

区域城际轨道交通功能定位与建设标准

Regional Intercity Rail Transit: Functionalities and Construction Standard

黄庆潮¹, 池利兵^{2,3}, 汤宇轩³, 胡春斌³

(1. 东莞市道路运输管理局, 广东 东莞 523125; 2. 哈尔滨工业大学交通科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090; 3. 中国城市规划设计研究院, 北京 100037)

HUANG Qing-chao¹, CHI Li-bing^{2,3}, TANG Yu-xuan³, HU Chun-bin³

(1. Dongguan Road Transportation Administration Department, Dongguan Guangdong 523125, China; 2. School of Science and Engineering on Transportation, Harbin Institute of Technology, Harbin Heilongjiang 150090, China; 3. China Academy of Urban Planning & Design, Beijing 100037, China)

摘要: 针对我国缺少区域城际轨道交通线网规划设计标准的现状, 对比分析了区域城际轨道交通与铁路、城市轨道交通的区别, 明确了区域城际轨道交通的功能定位和特征。在总结长三角、珠三角、中原城市群、长株潭4个既有城际轨道交通线网规划实例的基础上, 分析了各城市群城际轨道交通线网功能层次和建设标准的差异性及其形成原因。最后, 以速度目标值作为功能层次划分依据, 将区域城际轨道交通划分为高速城际线、快速城际线和普速城际线三类。同时, 分析不同速度目标值对应的合理站间距, 对区域城际轨道交通的建设标准给出建议。

Abstract: Concerning on the lack of the design standard in the regional intercity rail transit network planning, this paper outlines the functionalities and characteristics of regional intercity rail transit by comparing the difference between a regional intercity railway system and the urban rail transit system. By summarizing the existing intercity rail transit network planning in Yangtze River Delta, Pearl River Delta, the cluster of urban areas in Zhongyuan and Chang-Zhu-Tan, the paper points out the differences in functionalities and construction

0 引言

随着城镇连绵化和机动化的快速发展, 城际轨道交通作为促进城市群可持续发展、加强城市群各城镇交通联系的主要快捷交通方式日益受到关注。目前, 京津冀城市群、长三角城市群、珠三角城市群、中原城市群和长株潭城市群的城际轨道交通线网规划已获国家批准并逐步开始建设^[1], 国内其他城市群也正在积极规划和建设城际轨道交通。

从网络化、服务对象及功能角度来看, 我国轨道交通网络可以划分为国家干线轨道交通网络、区域轨道交通网络和城市轨道交通网络三个层次。广义的城际轨道交通概念泛指联系各个城市的轨道交通或者铁路, 而各城市群既有规划中的城际轨道交通属于区域轨道交通网络层次, 为了将二者区分开来, 本文将既有规划的城际轨道交通定义为“区域城际轨道交通”, 即指在一定区域内(省域、城市群、都市圈范围内)的轨道交通, 主要功能是承担该区域内各城镇和主要节点之间的客流。

standard of the intercity rail transit, and discusses the cause of these differences. While classifying the regional intercity rail transit services as the high speed lines, express lines and regular lines, the paper makes few suggestions on the reasonable station spacing for the rail transit services with different speed.
关键词: 交通规划; 轨道交通; 区域城际轨道; 功能定位; 建设标准; 速度目标值; 站间距
Keywords: transportation planning;

rail transit; regional intercity rail transit; functionalities; construction standard; travel speed; station spacing

中图分类号: U239.5

文献标识码: A

收稿日期: 2009-07-13

作者简介: 黄庆潮(1973—), 男, 广东东莞人, 经济师, 主要研究方向: 公路运输、轨道交通规划。

E-mail: hqc6622@hotmail.com

我国缺少区域城际轨道交通的相关标准、规范, 在既有的区域城际轨道交通线网规划、设计中, 通常参照铁路或城市轨道交通设计标准或规范。本文通过分析区域城际轨道交通的功能定位与特征, 在对既有城市群城际轨道交通规划实例总结的基础上, 提出区域城际轨道交通的功能层次划分与建设标准建议。

