

文章编号: 1005-8451 (2010) 01-0011-04

# 北京南火车站客流流线组织优化的动态仿真分析

张素芳, 张 喜

(北京交通大学 交通运输学院, 北京 100044)

**摘要:** 针对北京南火车站高架层客流换乘组织的复杂性, 分析并设计换乘客流流线, 利用VISSIM微观动态仿真软件, 建立客流组织动态仿真模型, 提出换乘客流组织流线优化方案, 为实际运营管理提供决策参考依据。

**关键词:** 北京南火车站; 客流组织; 动态仿真; 优化

**中图分类号:** U293.5      **文献标识码:** A

## Analysis on dynamic simulation for passenger flow line organizations and optimizations in Beijing South Railway Station

ZHANG Su-fang, ZHANG Xi

(School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

**Abstract:** Aimed at the complexity of passenger transfer organizations in the elevated layer of Beijing South Railway Station, it was analyzed and designed the transferring passenger flow, set up a dynamic simulation model about passenger flow organization, by using VISSIM micro-dynamic simulation software, put forward a more reasonable optimized program of transfer flow organization, provided a reference of decision-making for the actual operation and management.

**Key words:** Beijing South Railway Station; passenger organization; dynamic simulation; optimization

北京南火车站是大型客运站, 在客流上具有到发量大而集中、多向集散和各小时段换乘客流不均衡性等特点。所以北京南火车站的客流组织是一项复杂的动态时空排队服务系统, 本文针对北京南火车站高架层客流换乘组织的复杂性, 进行换乘客流流线的分析与设计, 提出了换乘客流组织流线优化方案, 为实际运营管理提供参考依据。

## 1 车站客流组织流线的设计及优化方法

### 1.1 流线的概念

在综合交通枢纽内, 由于各类人员、车辆及物品的集散活动, 产生一定的流动过程和流动路线, 通常称为流线。流线是综合交通枢纽的设计灵魂, 流线的设计和组织是否合理, 影响交通枢纽的作业效率和能力及交通枢纽的服务水平。流线分析是流线设计、组织及交通枢纽功能分区和空间布局的基础。

### 1.2 客流流线的种类

#### 1.2.1 进站流线

车站的进站人流在检票前比较分散, 多数客流进站的流程是: 到站→问询→购票→托运行李→候车→检票→上车。部分已预购客票的旅客和不托运行李的旅客, 不全按照上述流程进行。

#### 1.2.2 出站流线

出站旅客流线比进站旅客流线简单, 特点是人流集中, 密度大, 走行速度快, 出站迅速, 并在站前广场前迅速疏散。一般情况下, 普通、市郊以及中转旅客均在一个出站口出站。

### 1.3 流线优化方法

#### 1.3.1 交叉点的优化

##### (1) 物理切割法

将进站和出站等各流线分开, 以减少交叉点。可通过高架和地道等立体交叉疏解方式解决, 也可在同一平面上通过控制各种流线的方向解决交叉问题, 或是通过围栏将客流分割。

##### (2) 功能布局优化法

调整售票窗口、公交站以及出租车停车场的位置, 达到合理布局, 减少人流与车流的交叉。

#### 1.3.2 设备能力的优化

##### (1) 提高流速法

通过提高人流和车流的走行速度, 相对降低

收稿日期: 2009-05-17

作者简介: 张素芳, 在读硕士研究生; 张 喜, 教授。

行人、车辆对车站设施以及设备的占用时间，提高设备利用率，提高流线的通过能力。

### (2) 设备属性变换法

通过改变站内换乘流线上一些设备的属性，增加流线的通过能力。设备的属性一般包括宽度、速度以及方向等。

## 2 车站客流组织流线优化仿真实现方法

### 2.1 仿真软件平台选择

本文借助 VISSIM 微观交通软件进行城市公共交通枢纽换乘组织的仿真研究。该软件能模拟设置不同道路类型、交通组成以及交通信号控制等条件下的交通运行情况，具有分析、评价与优化交通网络和进行设计方案比较等功能，是分析交通问题的有效工具。它在 Wiedemann 的车辆模型与车辆换道模型的基础上实现了对行人的运行仿真，可以近似地模拟行人在枢纽内的流动过程，还可借助对道路交通的模拟研究人流与机动车流在枢纽内的相互影响，因此，比较适合用于枢纽的换乘组织仿真研究。

### 2.2 换乘客流组织优化仿真方法

换乘客流组织的仿真思路为：根据站内旅客和流线的特点，构建流线模型和旅客走行模型，进入仿真状态，经过参数读取生成模拟环境，对客流模拟包括：旅客进站模拟、旅客出站模拟和旅客换乘模拟。之后对相关数据进行分析，做出相应的评价及调整。

