

文章编号:1671 8879(2006)01 0071 04

## 公路主枢纽客运系统运营模式比较

姚志刚<sup>1</sup>, 周伟<sup>1,2</sup>, 王元庆<sup>1</sup>, 刘志凯<sup>3</sup>

(1. 长安大学 公路学院, 西安 710064; 2. 交通部 交通科学研究院,  
北京 100029; 3. 苏州市 运输管理处, 江苏 苏州 215004)

**摘要:**分析了单站发车和多站发车两种公路主枢纽客运系统运营模式下的客运网络结构和费用构成,结合实例计算比较了不同运营模式下客运网络中旅客总出行时间和总运输费用的差异。单站发车模式下旅客的市内总出行时间和使用公交的时间分别为多站发车模式下的91.39%、200%;多站发车模式下旅客的总运输费用和在公路客运站总滞留时间分别为单站发车模式的74.80%、245%。分析表明,单站发车模式适宜于公交系统完善、旅客对出行时间敏感的经济发达的公路主枢纽城市,多站发车模式适宜于旅客对运输费用敏感的经济欠发达的公路主枢纽城市。

**关键词:**交通工程;公路枢纽;客运站;客运网络;运营模式

**中图分类号:**U491

**文献标识码:**A

## Comparison of Operation Models of Intercity Bus Hub

YAO Zhi-gang<sup>1</sup>, ZHOU Wei<sup>1,2</sup>, WANG Yuan-qing<sup>1</sup>, LIU Zhi-kai<sup>3</sup>

(1. School of Highway, Chang'an University, Xi'an 710064, China; 2. China Academy of Transportation Sciences, Ministry of Communication, Beijing 100029, China; 3. Department of Transportation Administration, Suzhou City Government, Suzhou 215004, Jiangsu Province, China)

**Abstract:** This paper analyzed the difference of network topologies and cost composing between two operation models of intercity bus hub: single and multiple allocation passengers. Total passengers travel time and expenditure of the network in an anonymous city with two different operation model were compared. It was pointed that total passengers time and travel time in transit system of intercity passengers in urban area with single allocation model is 91.39% and 200% of multiple allocation model, all intercity passengers' expenditure in urban area and dwell time in terminals with multiple allocation model is 74.80% and 245% of single allocation model. The results indicate that single allocation model fit the developed cities, and multiple allocation model is better for the developing cities. 3 tabs, 1 fig, 6 refs.

**Key words:** traffic engineering; intercity bus hub; passenger terminal; transit network; operation model

## 0 引言

公路主枢纽客运站的建设有力地推动了中国公

路客运的发展。目前,公路主枢纽客运系统的运营管理问题日益突出,研究其组织管理、运营方式、系统优化等问题对实现公路主枢纽客运系统高效运转

收稿日期:2005-02-25

基金项目:霍英东基金优选资助项目(94025)

作者简介:姚志刚(1974-),男,陕西澄城人,工学博士研究生。

显得非常重要。文献[1]研究了公路主枢纽客货运站场布局的定量方法和实例;文献[2]分析了公路主枢纽客运系统规划、建设经验和存在的问题;文献[3]以美国阿拉巴马州为例分析了美国公路客运站的运营状况;文献[4]研究公路主枢纽客运系统的运力调配问题;目前还未见到公路主枢纽运营模式分析的相关文献。本文对公路主枢纽客运系统运营模式进行比较分析,研究结果可作为公路主枢纽运营模式选择和客运系统优化的依据,对公路客运管理与组织决策具有参考价值<sup>[5-6]</sup>。

## 1 不同运营模式下的客运网络结构

根据公路客运站的客运线路特征,将公路主枢纽运营模式分为单站发车模式和多站发车模式。单站发车模式是将发往相同方向的客运班车集中在同一公路客运站内,旅客的一次出行只能到特定车站乘车;多站发车模式指多个客运站同时有发往同一方向的班车,旅客可在多个车站根据个人偏好进行选择。实践证明,单站发车的运营模式使同一方向客流集中,有利于实现规模经济效益,提高发车频率,减少旅客在站候车时间,也增加了旅客在城市内使用公交的时间和换乘时间;多站发车模式有利于旅客就近乘车,但由于同方向的运力分散在多个客运站,增加了每个客运站的旅客候车时间。