1 区域城际轨道交通功能定位与特征

1.1 与铁路的区别

我国的铁路主要包括普速铁路、高速铁路、客运专线等。铁路与城际轨道交通的区别主要体现在:

1) 总体功能不同。除客运专线只承担客运功能外, 其他铁路既要承担客运功能, 还要承担货运功能, 而区域城际轨道交通仅承担客运功能。

2) 服务范围不同。铁路的客运服务范围大于区域城际轨道交通, 后者的服务范围通常为城市群或都市圈范围内, 有时也适用于省域范围。

3) 服务对象不同。铁路主要服务于各省市之间公务、探亲、旅游等中长距离出行需求; 区域城际轨道交通主要服务于省内或者城市群/都市圈内公务、通勤、探亲、旅游等中短距离出行需求。

4) 客流需求特征不同。随着经济发展, 城市群内各城镇之间的关系日益紧密, 导致区域城际轨道交通日客流强度较大, 随着公务和通勤客流的增加, 日客流量将形成明显的高峰; 铁路客流受节假日影响较大, 在节假日前后形成明显高峰, 其他时间客流相对平稳。

5) 运营特征不同。客流需求特征不同造成运营特征也不同。为了满足每日高强度客流需求, 区域城际轨道交通通常开行小编组、高密度的列车, 且可根据日客流的变化调整发车间隔; 铁路主要从综合运输角度出发, 制定相对固定的时刻表, 编组较大。

1.2 与城市轨道交通的区别

相对于城市轨道交通而言, 区域城际轨道交通客流需求较小、乘客出行距离较长、服务范围

较广。

1) 客流需求较小决定了区域城际轨道交通运营特征不同于城市轨道交通, 其发车频率较低。

2) 乘客出行距离较长决定了区域城际轨道交通运行速度比城市轨道交通更快。

3) 服务范围较大决定了区域城际轨道交通站间距更大。

4) 在运营方面, 城市轨道交通一般不会越站运营, 而区域城际轨道交通可采用开行大站直达列车和沿途站站停多种运营组织方式, 以满足不同层次客流的需要。

1.3 功能定位与特征

通过对比分析区域城际轨道交通与铁路、城市轨道交通的区别, 可以看出区域城际轨道交通具有以下特征:

1) 服务范围。通常为省域、城市群或都市圈区域, 这一区域是城镇连绵发展且相对密集的区域。

2) 客流组成及特征。主要服务于省内或城市群/都市圈内的公务、通勤、探亲、旅游等中短距离出行需求; 乘客出行距离较长, 客流强度随着所在区域城镇连绵程度的加强而提高, 客流高峰也逐步明显。

3) 线路建设标准。没有固定的建设标准, 主要根据线路的客流特征和服务水平, 从铁路和城市轨道交通的建设标准中进行合理选择。

4) 运营组织。根据线路的客流特征合理确定发车间隔和运营速度, 运营组织较灵活, 可以采用铁路大站直达或站站停的模式, 也可采用城市轨道交通的单交路或多交路的运营组织方式, 此外还可以增加支线。

2 既有规划实例分析

2.1 长三角城际轨道交通规划

长三角城际轨道交通规划以上海市为中心, 沪宁、沪杭(甬)为两翼, 城际轨道交通网络基本覆盖区内主要城市, 形成以上海、南京、杭州为中心的1~2 h交通圈。规划远景线网由10条线路构成, 总长达1 710 km^[2]。

线网构架中提出了三个层次线路(见表1): 1)覆盖城市群主要发展轴的主轴线路; 2)覆盖城市群次要发展轴的辅轴线路; 3)联系主轴和辅轴的联络线。针对不同功能层次、不同线路的交通需求提出了两种建设标准: 1)高速线路, 设计最高速度为 $200 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 或 $250 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, 主要应用于覆盖主要发展轴和辅助发展轴的线路; 2)快速线路, 设计最高速度为 $140 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 或 $160 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, 主要应用于联系主轴和辅轴的联络线上。

