乘时间和距离很长. 以进站为例, 从机场出站口至高铁站房进站口, 最短步行时间约 8~9 min, 步行距离为 800 m. 镇江、无锡、常州等站则是通过机场大巴连接高铁站点与机场. 其中镇江站在站点周边设置专门的机场换乘楼, 减少了换乘时间和距离, 改善了换乘环境. 其他站点的换乘则围绕站前广场展开. 结果显示, 镇江站和上海站的换乘时间和距离较短, 其余站点相对较长(表 4).

高速铁路与传统铁路的换乘相对较弱. 仅 33.33% 的站点(15 个)能够实现与传统铁路的直接换乘. 其中 9 个站点利用既有铁路站点办理普速和高速客运(如南京站、杭州站等), 1 个站点(苏州站)综合传统铁路和高速铁路的新建站点; 4 个站点在既有铁路沿线站场另一侧新建高铁站房, 但是这类站点的传统站房均不能够办理高铁业务, 高铁站房也不能够办理普通客运服务, 两者只能通过地下通道或周边道路连接. 步行换乘时间约 5~10 min, 步行距离为 500~1200 m (详见表 5).

长途汽车站与高铁站点一样, 需要独立的站房, 通常位于高铁站房附近, 两者之间通过广场或地下通道进行换乘. 能够实现换乘的站点中, 无锡东、余姚、上海站的换乘时间和距离较短, 而镇江南、无锡、上海虹桥的换乘时间较长(表 6).

3.2.2 地铁

与地铁实现换乘站点为南京南站、南京站、上海站和上海虹桥站. 地铁站点与高铁站点一般采用上、下叠合的布局模式, 地铁站房位于或者部分位于高铁站房的下部, 结合当前高铁站点采用的上进下出的交通组织方式, 其出站时间和距离均短于进站的时间和距离(表 7).

表 3 不同交通工具的平均换乘时间和距离

交通工具	进站			出站		
	平均进站时间 (s)	平均进站距离 (m)	站点个数	平均出站时间 (s)	平均出站距离 (m)	站点个数
城市公交	117	149	42	120	152	42
出租车	61	78	42	97	129	38
地铁	276	205	4	132	161	4
社会车辆	62	81	42	113	150	42
长途汽车	219	265	11	200	257	11
传统铁路	123	172	14	155	198	14
飞机(机场大巴)	256	352	7	351	479	7

注. 许多站点采用了立体式的布局方式, 通过自动扶梯、电梯等有效的减少了步行距离, 因此换乘距离和换乘时间并不完全存在一一对应的关系, 下表 4~7 相同.

表 4 与飞机(含机场大巴)的换乘时间和距离

类型	站点名称	进站时间 (s)	进站距离 (m)	出站时间 (s)	出站距离 (m)
站点附近设置专门的机场换乘楼	镇江	32	186	181	190
站前广场设置机场大巴上下客点	无锡	111	159	659	915
站前广场设置机场大巴上下客点	上海	134	197	171	247
站前广场设置机场大巴上下客点	南京	273	328	240	288
站前广场设置机场大巴上下客点	常州	372	403	372	403
站前广场设置机场大巴上下客点	杭州	375	464	280	466
在机场设置高铁站点	上海虹桥	492	729	556	649
平均		256	352	351	451

表 5　与传统铁路的换乘时间和距离

类型	站点名称	进站时间 (s)	进站距离 (m)	出站时间 (s)	出站距离 (m)
分设国铁站房与高铁站房	镇江	606	782	423	549
分设国铁站房与高铁站房	丹阳	668	1014	668	1025
分设国铁站房与高铁站房	常州	448	615	527	448
分设国铁站房与高铁站房	无锡	0	0	547	756
新建站点综合国铁和高铁站房	苏州	0	0	0	0
既有站点	南京、上海等站	0	0	0	0
平均		123	172	351	479

注. 无锡站传统站房能够办理高铁业务, 而高铁站房不办理普通客运服务.