仿真步骤为：建立路段，配置设备（客服设备包括：票闸机、电扶梯和步行梯、客服点、引导标志），设置检测路段和检测点，分配客流，动态仿真，查看结果，结束仿真。

## 3 北京南火车站高架层客流组织仿真分析

### 3.1 仿真环境分析

北京南火车站是国内大型的综合交通枢纽站，采用5层立体交通换乘建筑结构，其高架层为旅客进站层，中央为独立的候车室，东西两侧是进站大厅，与高架环道落客平台相连，南北两侧为共享空间，与南北广场地面进站厅和地下换乘空间直接相通，西侧为站内出口，东侧为进出混行口。涉及

到旅客的进站、购票、候车、换乘以及商务等行为，客流组织流线分布比较复杂。

北京南火车站的高架层是旅客候车的专区。进站厅面积是 36 480 m<sup>2</sup>，有 4 个独立候车室，总面积 6 301.38 m<sup>2</sup>。其中，东北侧有 1 个独立候车室（供 13 站台使用），面积为 608.45 m<sup>2</sup>。中部有 3 个独立候车室，普速候车室面积为 986.98 m<sup>2</sup>（包括 1 个软席候车室），供 11、12 站台使用。京沪高速候车室面积是 3 068.97 m<sup>2</sup>（包括 2 个软席候车室）。京津城际候车室 1 636.98 m<sup>2</sup>（包括 1 个软席候车室）。高架区内有 8 个安检口。

高架层设有 70 台票闸机，票闸机采用统一的标准，长度为 1.86 m，宽度为 0.53 m，通过速度为 1.37 m/s，服务时间为 2 s。设置位置和数量如表 1。

表 1 高架层候车室参数表

| 设备位置        | 数量(个) | 设备位置          | 数量(个) |
|-------------|-------|---------------|-------|
| 北侧普速进站梯票闸机  | 5     | 高速候车室 4 北侧票闸机 | 6     |
| 普速候车室 3 票闸机 | 3     | 高速候车室 4 西侧票闸机 | 6     |
| 普速候车室 4 票闸机 | 12    | 高速候车室 4 东侧票闸机 | 6     |
| 普速软席候车室票闸机  | 2     | 高速候车室 4 南侧票闸机 | 9     |
| 城际候车室 3 票闸机 | 15    | 高速软席候车室 1 票闸机 | 2     |
| 城际软席候车室票闸机  | 2     | 高速软席候车室 2 票闸机 | 2     |

高架层的流线分析。高架层共有东南西北 4 个人口，分别为北侧电扶梯入口、社会车辆西侧入口、社会车辆东侧入口、南侧电扶梯入口。从这些进站口进入后，可有 2 种去向：(1) 乘电梯下到平层进站，南北 2 侧各有 1 个电扶梯，北侧还有 1 个步行梯；(2) 从候车室进站，有 2 个普速候车室，1 个城际候车室，1 个高速候车室，高速候车室东南西北 4 个方向都可以进站。高架层主要流线共 38 条。

高架层的检测点分析。在高架层的所有票闸机前设置检测点，共 8 个，每个进出口处设置 6 个，2 种以上流线相交的冲突点处设置 4 个。

### 3.2 动态仿真评价分析

改变旅客的到达量，分析高架层的客流承受能力，仿真结果如表 2。

表 2 高架层各项仿真结果

| 到达量<br>(人/h) | 平均损失<br>时间(s) | 平均停滞<br>时间(s) | 平均停止<br>次数(次) | 平均排队<br>长度(m) | 最大排队<br>长度(m) | 总的排队<br>人数(h) | 通过总量<br>(人/h) |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 10 000       | 4.2           | 1.6           | 0.74          | 0.0           | 1.3           | 9.4           | 9 993         |
| 20 000       | 4.8           | 1.6           | 0.79          | 0.7           | 5.7           | 76.2          | 19 748        |
| 30 000       | 4.9           | 1.6           | 0.86          | 1.2           | 6.6           | 85.1          | 29 585        |
| 40 000       | 5.4           | 1.8           | 1.00          | 1.7           | 7.3           | 89.2          | 39 182        |
| 50 000       | 6.4           | 2.0           | 1.20          | 2.2           | 7.5           | 90.5          | 45 195        |

由表2可见,当到达客流量为30 000人/h,高架层平均排队长度由0.7 m变为1.2 m时,可视为开始排队,因此,选取此到达客流量对高架层流线优化进行仿真模拟。

仿真后得到旅客的平均行程时间见表3,可以看出,平均行程时间并不随着走行距离的增加成线性增长,增幅非常小。说明在高架层旅客流线中虽然存在阻碍旅客走行的“瓶颈”,但影响不大。