2.2 珠三角城际轨道交通规划

规划珠三角城际轨道交通线网由20条线路和4条联络线构成, 形成“三环八射”构架, 线路总长为1 984.1 km。其中, 区域中心城市间线路4条, 总长516.2 km; 区域中心城市与地区性中心城市间线路7条, 总长787.6 km; 地区性中心城市与地方性中心城市间线路9条, 总长633.3 km^[3]。线网构架分为两个层次(见表2): 1)区域客运干线, 主要承担各城市以及中心镇之间中、长距离

客流, 设计最高速度为 $200 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; 2)区域城际快线, 设计最高速度为 $140\sim 160 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, 主要承担沿线各客流集散点之间中、短距离客流。此外, 广佛城际采用了城市轨道交通的系统制式, 设计最高速度为 $120 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

珠三角地区除了区域城际轨道交通线路外, 国家干线轨道交通网络层面的广深港高速铁路、武广客运专线、广深准高速铁路等也将承担大量的区域客运交通功能, 其中, 广深港高速铁路设计最高速度为 $350 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, 广深准高速铁路设计最高速度为 $200 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

2.3 中原城市群城际轨道交通规划

中原城市群城际轨道交通线网结构为“十”字半环形。“十”字形主骨架是以郑州市为中心, 洛阳-郑州-开封、新乡-郑州-许昌-漯河为主轴构成的。规划远景线网共10条线路, 总长度1 125.2 km^[4]。线网构架中提出了两个层次的线路(见表3): 1)覆盖城市群发展轴的骨干线路; 2)加

表1 长三角城际轨道交通主要线路功能层次与建设标准

Tab.1 Functionalities and construction standard of the main intercity rail transit lines within Yangtze River Delta

线路名称	功能层次	线路长度/km	线路设计速度目标值/($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)
南京-镇江-无锡-苏州-上海	主轴线路	295	250
杭州-宁波	主轴线路	168	250
上海-杭州	主轴线路	164	250
南京-扬州-泰州-南通-上海	辅轴线路	411	200
南京-杭州	辅轴线路	307	250
常州-江阴-常熟-苏州	联络线	141	140
苏州-嘉兴	联络线	68	160

表2 珠三角城际轨道交通主要线路功能层次与建设标准

Tab.2 Functionalities and construction standard of of the main intercity rail transit lines within Pearl River Delta

线路名称	功能层次	线路长度/km	线路设计速度目标值/($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)
广州-珠海	区域客运干线	142.2	200
广州-增城-惠州	区域客运干线	121	200
广州-佛山-江门-珠海	区域城际快线	203	140
穗莞深	区域城际快线	131	140
广州-花都-清远	区域城际快线	68	140
中山-南沙-虎门	区域城际快线	54	140
广佛城际	城市轨道交通	36.6	120

强不同城市发展轴联系的辅助线路。

2.4 长株潭城际轨道交通规划

长株潭城际轨道交通线网规划方案为人字形骨架, 共4条线路, 总长度150 km^[5]。线路分为三个层次(见表4): 1)核心线; 2)骨干线; 3)加密线。线网技术标准分为两个层次: 1)市内线标准, 设计最高速度80 km·h⁻¹, 旅行速度35~40 km·h⁻¹, 站间距小于3 km; 2)市际线标准, 设计最高速度120 km·h⁻¹, 旅行速度70~80 km·h⁻¹, 站间距在3 km以上。各线路根据所处的位置按照两种标准执行。

2.5 对比分析

1) 功能层次划分存在差异。

既有区域城际轨道交通线网规划对功能层次的划分具有一定的趋同性, 都是结合城市群的空间布局特点, 划分与城市群空间走廊布局相协调的功能层次。同时, 功能层次划分也存在一定的差异, 各城市群的城镇连绵程度不同导致其空间

布局结构层次不同: 高度连绵、发展相对成熟的城市群其城镇空间布局层次较多, 而城镇连绵程度较低、发展相对不完善的城市群其城镇空间布局层次较少。

2) 建设标准类型多样化。

各城市群根据交通发展战略和目标, 针对客流量和服务目标, 提出了不同线路的建设标准。由于缺乏建设标准指导, 区域城际轨道交通只能参考铁路客运线路和城市轨道交通线路的建设标准。在铁路建设标准中, 区域城际轨道交通主要采用200 km·h⁻¹的高速铁路(客运专线)标准和140~160 km·h⁻¹的普速铁路(动车组)标准; 在城市轨道交通建设标准中, 采用了80 km·h⁻¹和120~160 km·h⁻¹两种建设标准。