表 6　与长途汽车换乘时间和距离

站点名称	出站时间 (s)	出站距离 (m)	进站时间 (s)	进站距离 (m)
无锡东	84	122	170	232
余姚	130	173	145	197
上海	140	203	176	243
镇江	144	168	222	234
常州	162	150	157	222
南京南	173	230	273	305
镇江南	239	312	250	360
苏州	280	307	127	176
苏州北	294	402	135	190
无锡	334	483	441	502
上海虹桥	224	272	313	254
平均	200	257	219	265

表 7　高铁站点与地铁的换乘时间和距离

	进站时间 (s)	进站距离 (m)	出站时间 (s)	出站距离 (m)
南京南	415	307	167	205
南京	300	260	168	112
上海	154	179	143	174
上海虹桥	234	101	131	202

3.2.3　城市公交、出租车及社会车辆

城市公交、出租车与社会车辆与高铁换乘时间和距离相对较短. 其中出租车和社会车辆的进站时间和距离要优于出站的时间和距离, 其中最短仅需 10 s, 如温岭站、嘉兴南站、苏州园区站等. 这得益于一些车站通过高架道路将下客点以立体形式引入站房, 缩短了下客点与站房入口的时间. 在出站过程中, 部分站点通过出站大厅, 社会车停车场、出租车停车场等有机组织起来, 也有效的缩短了换乘时间和距离.

公交换乘仍然以广场换乘为主. 站前广场上, 公交车停车场距离站房的远近决定了换乘时间的长短. 其中三门县站、台州站等换乘时间较短, 南京南站、南京站的换乘时间相对较长. 值得注意的是, 上海虹桥站通过站房周边的高架车道的道路断面的合理安排, 将公交车的下客点设置在高架车道上, 极大地缩短了公交的进站时间和距离, 为进一步改善公交换乘提供了现实经验.

3.3　站点空间换乘便捷度

根据(1)式计算出各个站点的空间换乘便捷度, 并将数值规格化后如表 8 所示, 并根据数据的分布特征将其分为 4 类, 其中 0~20 分的站点空间换乘便捷度较低、20~40 分的站点便捷度一般, 40~60 分以上的站点便捷度相对较高, 60 分以上的站点便捷度高.

从表 8 中可以看出, 无论是大型枢纽, 还是中小规模的站点, 其空间换乘便捷度均有高有低, 比如大型枢纽中, 上海站的空间换乘便捷度相对较高, 上海虹桥站则相对较低; 小规模站点中, 如三门县站的空间换乘便捷度较高, 而惠山、阳澄湖站的空间换乘便捷度相对较低. 这说明不同等级的站点, 均可以通过

表 8　站点空间换乘便捷度评价

站点名称	空间换乘便捷度规格化数值	分类
三门县	100	高
上海金山北	70.11	高
诸暨	65.81	高
上虞	63.88	高
余姚	60.80	高
杭州南	59.64	较高
奉化	56.77	较高
宁海	55.93	较高
台州	55.72	较高
上海	55.22	较高
绍兴	48.31	较高
临海	47.81	较高
嘉兴南	46.51	较高
宁波东	44.42	较高
苏州园区	43.58	较高
南京	42.59	较高
温岭	39.56	一般
余杭	38.72	一般
杭州	38.72	一般
桐乡	36.65	一般
苏州	35.19	一般
海宁西	33.35	一般
嘉善南	32.56	一般
无锡东	30.74	一般
镇江	28.14	一般
无锡新区	27.56	一般
常州北	24.76	一般
上海虹桥	24.36	一般
无锡	24.17	一般
上海松江南	24.06	一般
镇江南	23.79	一般
苏州新区	23.60	一般
丹阳北	23.43	一般
南京南	23.28	一般
常州	22.56	一般
苏州北	20.57	一般
惠山	20.38	一般
阳澄湖	19.55	低
花桥	18.16	低
昆山南	14.72	低
丹阳	14.18	低
戚墅堰	14.03	低

高质量的规划布局达到较高的空间换乘便捷度. 本评价将为我们下一步研究规划布局中的影响空间换乘便捷度的关键要素提供研究基础.

4　结论与建议

规划布局是站点换乘系统构建的关键环节. 从空间布局视角对站点换乘系统进行研究具有重要的研究价值. 既有换乘效率评价面广量大, 无法针对性的揭示当前高铁站点的规划布局情况, 本文提出站点空间换乘便捷度这一概念, 旨在为深入研究站点的规划布局提供科学支撑. 站点空间换乘便捷度与换乘种类成正比, 与换乘时间和距离成反比. 换乘种类越多、换乘时间和距离越短, 空间换乘便捷度越高.