在图1(a)模式I中,A、B、C3个客运站分别经营不同方向的客运线路,各站间不存在竞争关系,每个旅客只能到一个指定的车站乘车出城。图1(b)模式II下,每个客运站均发送不同方向的客运班线,旅客根据其所在位置选择就近的公路客运站乘车。为减少旅客等待时间、提高实载率,模式II下的客运车辆一般在出城途中在所经过的客运站停靠后出城。

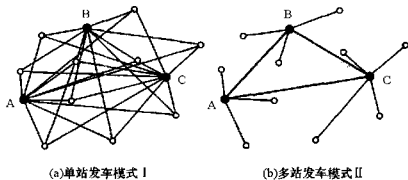


图1 两种运营模式下的城市客运网络结构

## 2 不同运营模式下的旅客费用

图1中客运站的位置、旅客的起(迄)点和客运车辆出城点都是确定的。本文从出行时间和运输费

用两方面分析不同运营模式下客运网络中总的旅客费用构成。

假设旅客均匀分布在城市各处。因此,根据用地性质将城市划分为*i*个小区,用每个小区的市中心代表小区内所有旅客出行点,小区内所有的出行量用该点的出行量来代替。假设模式I下旅客出行到最远的客运站需要换乘,其他出行为直达,且公共交通工具选择方式惟一、平均速度相同。显然,两种运营模式下旅客出城过程不同。对于模式I,旅客出行过程(以出发为例)为“起点-公交车-公路客运站-出城”,其中到公路客运站远距离的乘客还需要换乘;模式II下一部分旅客出行与模式I相同,另一部分旅客出行过程则为“起点-公交车-公路客运站-公路客运站-出城”。因此不同模式下城市客运网络中的公路旅客出行时间、费用的组成是不同的。

### 2.1 旅客总出行时间

模式I中旅客总出行时间包括到达指定公路客运站时使用公交车的时间、公交换乘时间以及在公路客运站内滞留时间,即

$$T_{n1} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} \frac{d_{ij}}{v_i} + \sum_{j=1}^m t_j' + \sum_{j=1}^m a_j t_j'' \quad (1)$$

式中: $T_{n1}$ 为模式I的客运网络中旅客总出行时间; $a_{ij}$ 为小区*i*( $i=1,2,\dots,n$ )的旅客到客运站*j*( $j=1,2,\dots,m$ )的出行量; $d_{ij}$ 为小区*i*到客运站*j*的距离; $v_i$ 为公交车的行驶速度; $t_j'$ 为小区*i*的旅客到离其较远客运站的换乘时间; $a_j$ 为客运站*j*的旅客发送量; $t_j''$ 为旅客在客运站*j*内的滞留时间。

模式II的客运网络中的旅客出行时间包括旅客到离其最近的公路客运站使用公交车的时间、在公路客运站内的滞留时间和公路客运站间长途汽车的运行时间,则

$$T_{n2} = \sum_{i=1}^n a_i' \frac{d_i'}{v_1} + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m a_{jk} \frac{d_{jk}}{v_2} + \sum_{j=1}^m a_j' t_j'' \quad (2)$$

式中: $T_{n2}$ 为模式II下旅客总的出行时间; $a_i'$ 为小区*i*到距离最近的客运站的出行量; $d_i'$ 为小区*i*到与其距离最近客运站的距离; $a_{jk}$ 为客运站*j*与客运站*k*( $k=1,2,\dots,m$ )间的客运量; $d_{jk}$ 为客运站*j*与客运站*k*间的距离; $v_2$ 为长途汽车在城内各客运站间的行驶速度; $a_j'$ 为模式II下的客运站*j*的旅客发送量; $t_j''$ 为模式II下旅客在客运站*j*内的滞留时间。

### 2.2 旅客总运输费用

对于模式I,客运网络中旅客运输费用包括使用公交直达运输费用和中转运输费用,即

$$C_{n1} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} p_1 + \sum_{j=1}^m a_j p_1 \quad (3)$$

式中:  $C_{a1}$  为模式 I 下旅客总运输费用;  $a'_{ij}$  为小区  $i$  到客运站  $j$  的直达客运量;  $p_1$  为小区  $i$  到客运站  $j$  的单位旅客公交车票价;  $a_i$  为小区  $i$  到离其较远客运站需中转的客运量。

对于模式 II, 旅客在城市中的运输费用包括使用城市公交费用和长途汽车费用, 即

$$C_{n2} = \sum_{i=1}^n a'_i p_1 + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m a_{jk} p_2 \quad (4)$$