3 功能层次划分与建设标准建议

3.1 功能层次划分

区域城际轨道交通线路的功能应由区域城际客流需求特点以及综合服务水平确定。决定服务

表3 中原城市群城际轨道交通主要线路功能层次与建设标准

Tab.3 Functionalities and construction standard of the main intercity rail transit lines within the cluster of Zhongyuan metropolitan areas

线路名称	功能层次	线路长度/km	线路设计速度目标值/(km·h ⁻¹)
郑州-洛阳	骨干线路	145	200
郑州-许昌-漯河	骨干线路	143	160
郑州-新乡	骨干线路	68.7	160
郑州-焦作	骨干线路	67.5	160
郑州-开封	骨干线路	49.5	160
洛阳-平顶山-漯河	辅助线路	241.5	200
临汝-登封-新密-新郑	辅助线路	138.5	200
焦作-济源-洛阳	辅助线路	131.5	200
新乡-焦作	辅助线路	69	200

表4 长株潭城际轨道交通主要线路功能层次与建设标准

Tab.4 Functionalities and construction standard of the main intercity rail transit lines within the cluster of Chang-Zhu-Tan metropolitan areas

线路名称	功能层次	线路长度/km	平均站间距/km
长沙-株洲	核心线	47.97	4.36
易家湾-湘潭	核心线	29.69	3.71
株洲-湘潭	骨干线	49.87	3.12
长沙西-湘潭	加密线	22.60	7.50

水平的主要指标是线路速度目标值和站间距,这两个指标又是由客流需求的特点所决定的。我国铁路相关标准中采用速度目标值作为高速铁路、普速铁路划分的依据;城市轨道交通相关分类标准中,市域快速轨道交通系统与其他轨道交通系统的区别也在于速度目标值。因此,将速度目标值作为功能划分依据,可将区域城际轨道交通线路划分为高速城际线(速度目标值为 $200 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上)、快速城际线^[6](速度目标值为 $120\sim 200 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$)和普速城际线(速度目标值为 $80\sim 120 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$)三类。

3.2 功能分析

1) 高速城际线。

高速城际线主要采用时速为 $200 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上的高速列车,目前国内已经采用的有高速磁悬浮和高速动车组。为了充分发挥高速城际线的高速优点,其主要功能应为联系城市群以及城镇连绵地区内的主要城市和节点,提供主要城市和节点之间点到点的快速服务。考虑到高速城际线的最佳运营效益、旅客的舒适性以及城市群的空间尺度,线路适宜长度应在 100 km 以上。

2) 快速城际线。

① 采用动车组车辆。

从站间距角度分析,采用动车组车辆的快速城际线适用于客流需求较大的城镇密集走廊,主要功能为快速联系城镇密集走廊内的各城镇。考虑动车组车辆的最佳运营效益以及与高速、普速城际线的区别,建议线路合理长度在 50 km 以上、 200 km 以下。

② 采用市域快速轨道交通系统车辆。

市域快速轨道交通系统采用的车辆不同于动车组,其座位率较低,载客量大,发车频率较

高,因此,应当覆盖客流需求非常大的城镇密集走廊,主要功能为快速联系城镇密集走廊内的各客流吸引点。考虑市域快速轨道交通系统车辆的最佳运营效益以及与采用动车组车辆的高速、快速城际线的区别,建议线路合理长度在 35 km 以上、 100 km 以下。

3) 普速城际线。

普速城际线建设标准与常规的城市轨道交通系统完全相同,且承担的功能也相同。之所以存在普速城际线主要是由于城市轨道交通规划建设行政审批具有一定的局限性,跨越行政区进行城市轨道交通上报,需要按照城际轨道交通的上报审批程序。例如,在城镇高度连绵的地区(如广州、佛山之间),虽然规划了城际轨道交通线路,但是由于该地区的客流特征已经接近城市内部客流特征,从服务水平角度出发,在系统选型上仍然需要选择城市轨道交通系统制式。