在此基础上, 对长三角地区 42 个高铁站点的空间换乘便捷度进行深入研究. 研究发现, 当前高铁站点均能提供与市内交通工具(出租车、公交车、社会车辆及地铁)之间的换乘, 但与对外交通工具(传统火车、长途汽车、飞机)之间的换乘情况较差. 在换乘时间和距离上, 无论是进站还是出站, 机场大巴、长途汽车和传统火车的平均换乘时间和距离较长, 城市公交其次, 出租车、社会车辆的最短. 最后, 综合换乘工具种类、换乘时间和距离, 对空间换乘便捷度进行评价.

针对长三角地区高铁站点换乘过程中的特征及问题, 本文提出以下改善建议.

1) 加强对外交通工具与高铁站点的空间整合.

当前高铁站点的换乘无论是从换乘工具的种类, 还是换乘时间和距离, 与对外交通工具的换乘显得尤其薄弱, 尚未建立完整的换乘系统. 与对外交通工具换乘系统的构建, 不仅能够提高高铁的利用效率, 同时也有助于其他交通基础设施的发展. 从“空铁联运”到“公铁联运”, 国际、国内的各种实践给了我们有益的启示[5]. 具体而言, 与飞机换乘系统的构建中, 镇江站给我们提供了一个很好的范例, 通过在站点附近设立机场候车楼的方式, 采用立体化的交通方式将高速铁路与机场大巴有机组合在一起, 提供了便捷换乘路径, 缩短了换乘时间和距离, 促进了“空铁联运”的实施. 与传统铁路的换乘中, 对于那些有条件提供直接换乘的站点, 需要加强既有站房与新建高铁站房的联系, 通过高架或者地下的方式将两者合二为一, 避免两个站房、两种服务的现象, 造成乘客换乘过程中的紊乱. 与长途汽车换乘, 需要突破既有平面布局模式,

整合高铁站场、站房与长途汽车站站房、站场等设施, 探索高铁站房与长途车站立体式布局等新的空间布局模式.

2) 以公交为导向, 注重公交系统与高铁站点的接驳.

许多高铁站点通过立体化的交通组织, 缩短出租车、社会车辆的换乘时间和距离, 然而公交车仍然以传统的广场换乘为主. 上海虹桥站给我们提供了一个很好的范例. 注重公交导向, 实现公交系统与高铁站点的无缝衔接是站点空间规划亟待解决的问题.

3) 优化空间布局设计, 缩短换乘时间和距离.

站点的空间布局决定了进、出站口与换乘工具上下客点之间的空间关系, 其对换乘距离和时间有重要影响. 原则上讲, 进站口应当与换乘工具的下客点接近, 方便乘客以最短时间和距离进入候车大厅; 出站口应尽可能接近换乘工具的上客点. 优化站房、换乘工具站场以及上下客点的空间关系对于提高空间换乘便捷度至关重要.

因此, 站点应尽可能提供多样化的交通换乘工具, 缩短旅客的换乘时间和距离, 在空间布局上为各种交通模式的转换提供便捷的路径, 降低换乘阻力, 塑造多层次的、多样化的换乘空间, 实现真正的无缝换乘.

参考文献

1 Peek G J, Louw E. A multidisciplinary approach of railway station development: A case study of's-Hertogenbosch. In: Bruinsma F, Pels E, Priemus H, et al., Eds. Railway Development: Impacts on Urban Dynamics. Berlin: Springer, 2007. 125–143

2 郑健, 沈中伟. 中国当代铁路客站设计理论探讨. 北京: 人民交通出版社, 2009

3 杨宏伟, 张超, 郭柳贞. 铁路客运站与市内交通换乘效率评价. 铁道运输与经济, 2005, 26(10): 15–17

4 王建聪. 城市客运枢纽换乘组织关键问题研究. 博士学位论文. 北京: 北京交通大学, 2006

5 戴帅, 程颖, 盛志前. 高铁时代的城市交通规划. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011