式中:  $p_2$  为长途汽车在城内的运输费用。

### 3 实例分析

对某城市公路运输枢纽客运系统两种运营模式下的城市客运网络费用进行分析。该市共有 A、B、C 3 个公路客运站, 整个城区划分为 10 个交通小区, 可调查得到每个小区往不同客运站的客流量  $a_{ij}$ 、去不同客运站的距离  $d_{ij}$ 、各客运站间的运量  $a_{jk}$  及距离  $d_{jk}$  等数据 (如表 1、表 2), 公交运行速度  $v_1$  取  $15 (\text{km} \cdot \text{h}^{-1})$ 、长途汽车在城内的运行速度  $v_2$  取  $30 (\text{km} \cdot \text{h}^{-1})$  (长途车不在市区停靠)。可根据表 1、表 2 数据计算各小区到最近客运站的运量  $a'_i$  及距离  $d'_i$  等, 根据公交及公路班车的班次频率分别计算旅客公交换乘时间  $t'_i$ 、在站滞留时间  $t''_i$ 、 $t'''_i$ 。由于城市公共客运票价一般为一票制, 因此  $p_1$  取 1。根据现行政策, 长途汽车在城市内的站间旅客运输不计运费, 即旅客从同一城市任一公路客运站乘车到最终目的地的票价都是相同的, 因此  $p_2$  取 0。

表 1 某城市公路客运出行量数据 (人次  $\cdot \text{d}^{-1}$ )

客运站	小区编号										合计
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A	310	143	276	158	224	205	346	398	78	176	2314
B	209	173	341	321	556	140	283	702	146	183	3054
C	185	286	146	194	175	86	157	571	257	377	2434
合计	704	602	763	673	955	431	786	1671	481	736	7802

表 2 某城市公路客运网络节点间运输距离 km

客运站	小区编号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	1.5	1.7	2.5	7.4	5.2	9.3	7.1	4.2	2.4	2.1
B	7.3	5.2	2.4	1.6	2.9	5.5	5.8	7.7	6.2	8.6
C	6.6	5.9	8.6	10.5	5.7	4.3	2.2	3.4	4.7	5.8

本文设客运车辆统一调度且平均每车为 30 个核定座位, 根据不同方向的客流, 可计算模式 I 下 A、B、C 3 个公路客运站旅客平均在站滞留时间分别

为 6 min、5 min、6 min, 市内平均换乘时间为 10 min; 模式 II 时 A、B、C 3 个客运站旅客平均在站滞留时间分别为 15 min、13 min、14 min。由式 (1)、式 (2) 计算旅客总出行时间如表 3 所示。

表 3 不同运营模式下旅客总出行时间 min

参数	乘公交车时间	公交换乘时间	城中长途车时间	在站滞留时间	合计
$T_{n1}$	193 395	31 920	—	53 358	278 673
$T_{n2}$	96 403	—	77 809	130 726	304 938

同理, 根据式 (3)、式 (4) 分别得到城市客运网中旅客总运输费用为

$$C_{n1} = 9\,502 + 3\,192 = 12\,694 \text{ 元}$$

$$C_{n2} = 9\,502 \text{ 元}$$

可以看出:

(1) 公路主枢纽客运系统在运营模式 I 情况下, 城市客运网络中的旅客总出行时间 (包括使用公交时间、换乘时间及长途汽车在城内时间) 比模式 II 要少, 为模式 II 的 91.39%, 主要原因是由于模式 II 下旅客在公路客运站内等候时间过长。

(2) 运营模式 II 下城市客运网络中旅客总运输费用比模式 I 要少, 仅为模式 I 的 74.8%, 主要是由于模式 I 下乘客使用城市公交中转所致。

(3) 运营模式 I 下旅客使用公交的时间 (不含公交换乘时间) 为模式 II 下的 2 倍, 显然运营模式 I 下公路客运对城市公交的依赖性要大。

(4) 在运营模式 II 下旅客在公路客运站内的滞留时间为模式 I 下的 2.45 倍, 说明运营模式 II 下更需要加强客运站的站务工作, 应尽量采用中小型车辆以提高发车频率, 减少旅客等待时间。

### 4 结 语

(1) 公路主枢纽客运系统的运营模式对旅客在城市中的出行时间、费用和对城市公交依赖程度均有明显影响, 不同公路主枢纽客运系统的运营模式下, 城市客运网络中的旅客总的出行费用、使用公交的时间和在公路客运站的滞留时间有很大差异。