表3 高架层各流线上旅客的平均行程时间(s)

|             | 北侧电扶梯入口 | 社会车辆西侧入口 | 社会车辆东侧入口 | 南侧电扶梯入口 |
|-------------|---------|----------|----------|---------|
| 北侧电扶梯出口     | 0       | 271.3    | 273.2    | 549.5   |
| 北侧步行梯出口     | 60.8    | 319.9    | 409.0    | 607.1   |
| 普速候车室3进站口   | 61.3    | 402.6    | 315.6    | 561.1   |
| 普速候车室4进站口   | 130.2   | 227.5    | 225.2    | 412.4   |
| 高速候车室4北侧进站口 | 212.6   | 192.8    | 191.7    | 392.7   |
| 高速候车室4西侧进站口 | 261.0   | 105.6    | 427.2    | 279.0   |
| 高速候车室4东侧进站口 | 268.9   | 445.6    | 107.5    | 271.8   |
| 高速候车室4南侧进站口 | 385.5   | 191.8    | 191.2    | 218.6   |
| 城际候车室3进站口   | 416.7   | 226.7    | 219.9    | 144.9   |
| 南侧电扶梯出口     | 557.2   | 276.2    | 291.4    | 0       |

统计高架层检测点,得出数据见表4,站内流线的“瓶颈”多出现在两条流线的冲突点附近,此层的旅客拥堵情况不很明显,需解决如何优化流线,而不是疏导流线上的“瓶颈”。

表4 高架层检测点的仿真结果

| 编号 | 检测点位置         | 平均排队长度(m) | 最大排队长度(m) | 总的排队人数(人) |
|----|---------------|-----------|-----------|-----------|
| 1  | 北侧普速进站步行梯口票闸机 | 0         | 4         | 30        |
| 2  | 普速候车室3人口票闸机   | 2         | 6         | 43        |
| 3  | 普速候车室4人口票闸机   | 1         | 4         | 101       |
| 4  | 高速候车室4北侧入口票闸机 | 1         | 8         | 168       |
| 5  | 高速候车室4西侧入口票闸机 | 0         | 4         | 141       |
| 6  | 高速候车室4东侧入口票闸机 | 0         | 3         | 128       |
| 7  | 高速候车室4南侧入口票闸机 | 1         | 6         | 164       |
| 8  | 城际候车室3人口票闸机   | 1         | 6         | 114       |
| 9  | 北侧电扶梯入口       | 0         | 4         | 11        |
| 10 | 北侧电扶梯出口       | 0         | 10        | 25        |
| 11 | 社会车辆西侧入口      | 0         | 5         | 4         |
| 12 | 社会车辆东侧入口      | 0         | 4         | 2         |
| 13 | 南侧电扶梯入口       | 0         | 2         | 3         |
| 14 | 南侧电扶梯出口       | 0         | 5         | 37        |
| 15 | 西侧普速与高速的冲突点   | 3         | 10        | 112       |
| 16 | 东侧普速与高速的冲突点   | 3         | 9         | 149       |
| 17 | 西侧高速与城际的冲突点   | 6         | 17        | 167       |
| 18 | 东侧高速与城际的冲突点   | 4         | 12        | 134       |

### 3.3 换乘客流流线优化分析

综合以上仿真数据,修改换乘设备的物理参数,以提高设备利用率,优化站内流线。

#### 3.3.1 改变候车室性质

设想在高峰时期,改变高架层候车室的性质,提高候车室空间的利用率。方法1保持候车室性质不变;方法2将所有软席候车室改为普通候车室。仿真结果如表5。

表5 高架层改变候车室性质的仿真结果

| 方法 | 平均损失时间(s) | 平均停滞次数(次) | 平均停止时间(s) | 最大排队长度(m) | 总的排队人数(人) | 通过总量(人/h)   |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| 1  | 4.9       | 1.6       | 0.86      | 1.2       | 6.6       | 85.1 29 585 |
| 2  | 4.9       | 1.5       | 0.82      | 1.2       | 6.4       | 82.3 29 836 |

分析仿真结果可知,此方法可使高架层的通过总量提高,而其他各项结果基本维持不变或略有减少。因此,在客流高峰期,为了增加旅客的通过总量,可将所有软席候车室改为普通候车室。

#### 3.3.2 改变票闸机台数

设想可以在保证高架层内旅客走行不受影响(即无拥堵和无排队现象)的情况下,适当减少进站入口处票闸机数量,以此来优化流线上的物理设备,做到高效和经济使用设备的目的。

改变票闸机台数的方法如下:

- (1) 保持票闸机台数不变;
- (2) 将北侧步行梯进站入口及高速东西两侧人口票闸机台数减半;
- (3) 将高架层所有进站入口票闸机台数减半;
- (4) 将北侧步行梯入口及高速东西两侧进站入口票闸机台数减为1/4,其余全部减半;
- (5) 将高架层所有进站入口票闸机台数减为1/4。