采用城市轨道交通建设标准的普速城际线的客运能力远远大于高速、快速城际线,高峰小时单向最大断面客流量可达到 1 万人次 以上,主要适用于城镇高度密集、城市间交通一体化程度较高的走廊内。借鉴城市轨道交通相关标准,线路适宜长度不大于 45 km 。

3.3 合理站间距

区域城际轨道交通建设标准的核心指标为速度目标值和站间距。在既有区域城际轨道交通网规划中,有采用动车组车辆的,也有采用城市轨道交通车辆的。借鉴相关资料,对不同速度目标值的线路对应的合理站间距进行分析。

1) 动车组车辆。

文献[7]分析了动车组车辆最高运行速度对应

表5 动车组车辆一个加减速周期的走行距离

Tab.5 Travel distance of CRH trains during an acceleration and deceleration cycle

项目	速度目标值/ $(\text{km}\cdot\text{h}^{-1})$							
	120	140	160	180	200	220	250	500
平均加速度/ $(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})$	0.5	0.4	0.3	0.245	0.215	0.195	0.174	0.155
平均减速度/ $(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})$	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
走行距离/km	1.7	2.7	4.4	6.5	8.9	11.7	16.5	26.2

一个加减速周期的走行距离(见表5), 即由静止加速至最高速度后再减速至停止所对应的运行距离。当区域城际轨道交通采用动车组车辆时, 动车组的最高运行速度可看作区域城际轨道交通线路的速度目标值。因此, 不同速度目标值对应的走行距离即为最小站间距, 也就是说合理站间距至少应大于其速度目标值对应的一个加减速周期的走行距离。

2) 城市轨道交通车辆。

根据《城市轨道交通工程项目建设标准》(建标 104 - 2008), 不同速度目标值的轨道交通线路在不同站间距下对应的旅行速度不同, 见表6。不同的线路形式存在最低旅行速度, 例如, 对于全封闭的城市轨道交通线路而言, 最低旅行速度应不小于 $35 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 。因此, 不同速度目标值的城市轨道交通线路对应的最小站间距应为最低旅行速度对应的站间距。

根据以上分析得到不同层次区域城际轨道交

通线路对应的最小站间距, 见表7。快速城际线可采用动车组车辆和市域快速轨道交通系统车辆两种建设标准。普速城际线理论上也可以采用两种建设标准, 但是, 考虑到我国既有铁路走廊大多偏离客运走廊且设置车站较少, 因此, 本文未针对采用动车组车辆的普速城际线路最小站间距给出建议。

4 结语

随着我国区域城镇连绵化和城市群自身社会经济的快速发展, 城市群内的交通需求将日益增加, 区域城际轨道交通将成为各城市群建立区域综合交通系统的重要组成部分。本文论述了区域城际轨道交通的功能、特征, 并针对既有规划的功能层次划分与建设标准差异性较大的问题, 采用速度目标值作为分类标准, 提出了区域城际轨道交通的功能层次划分与建设标准建议。未来,

表6 不同速度目标值线路站间距与旅行速度的对应关系

Tab.6 Relationships between the service in different travel speed and station spacing $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$

速度目标值/($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)	平均站间距/km				
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
70(动力 50%~75% ^①)	30~33 ^②	35			
80(动力 50%~75%)		38	40	45	50
100(动力 50%~75%)		40	45	50	55
120(动力 75%~100%)			50	55	60

- ① 车辆在 50%~75%的牵引动力保障条件下;
- ② 一般用在中低运量部分封闭的城市轨道交通线路。

表7 区域城际轨道交通功能层次与最小站间距

Tab.7 Functionalities and minimum station spacing of a regional intercity rail transit service

功能层次	采用车辆	速度目标值/($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)	最小站间距/km
高速城际线	动车组	>200	>10
快速城际线	动车组	160~200	>5
	动车组	120~160	2~5
	市域快速轨道交通系统车辆	120~160	2~5
普速城际线	普通城市轨道交通系统车辆	80~120	1.5~3