(2) 在城市公交系统完善、经济发达、居民对运输时间要求较高的城市宜采用运营模式 I 所示的公路主枢纽客运系统, 可通过改善城市公交服务水平、加强与公路客运站衔接来提高公路主枢纽客运系统的运行效率。

(3) 在旅客对运输费用敏感的经济欠发达地区, 应选用模式 II 所示的公路主枢纽客运系统, 但应该

注意加强客运站场的站务管理和运力优化,改善公路主枢纽客运系统的服务质量。

#### 参考文献:

#### References:

- [1] 陈峻,王炜,黄艳君.城市客运场站交通影响分析及设计[J].中国公路学报,2004,17(2):78-81.  
CHEN Jun, WANG Wei, HUANG Yan-jun. Traffic Impact Analysis and Design for Urban Passenger Stations[J]. China Journal of Highway and Transport, 2004,17(2):78-81.
- [2] 郭晓盼.对公路主枢纽实践的思考[J].西安公路交通大学学报,1997,17(2B):62-65.  
GUO Xiao-fen. Practice and Analysis for Highway Transport Hub[J]. Journal of Xi'an Highway University, 1997, 17(2B):62-65.
- [3] Jay K L, Stephen E H. Alabama Transit-intercity Bus Study[R]. Alabama: University Transportation Center, 2002;26-35.
- [4] 靳文舟,张杰.公路客运站运力配置方案优化研究[J].华南理工大学学报:自然科学版,2000,28(6):123-128.  
JIN Wen-zhou, ZHANG Jie. Optimization for Coach Station Service Capacity Distribution[J]. Journal of South China University of Technology: Natural Science Edition, 2000,28(6):123-128.
- [5] 彭文盛,彭辉.高速铁路引入既有枢纽客运站的布局[J].交通运输工程学报,2004,4(2):62-65.  
PENG Wen-sheng, PENG Hui. Passenger Station Layout of High-speed Railway Existing Terminal[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2004,4(2):62-65.
- [6] 胡大伟,章登殿.公路快速客运网络系统规划方法[J].长安大学学报:自然科学版,2004,24(2):83-86.  
HU Da-wei, XUAN Deng-dian. Planning Method of Highway Express Traveler Network System[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2004,24(2):83-86.

(上接70页)

用的复杂系统,应用系统协同作用原理是分析采动滑坡机理的理论基础。

(2)应用动态预计理论模拟计算,能够确定合理的开采顺序、方向和时间,达到减少开采对滑坡体扰动的目的。

(3)应用控制开采技术,结合滑坡区综合治理措施是控制开采引起滑坡灾害发生的有效途径之一。

#### 参考文献:

#### References:

- [1] YU Xue-yi. Studying Theory of Displacement and Deformation in the Mountain Areas under the Influence of Underground Exploitation [D]. Dissertation Kiacow: AGH University of Science and Technology, 1999.
- [2] 余学义,史金泉,黄满登,等.达竹矿务局柏林煤矿滑坡区工业广场下煤层开采可行性研究报告[R].西安:西安科技大学,1995:25-55.  
YU Xue-yi, SHI Jin-quan, HUANG Man-deng, et al. The Report of Control Mining Technology Under Industry Square of Landslide Area in Bolin Mine in Dazhu Mine Area[R]. Xi'an: Xi'an University of Science and Technology, 1995:25-55.
- [3] 余学义,刘春光.“三下”开采与地面保护预计评价软件[R].西安:西安科技大学,1997.  
YU Xue-yi, LIU Chun-guang. Evaluation Software for Mining under the Buildings, Railroads and Water Bodies[R]. Xi'an: Xi'an University of Science and Technology, 1997.
- [4] 余学义,黄满登.滑坡区工业广场高层建筑下煤层控制开采技术研究[R].西安:西安科技大学,2002:26-66.  
YU Xue-yi, HUANG Man-deng. Control Mining Technology under the High-storied Buildings in Landslide Area [R]. Xi'an: Xi'an University of Science and Technology, 2002:26-66.
- [5] 国家煤炭工业局.建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程[M].北京:煤炭工业出版社,2000.  
National Coal Industry Bureau. Regulations of Resorting Coal Mining and Pillars Leaving on Buildings, Water bodies, Railroads and Main Mines and Entries[M]. Beijing: Coal Industry Press, 2000.
- [6] 殷跃平.中国地质灾害减灾回顾与展望[J].国土资源科技管理,2001,18(3):26-29.  
YIN Yue-ping. A Review and Vision of Geological Hazards in China[J]. Geological Management Science and Technology, 2001,18(3):26-29.