仿真结果如表6。

表6 高架层改变票闸机台数的仿真结果

| 方法 | 平均损失时间(s) | 平均停滞次数(次) | 平均停止时间(s) | 最大排队长度(m) | 总的排队人数(人) | 通过总量(人/h)    |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| 1  | 4.9       | 1.6       | 0.86      | 1.2       | 6.6       | 85.1 29 585  |
| 2  | 4.8       | 1.6       | 0.91      | 1.2       | 6.7       | 87.3 29 763  |
| 3  | 5.5       | 1.9       | 1.13      | 1.3       | 7.0       | 87.5 29 852  |
| 4  | 6.3       | 2.6       | 1.36      | 1.7       | 9.1       | 131.2 29 871 |
| 5  | 6.6       | 2.7       | 1.43      | 1.8       | 9.1       | 137.5 29 839 |

当方法2实施以后,旅客的平均损失时间相对较小,之后随着票闸机台数的减少,平均损失时间开始略有增加。平均停滞时间和平均停止次数随着票闸机台数的减少而增加,尤其是方法4和方法5,较之前的方法时间,增幅比较大。

由于进站口的票闸机数量减少,在高架层的旅客走行受到了限制,排队人数和长度不断增加,其中方法2和方法3略有增加,而方法4和方法5增幅加快。当方法3(将高架层所有进站入口票闸

文章编号：1005-8451 (2010) 01-0014-03

## 基于模糊综合评判的影响机车调度因素分析

杨志飞，史亚娟

(兰州交通大学 电子与信息工程学院， 兰州 730030)

**摘要：**利用模糊综合评判的方法，对机车调度的影响因素进行量化探讨，分析模型中的评价因素集，给出评价因素的权重分配，确定其隶属度的方法以及综合评价的计算公式。

**关键词：**模糊综合评判；机车；调度因素；分析

**中图分类号：**U269.3      **文献标识码：**A

### Analysis on factors to influence locomotive dispatching based on fuzzy general evaluation

YANG Zhi-fei, SHI Ya-juan

( School of Electronic and Information Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730030, China )

**Abstract:** It was discussed the factors to influence locomotive dispatching by the method of fuzzy general evaluation, analyzed set of evaluation factors, given the assignment of right weight of evaluation factors, the method to determine the degree of subordination, and calculation formula of general evaluation.

**Key words:** fuzzy general evaluation; locomotive; dispatching factors; analysis

机务部门为铁路运输提供牵引动力。列车的运行和停开，机车的周转是一个动态管理过程，随机因素变化太大，需要机车调度员跟踪、调整和

收稿日期：2009-04-30

作者简介：杨志飞，讲师，史亚娟，在读硕士研究生。

组织，以减少机车和人员的浪费。另外，在铁路运输组织中，列车运行和机车周转日班计划是由列车调度和机车调度共同编制的。车投入多少，机车运用效率高低取决于各级机车调度的工作质量，进而影响运输成本和运输效益。因此，加强机车调

机台数减半) 和方法 4 实施时，通过的旅客总量比其他方法多。

综上所述，为了在基本不影响旅客走行的前提下，实现站场内设备的有效利用，可选择方法 3，即将高架层所有进站入口票闸机台数减半。

### 4 结束语

本文应用 VISSIM 仿真软件对北京南火车站高架层进行了换乘组织方案动态仿真分析。针对高架层客流拥堵情况不明显，客流通行比较顺畅，有时站内设备，如票闸机和候车室会有空闲的情况出现，如何在不影响旅客走行的前提下，提高客服设备的使用率，提出了以下措施：(1) 将所有软席候车室改为普通候车室。可缓解客流密度比较集中的普通候车室的压力，充分利用相对比较空闲的软席候车室；(2) 将高架层所有进站入口票闸机台数减半。仿真结果表明，平均排队长度仅

增加了 0.1 m，而旅客的通过总量增加了 267 人。

以上 2 种措施都是为了解决高架层的主要问题，即如何有效利用设备，达到站内资源优化配置的目标而提出的。根据高架层的实际情况，2 种措施可同时使用，能更有效地提高整个枢纽站内的换乘效率和旅客通过量。

### 参考文献：

- [1] 沈景炎. 以轨道交通为骨架构筑城市客运综合枢纽[J]. 都市快轨交通, 2004, 17 (3): 19-23.
- [2] 毛保华. 高速铁路客流集散特征研究[R]. 铁道第四勘察设计院项目 (YSS04012), 2005, 6.
- [3] 王建聪, 高利平. 城市公共交通枢纽换乘组织仿真研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2006, 6 (6): 96-102.
- [4] 周伟, 姜彩良. 城市交通枢纽旅客换乘问题研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2005, 5 (5): 23-30.
- [5] 葛亮, 王炜, 邓卫, 梁睿中. 城市客运换乘枢纽规划与设计方法研究[J]. 规划师, 2004, 20 (10): 53-55.