随着区域城市群内部交通需求的多样化,区域城际轨道交通必然会呈现多层次的发展,其建设标准也将会随着轨道交通车辆技术的发展而逐渐完善。

参考文献:

References:

- [1] 李应红. 城际轨道交通的功能定位[J]. 铁道勘察, 2007(5): 10 - 12.
LI Ying-hong. Functional Positioning of Intercity Rail Mass Transit[J]. Railway Investigation and Surveying, 2007(5): 10 - 12.
- [2] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 长江三角洲城际铁路网规划研究报告[R]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2004.
- [3] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 珠江三角洲地区城际轨道交通线网规划修编征求意见稿[R]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2008.
- [4] 铁道第三勘察设计院集团有限公司. 中原城市群城际轨道交通线网规划[R]. 天津: 铁道第三勘察设计院集团有限公司, 2008.
- [5] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 长株潭城际轨道交通线网规划[R]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2008.
- [6] 孔令斌. 城镇密集地区城际轨道交通规划争鸣[J]. 城市轨道交通, 2009, 7(5): 扉页.
KONG Ling-bin. Discussion on Intercity Rail Transit Planning across Urbanized Areas[J]. Urban Transport of China, 2009, 7(5): Title Page.
- [7] 朴爱华. 关于城际轨道交通发展相关问题的探讨[J]. 综合运输, 2009(4): 16 - 20.
PIAO Ai-hua. Discussion on Related Issues of Intercity Railway Transit Developing[J]. Comprehensive Transportation, 2009(4): 16 - 20.

(上接第46页)

- [12] Klüpfel. A Cellular Automaton Model for Crowd Movement and Egress Simulation[D]. Germany: Duisburg-Essen University, 2003.
- [13] Helbing D. A Fluid-Dynamic Model for the Movement of Pedestrians[J]. Complex Systems, 1992(6): 391 - 415.
- [14] 刘小明, 陈艳艳, 安志强. 北京奥运行人交通组织初探[J]. 国外城市规划, 2004, 19(1): 46 - 48.
LIU Xiao-ming, CHEN Yan-yan, An Zhi-qiang. Pilot Studying of Pedestrian Traffic Management for Beijing Olympic Games[J]. Urban Planning Overseas, 2004, 19(1): 46 - 48.
- [15] 徐尉南, 吴正. 地铁候车厅客流运动的数学模型[J]. 铁道科学与工程学报, 2005, 2(2): 70 - 75.
XU Wei-nan, WU Zheng. Mathematical Model for the Passenger Flow in Subway Station Waiting Rooms[J]. Journal of Railway Science and Engineering, 2005, 2(2): 70 - 75.
- [16] 张培红, 鲁韬, 陈宝智, 卢兆明. 时间压力下人员流动状态的观测和分析[J]. 人类工效学, 2005, 11(1): 8 - 10.
ZHANG Pei-hong, LU Tao, CHEN Bao-zhi, et al. Observation and Analysis of Pedestrian Flow Under Time Pressure[J]. Chinese Journal of Ergonomics, 2005, 11(1): 8 - 10.
- [17] 陈然, 董力耘. 中国大都市行人交通特征的实测和初步分析[J]. 上海大学学报(自然科学版), 2005, 11(1): 93 - 97.
CHEN Ran, DONG Li-yun. Observations and Preliminary Analysis of Characteristics of Pedestrian Traffic in Chinese Metropolis[J]. Journal of Shanghai University (Natural Science Edition), 2005, 11(1): 93 - 97.
- [18] 张琦, 韩宝明, 李得伟. 地铁枢纽站台的乘客行为仿真模型[J]. 系统仿真学报, 2007, 19(22): 5120 - 5124.
ZHANG Qi, HAN Bao-ming, LI De-wei. Modeling and Simulation of Passenger Behavior in Platform of MTR Stations[J]. Journal of System Simulation, 2007, 19(22): 5120 - 5124.
- [19] Blue V J, Adler J L. Cellular Automata Microsimulation for Modeling Bi-directional Pedestrian Walkways[J]. Transportation Research Part B, 2001, 35(3): 293 - 312.